



Nº 4266

217 00 24 - 9

546.04

N 644 C

COMPENDIO
DI
ANATOMIA COMPARATA
DEI
VERTEBRATI.

Biblioteca Medica Contemporanea

DELLA

ANTICA CASA EDITRICE DOTTOR FRANCESCO VALLARDI

D. ^r ROBERTO WIEDERSHEIM

Professore d'Anatomia normale e comparata e Direttore dell'Istituto anatomico
nell'Università di Friburgo i/B.

COMPENDIO

DI

ANATOMIA COMPARATA

DEI

VERTEBRATI

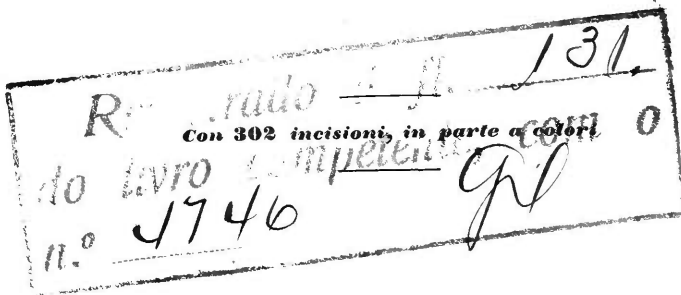
EDIZIONE ITALIANA

sull'ultima edizione tedesca, rinnovata e aumentata dall'autore

PER CURA DI

GIACOMO CATTANEO

Docente d'anatomia comparata nell'Università di Pavia



ANTICA CASA EDITRICE

DOTT. FRANCESCO VALLARDI

MILANO, Corso Magenta, 48.

NAPOLI, S. Anna de' Lombardi, 36.

TORINO

FIRENZE

ROMA

BOLOGNA

PADOVA

Carlo Alberto, 5.

Alfani, 41.

Converute, 5.

Farini, 10.

S. Fermo, 1201.

PALERMO - CATANIA.

PROPRIETÀ LETTERARIA

Stabilimento Tipografico dell'Antica Casa Editrice DOTT. FRANCESCO VALLARDI
Milano, Corso Magenta, 48.

AVVERTENZA DEL TRADUTTORE

Questo libro è un compendio abbastanza particolareggiato del poderoso volume di WIEDERSHEIM: *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, il quale, in breve volger di tempo (dal 1882 al 1886), ebbe l'onore di due edizioni in Germania. Nel 1884 l'autore ne pubblicò un breve riassunto (*Grundriss*), che fu tradotto in inglese, con molte aggiunte, dal PARKER. Trattandosi ora di farne un'edizione italiana, l'illustre autore, con opportuno pensiero, volle rimaneggiare completamente il suo *Grundriss*, aumentandolo circa del doppio, e mettendolo in corrente con le ultime novità della scienza. Su quest'ultima recentissima edizione tedesca si è basata l'edizione italiana; per gentile concessione dell'autore e dell'editore, io ebbi i fogli di mano in mano che si stampavano, e così possiamo presentare agli studiosi italiani, pochi mesi dopo che fu pubblicato in tedesco, quest'ottimo compendio recato nella nostra lingua. La fresca data della pubblicazione e la natura rapida e riassuntiva del libro, mi ha dissuasò dal fare qualsiasi aggiunta, tanto nel testo che nella parte bibliografica. In ogni caso lo studioso troverà, nell'ultima edizione del *Lehrbuch*, ogni schiarimento e amplificazione desiderabile in relazione coi brevi capitoli del *Grundriss*. Aggiunsi solo, per desiderio espressomi a voce e per iscritto dall'autore, due brevi capitoli sugli organi urinari e genitali dei dipnoi, fondandomi sul recente lavoro di W. N. PARKER: *Zur Anatomie und Physiologie von Protopterus annectens*, che fu eseguito a Freiburg nel laboratorio stesso di Wiedersheim, su un gran numero di individui *viventi*.

La fama dell'autore e il successo avuto dal *Lehrbuch*, mi dispensano dal far rilevare l'importanza della presente pubblicazione; ormai tutti sono persuasi che la base degli studi anatomici riguardanti gli animali

superiori e l'uomo sta nel concetto genetico che risulta dallo studio dell'anatomia comparata dell'intera serie dei vertebrati; e questo trattato è profondamente informato all'indirizzo morfologico e genealogico.

Il mio compito di traduttore, per quanto affatto passivo, pure non fu privo di difficoltà; si tratta d'oggetti e di concetti che non hanno sempre ricevuto nella nostra lingua delle forme definitive e generalmente accettate; e contro le stesse difficoltà ebbero a combattere anche gli egregi traduttori dei trattati d'anatomia comparata di HUXLEY e di GEGENBAUR. E, com'essi, io non potei fare a meno d'introdurre qualche neologismo, o di portar nella lingua nostra, dov'era necessario, qualche espressione o parola straniera, tanto più avendone l'esempio nelle Memorie di vari nostri valorosi anatomici e naturalisti.

Chiudo esprimendo i sensi della mia riconoscenza al prof. WIEDERSHEIM, che per tanti anni mi diede ogni prova della sua squisita cortesia e amicizia, e ringraziando l'egregio dott. G. FABBROVICH, che mi aiutò nel lavoro, nella 2.^a parte del volume.

Pavia, luglio 1889.

GIACOMO CATTANEO.

PREFAZIONE ALLA PRIMA EDIZIONE.

Quand'anche, per qualche lato, si consideri soddisfacente il mio *Trattato d'anatomia comparata dei vertebrati* uscito nel 1882-83, tuttavia io son persuaso ch'esso è per una parte manchevole. Non è un *libro da studenti*, se mi è lecito così esprimermi. Infatti, il materiale scientifico ivi raccolto, come troppo facilmente avviene quando si cerca per la prima volta di padroneggiare un'estesa materia, non era ben vagliato, cioè non eran distinte le cose principali dalle accessorie, e anche le discussioni qua e colà intercalate non dappertutto giovavano al corso dell'esposizione.

Perciò pensai, prima di correggere quelle mende in una seconda edizione, di comporre un nuovo e più ristretto libro. Inoltre, seguiti riconoscente e volenteroso il consiglio del mio editore, di distinguere, come altri autori, mercè diversi caratteri, il testo fondamentale dalle cose accessorie, rendendo così più chiara la materia al principiante.

Per lo stesso motivo ho creduto bene di limitarmi alle figure più

essenziali, utilizzando solo circa un terzo delle già esistenti, e un piccolo numero di nuove.

Fra i più importanti miglioramenti riguardo al libro originale, devono notarsi le figure colorate relative al sistema circolatorio, eseguite con la massima cura: possa, inoltre, aggiungersi di non aver mancato di star al corrente delle numerose pubblicazioni apparse in questi ultimi due anni, specialmente relative ai nuovi concetti scientifici, talchè alcuni capitoli sui tegumenti, sui nervi e sugli organi dei sensi, sono completamente rifatti.

Sembrerà utile ch'io abbia tolto dal testo i nomi degli autori, aggiungendo a ogni capitolo una breve bibliografia.

Del resto, questo nuovo libro segue lo stesso concetto seguito nel *Trattato*. In entrambi io cerco di condurre il lettore, e specialmente gli studenti di medicina, ad una conoscenza scientifica dell'anatomia, chiaramente convincendoli dell'intimo nesso di tutte le discipline biologiche.

Freiburg i/B, luglio 1884.

L' AUTORE.

PREFAZIONE ALLA SECONDA EDIZIONE

Dalla pubblicazione della 1.^a edizione del *Compendio* son passati quattro anni, e quanto importi anche questo breve tempo per il progresso delle scienze biologiche, è inutile dirlo ai colleghi. Veramente nella 2.^a edizione del *Trattato* corressi molte cose che erano in arretrato; ma dalla pubblicazione di essa son trascorsi altri due anni, e molte cose ancor richiedono una correzione.

Se per tale motivo volentieri ho approfittato dell'occasione di rinnovare questo manuale, ero consapevole, però, della difficoltà del mio assunto, poichè da un lato ero risoluto di togliere al libro il suo carattere troppo compendioso, e dall'altro m'ero imposto una prudente misura nell'impiego di nuovo materiale. Forse non ho sempre colpito giusto, nè tenuto dappertutto un' omogenea esposizione sia per la forma, che per l'estensione. Mi riferisco, per esempio, al sistema venoso, a cui, coll'appoggio d'una nuova ed estesa bibliografia e delle comunicazioni epistolari di cui son tenuto al D.^r HOCHSTETTER di Vienna, ho dedicato

cure specialissime. Ma nessuno vorrà farmene serio rimprovero, pensando alle lacune delle attuali cognizioni in questo campo. Nè qui solo ho fatto dei miglioramenti, ma anche nell'introduzione sull'abbozzo e il piano di struttura generale del corpo animale, nel capitolo sugli organi mammari, sulla colonna vertebrale, sullo scheletro cefalico, sul bacino degli uccelli, sull'intero sistema nervoso, e sull'organo dell'olfatto. Inoltre, alcuni capitoli sono stati essenzialmente rimaneggiati, come quelli sulla glandola timo e tiroide, sulla mucosa intestinale dei pesci, sui pori addominali, sull'apparecchio della respirazione degli uccelli, sugli archi arteriosi branchiali, sui pronefri e reni primitivi, come nell'abbozzo delle glandule sessuali e dei reni accessori.

Affatto nuovi sono i capitoli che riguardano i rapporti tra la madre e il feto e lo sviluppo filogenetico dei vertebrati in generale. Qualche lettore avrebbe desiderato più estesa quest'ultima parte, ma io credetti bene di stare entro certi limiti, non solo perchè qui c'è molto ancora di incerto e malsicuro, ma anche e soprattutto perchè un libro da studenti non è il luogo in cui sian da decidersi tali ipotesi col loro pro e contro. Per tal motivo diedi a questa parte una forma assai generale, e mi limitai a far rilevare l'intimo nesso di tutti gli organismi animali, fondantesi sulla consanguineità.

Per ciò che appartiene al sistema nervoso, attinsi nuovo impulso dai reciproci scambi di pensiero coi miei antichi scolari e ora colleghi VAN WIJHE e BEARD. Spettano ad essi i miei cordiali ringraziamenti; nè meno ringrazio il mio egregio editore, che con la ben nota intelligenza provvide a quanto occorreva per dare, anche questa volta, una forma veramente splendida a questa edizione migliorata da un gran numero di nuove figure.

Possa questo libro, che, in seguito al suo completo rimaneggiamento, è pressochè diventato un'opera nuova, avere un benevolo accoglimento. Già dissi, in fine alla prefazione della 1.^a edizione, a quale indirizzo esso s'ispira.

Freiburg i/B, agosto 1888.

L' AUTORE.

INDICE

AVVERTENZA DEL TRADUTTORE.	Pag. v
PREFAZIONE ALLA PRIMA EDIZIONE	vi
PREFAZIONE ALLA SECONDA EDIZIONE	vii
BIBLIOGRAFIA GENERALE	xiii
Introduzione: I. <i>Sull'essenza e il significato dell'anatomia comparata.</i>	1
II. <i>Sviluppo e piano di struttura del corpo dei vertebrati</i>	2

Parte speciale.

A. Integumento	15
» dei pesci e dipnoi	16
» degli anfibi	17
» dei rettili	18
» degli uccelli	19
» dei mammiferi.	23
Bibliografia .	28
B. Scheletro	29
I. Scheletro cutaneo	29
II. Scheletro interno	32
1. Colonna vertebrale	32
» » dei pesci e dipnoi.	34
» » degli anfibi	38
» » dei rettili	41
» » degli uccelli	45
» » dei mammiferi	47
2. Coste	49
» dei pesci e dipnoi	49
» degli anfibi	50
» dei rettili	51
» degli uccelli	52
» dei mammiferi	53
3. Sterno	53
4. Episterno	56
5. Cranio	57
a) Cranio propriamente detto	59
b) Scheletro viscerale	61
c) Ossa craniche	62
Cranio dei pesci	64
» dei dipnoi.	69
» degli anfibi	71
» dei rettili.	76
» degli uccelli	80
» dei mammiferi	82
Bibliografia	86
6. Arti	87

	Pag.
a) Arti impari.	88
b) Arti pari	89
Cinto toracico dei pesci	89
» » degli anfibi e rettili	90
» » degli uccelli.	93
» » dei mammiferi	94
Cinto pelvico dei pesci e dipnoi	94
» » degli anfibi	95
» » dei rettili	97
» » degli uccelli .	98
» » dei mammiferi	98
Arti liberi dei pesci e dipnoi	100
Considerazioni generali sugli arti dei vertebrati superiori	10 ;
Arti liberi degli anfibi	105
» » dei rettili	105
» » degli uccelli	108
» » dei mammiferi	110
Bibliografia	112
C. Miologia	113
I. Muscoli dermatici	115
II. Muscoli dello scheletro	115
Muscoli parietali .	115
» » dei pesci, dipnoi e anfibi	116
» » dei rettili .	117
» » degli uccelli	117
» » dei mammiferi	118
Muscoli viscerali .	119
» » dei pesci	119
» » degli anfibi	120
» » degli amnioti	120
Muscoli mimici	121
Muscoli delle estremità.	12 ;
Diaframma	125
Bibliografia	125
D. Organi elettrici .	126
Bibliografia	129
E. Sistema nervoso	130
I. Sistema nervoso centrale .	131
1. Midollo spinale	131
2. Cervello	132
Membrane del cervello e del midollo spinale	137
Cervello dell' <i>Amphioxus</i>	138
» dei ciclostomi	13 ;
» dei selaci	140
» dei ganoidi	142
» dei teleostei	142
» dei dipnoi	145
» degli anfibi	145
» dei rettili	147
» degli uccelli	151
» dei mammiferi	155
II. Sistema nervoso periferico	160
1) Nervi spinali	162
2) Nervi cerebrali o cranici	164
Simpatico	172
Bibliografia	173
III. Organi dei sensi	175
Senso tattile.	176
Bibliografia	182

	Pag
Organo dell'olfatto	183
» » » dei pesci	184
» » » dei dipnoi .	186
» » » degli anfibi	188
» » » dei rettili .	189
» » » degli uccelli	190
» » » dei mammiferi	191
Organo di Jakobson	193
Apparecchio schizzante dei gimnofoni	194
Bibliografia	195
Organo visivo .	196
» » dei pesci	198
» » dei dipnoi .	200
» » degli anfibi	200
» » dei rettili e uccelli	201
» » dei mammiferi	202
Retina	203
Organi ausiliarii dell'occhio.	206
Bibliografia	209
Organo dell'udito	210
» » » dei pesci e dipnoi	214
» » » degli anfibi	216
» » » dei rettili e uccelli	217
» » » dei mammiferi	219
Orecchio esterno	224
Bibliografia	225
F. Organi della nutrizione	225
Canale intestinale e sue appendici	225
Intestino anteriore	229
Bocca	229
Denti	229
Glandule della cavità boccale	236
Lingua .	238
Glandula tiroidea.	241
» timo	243
Intestino anteriore propriamente detto	245
Intestino medio .	248
» terminale	250
Istologia della mucosa intestinale	252
Fegato	255
Pancreas	257
Bibliografia	257
G. Organi della respirazione	258
Branchie	259
Vescica natatoria e polmoni	267
Polmoni e sacchi aerei degli uccelli	277
Pori addominali	284
Bibliografia	286
H. Organi della circolazione	286
Circolazione fetale	288
Cuore e suoi vasi dei pesci.	292
» » » » dei dipnoi	293
» » » » degli anfibi	294
» » » » dei rettili	296
» » » » degli uccelli e mammiferi	298
Sistema arterioso .	299
Sistema venoso .	301
Rapporti tra madre e feto	311
Reti mirabili	315
Sistema linfatico	315

	Pag.
Bibliografia .	317
J. Organi urinarii e genitali	318
Sviluppo	318
Glandule genitali	324
Organi urinarii	326
» » dei pesci.	326
» » dei dipnoi	327
» » degli anfibiai	328
» » dei rettili	332
» » degli uccelli .	332
» » dei mammiferi	333
Organi della generazione	335
» » » dei pesci	335
» » » dei dipnoi	337
» » » degli anfibiai .	338
» » » dei rettili	340
» » » degli uccelli.	340
» » » dei mammiferi	343
Organi di copulazione .	348
Glandule soprarrenali	353
Bibliografia	356
Registro alfabetico delle materie e degli autori	379

BIBLIOGRAFIA GENERALE.

Opere voluminose d'anatomia comparata e d'embriologia

- Von Bär A. E. *Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere*. Königsberg, 1828-1837.
- Balfour F. M. *Treatise of Compare Embriology*. London, 1879.
- Bronn H. G. *Die Klassen und Ordnungen des Thierreiches*, Leipzig und Heidelberg (in continuazione).
- Jeffrey Bell. F. *Comparative Anatomy and Physiology*. London, 1885.
- Caldwell W. H. *The Embriology of Monotremata and Marsupialia*. Part I, Philos. Transact. of the Royal Society of London. Vol. 178, 1887 (in continuazione) (Contiene quasi l'intera bibliografia dei Monotremi e dei Marsupiali).
- Cuvier G. *Leçons d'anatomie comparée*. Cinque Vol. Paris, 1799-1805.
- Dohrn A. *Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Functions-Wechsels*. Leipzig, 1875.
- Idem. *Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers*. Mittheil. a. d. Zool. Station zu Neapel (Cominciato il 1882; in continuazione).
- Ecker A. *Icones physiologicae*. Leipzig, 1852-1859.
- Foster M. und Balfour F. M. *Embriology*, 1875.
- Gegenbaur C. *Grundzüge der vergl. Anatomie*. Leipzig, 1870.
- Idem *Grundriss der vergl. Anatomie*. Leipzig 1878. (Tradotto in italiano dal prof. EMERY). Napoli, 1880.
- Haeckel E. *Generelle Morphologie der Organismen*. 2 vol. Berlin, 1866.
- Haddon A. *An Introduction to the Study of Embriology*. London, 1887.
- Hertwig O. *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere*. 2.^a edizione. Jena, 1888.
- Howes G. B. *An Atlas of practical elementary Biology*, London, 1885.
- Huxley T. H. *Trattato di anatomia comparata dei vertebrati*. (Tradotto in italiano dal prof. GIGLIOLI). Firenze, 1874.
- Kölliker A. *Entw.-Geschichte des Menschen und der höheren Thiere*. II Ediz. Leipzig, 1879.
- Idem *Grundriss der Entw.-Geschichte des Menschen und der höheren Thiere* II. ediz. Leipzig, 1884.
- Macalister A. *Introduction to Animal Morphology*. II. vol. (Vertebrati).
- Milnes Marshall A. und Hurst C. H. *A junior Course of practical Zoology*. II ediz. London, 1888.
- Meckel J. F. *System der vergl. Anatomie*. VI vol. Halle, 1821-1833.
- Milne Edwards H. *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*. VIII vol. Paris, 1857-1865.
- Müller J. *Vergl. Anatomie der Myxinoiden*. Berlin, 1834-45.
- Owen R. *Anatomy of Vertebrates*. 3 Vol. London, 1866-68.
- Parker T. J. *A Course of Instruction in Zootomy* (Vertebrati). London, 1884.
- Rathke H. *Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere*. Leipzig, 1861.
- Remak R. *Untersuch. über die Entwicklung der Wirbelthiere*. Berlin, 1850-55.
- Schmidt O. *Handbuch der vergl. Anatomie*. VIII ediz. Jena, 1882.

- v. Siebold e Stannius. *Handbuch der Zoologie*. Berlin, 1854. Dell'anatomia dei vertebrati è uscito solo il vol. I, parte 1.^a e 2.^a (anatomia dei pesci, anfibi e rettili).
- Vogt C. e Yung E. *Traité d'Anatomie comparée pratique*, 1885 (non è ancora finito).
- Wiedersheim R. *Lehrbuch der vergl. Anatomie der Wirbelthiere, auf Grundlage der Entwicklungsgeschichte*, 2.^a ediz. Jena, 1886.
- Zittel K. *Handbuch der Palaeontologie*. München e Leipzig (la parte dei vertebrati fu cominciata nel 1887 e ora continua).

Lavori importanti su singoli animali o gruppi d'animali,
(non compresi nel precedente elenco).

Pesci e dipnoi.

- Agassiz L. *Recherches sur les poissons fossiles*. V vol. con atlante 1833-43.
- Ayers H. *Beitr. zur Anat. und Physiol. der Dipnoer* Jenaische Zeitschr. f. naturw. Vol. XVIII. Nuova serie. XI vol. 1884.
- Balfour F. M. *A Monograph on the development of Elasmobranch Fishes*. London, 1878.
- Balfour F. M. e Parker V. N. *On the Structure and of Development of Lepidosteus* Phil. Trans. of the Royal Societies. London, 1882.
- Bischoff Th. *Lepidosiren paradoxa*. Leipzig, 1840.
- Cuvier e Valenciennes. *Hist. nat. des poissons*. XXII vol. 1828-48.
- Emery C. *Fierasfer. Studi intorno alla sistematica, l'anatomia e la biologia delle specie mediterranee di questo genere*. Reale Accademia dei Lincei, 1879-80. Anno CCLXXVII.
- Günther A. *Ceratodus*. Phil. Transact. of the Royal soc. London, 1871.
- Hasse C. *Das natürliche System der Elasmobranchier auf Grundlage des Baues und der Entwicklung der Wirbelsäule*. Jena, 1879. Parte speciale, I e II fascicolo. Jena, 1882. Ultimo fascicolo. 1885.
- Hatschek B. *Studien ueber Entwicklung des Amphioxus*. Arbeiten a. d. Zool. Institut der Universität Wien. 1882.
- Hyrtl J. *Lepidosiren paradoxa*. Abhdl. d. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 1845.
- Kupffer C. *Die Entwicklung des Herings im. Ei. Jahresber. d. Commission zur wissenschaft. Unters. der deutschen Meere in Kiet für die Jahre 1874-76*. Berlin, 1878.
- Langerhans P. *Untersuch. über Petromyzon Planeri*. Verhandl. d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i/B 1875.
- Leydig F. *Beitr. z. mikr. Anat. und Entw.-Geschichte der Rochen und Haie*. Leipzig, 1853.
- Idem. *Anat.-histol. Unters. über Fische und Reptilien*. Berlin, 1853.
- Salensky W. *Entw. des Sterlets (Acipenser ruthenus)* II parte, Verhdl. der Naturf. Gesellsch. zu Kasan, 1878-79.
- Schneider A. *Beitr. z. vergl. Anat. und Entw. Gesch. der Wirbelthiere*. Berlin 1879
- Scott W. B. *Beitr. zur Entw.-Geschichte der Petromyzonten*. Morphol. Jahrb. Vol. VII, 1881.
- Idem. *The Embryology of Petromyzon*. Journ. of Morphology. Vol. I, 1887.
- Vogt C. *Embryologie des Salmones*. Neuchâtel, 1842.

Anfibii.

- Credner H. *Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden.* Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellschaft. Leipzig, 1881-86 (in continuazione).
- Dugès A. *Rech. sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différents âges.* Paris, 1834.
- Ecker A. e R. Wiedersheim. *Die Anatomie des Frosches.* Braunschweig, 1864-1882.
- Fischer J. G. *Anat. Abhandl. über die Perennibranchiaten und Derotremen.* Hamburg, 1864.
- Götte A. *Entw.-Geschichte der Unke.* Leipzig, 1875.
- Rusconi M. *Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre.* Pavia, 1854.
- Sarasin P. e F. *Ergebnisse naturwiss. Forschungen auf Ceylon in den Jahren 1884-1886.* II vol. I-II Fascicolo. *Zur Entw.-Geschichte und Anat. der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus.* Wiesbaden, 1887.
- Wiedersheim R. *Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus.* Versuch. einer vergl. Anatomie der Salamandrinen. Genova, 1875.
- Idem. *Die Anatomie der Gymnophionen.* Jena, 1879.

Rettili.

- Van Bemmelen J. F. *Beitr. zur Kenntniss der Halsgegend bei Reptilien I. Parte anatomica.* Amsterdam, 1888.
- Duméril e Bibron. *Erpétologie générale.* Paris, 1834-1854.
- Leydig F. *Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier.* Tübingen, 1872.
- Rathke H. *Entw.-Geschichte 1) der Natter, 2) der Schildkröten, 3) der Crocodile.* Königsberg, 1837, Braunschweig 1848 e 1866.
- Wiedersheim R. *Zur Anat. und Physiol. des Phyllodactylus europaeus, etc.* Morph. Jahrb. I, 1876.
- Idem. *Labyrinthodon Rütimeyeri.* Abhdl. d. Schweizer-palaeontolog. Gesellschaft. Vol. V, 1878.

Uccelli.

- Dames W. *Ueber Archaeopteryx.* Palaeont. Abhandl. ed. da W. Dames e E. Kayser. Vol. II, fas. 3.º Berlin, 1884.
- Fürbringer M. *Unters. zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane. I. Specieller Theil: Brust, Schulter und proximale Flügelregion der Vögel. II. Allgemeiner Theil: Resultate und Reflexionen auf. morphol. Gebiete, systematische Ergebnisse und Folgerungen.* Amsterdam, 1888.
- Menzbier M. v. *Vergl. Osteologie der Pinguine, ecc.* Bull. Soc. Imp. d. Nat. de Moscou, 1887.
- Marsh O. C. *Odontornithes, a Monograph on the extinct toothed birds of North America.* Washington, 1880.
- Tiedemann F. *Anatomie und Naturgeschichte der Vögel.* Heidelberg, 1810-14.

Mammiferi.

- Van Beneden e Gervais. *Ostéographie des Cétacés*. Paris, 1868-80.
- Cope E. D. *Report upon the U. St Geogr Surveys west of 100th Meridian*. Vol. IV, Palaeont. 1877.
- Frank L. *Anatomie der Hausthiere*. Stuttgart, 1871.
- Gurlt. *Handb. der vergl Anat. d. Haussäugethiere*. Berlin, 1860.
- Leche W. *Zur anatomie der Beckenregion bei Insectivora*, ecc. K. Schwed. Acad. d. Wissensch. Vol. XX, 1882.
- Idem. *Ueber die Säugethiergattung Galeopithecus*. Ibidem, 1883.
- Leidy L. *The ancient Fauna of Nebraska*, 1853.
- Idem. *Contrib. to the extinct Vertebrate Fauna of the Western Territories*. U. S Geolog. Survey, I Washington, 1873.
- Marsh O. C. *Dinocerata, an extinct order of gigantic Mammals*. Washington, 1884.
- Meckel J. F. *Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica*. Leipzig, 1826.
- Rütimeyer L. *Die Fauna der Pfahlbauten der Schweiz*. Basilea, 1861.
- Idem. *Beitr. zur Kenntniss der fossil. Pferde*. Basilea, 1863.
- Idem. *Versuch einer natürl. Geschichte des Rindes*. Ab. der Schweiz. palaeont. Gesellschaft. Vol. XXII, 1877 e seg.
- Idem. *Die natürliche Geschichte der Hirsche* Ibid., 1880.
- Weber M. *Studien über Säugethiere*. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen. Jena, 1886.
- Wiedersheim R. *Der Bau des Menschen als Zeugniß für seine Vergangenheit*. Berichte d Naturforsch Gesellsch. zu Freiburg i/B. Vol. II, 1887.

INTRODUZIONE

I. Sull'essenza e il significato dell'anatomia comparata.

Prima di venire a una comparazione fra i fenomeni morfologici degli organismi animali nella loro forma definitiva, è necessario schiarire la questione della loro origine, ossia delle leggi del loro sviluppo. A questo scopo, l'anatomia comparata deve attingere all'*ontogenia* e alla *paleontologia*. La prima si occupa dello sviluppo dell'individuo, la seconda degli organismi estinti, nella loro serie geologica, ossia della genealogia (*filogenia*).

Ambedue queste scienze si completano a vicenda, poichè *l'ontogenia, nei singoli stadii dello sviluppo di un individuo, può mostrare la ripetizione della genealogia*. Bisogna, però, notare che questa ripetizione in molti casi non è completa (*palingenesi*), ma abbastanza spesso sottoposta, in causa dell'adattamento, ad *alterazioni*, che più o meno, o anche completamente, cancellano le originarie condizioni (*cenogenesi*). I due principali fattori di questi fenomeni sono l'*eredità* e l'*adattamento*. Mentre la prima rappresenta il principio conservatore, diretto al mantenimento delle condizioni attuali, risulta dal secondo, in conseguenza del mutare delle condizioni esterne, una variazione del corpo animale, che non dobbiamo considerare come rigido e invariabile, ma come soggetto a un continuo divenire. Gli adattamenti così prodotti, quando siano utili a quelli che li posseggono, vengono ereditati dai discendenti, tanto che nel corso dei periodi geologici si formano sempre maggiori variazioni. Così si avvicendano l'eredità e l'adattamento; e, considerando la cosa in tutta la sua significazione, troviamo non solo una consanguineità in generale fra gli animali, ma possiamo giungere alla interpretazione di organi e di parti organiche, che trovandosi in forma regressa e rudimentale presso animali adulti e completamente sviluppati, ci sarebbero e ci rimarrebbero inesplicabili.

Importantissima per l'intento d'una chiara interpretazione morfologica, è la dottrina degli elementi formali e delle funzioni, cioè l'*istologia* e la *fisiologia*. Completandosi a vicenda i risultati dei predetti rami scientifici, e fondendosi in un tutto, ne viene grandemente illuminata la *zoologia* nel suo ampio senso, cioè la scienza generale dell'organizzazione animale.

Gli elementi istologici, direi quasi i *mattoni* del corpo, sono essenzialmente le *cellule* e le *fibres*. Esse si uniscono a costituire i *tessuti* e questi gli organi, i quali poi si congiungono tra di loro, formando dei *sistemi organici*.

I tessuti si dividono nelle seguenti 4 classi principali:

- 1) *Tessuti epiteliali*, fra cui si comprendono anche i *glandulari*, che geneticamente sono ad essi riferibili.
- 2) *Tessuti unitivi* (connettivo, cartilagineo, osseo).
- 3) *Tessuto muscolare*.
- 4) *Tessuto nervoso*.

Dal punto di vista fisiologico, i tessuti epiteliali e unitivi si possono classificare come *passivi*, il muscolare e nervoso come *attivi*.

Per *organi* intendiamo certi apparati che servono a una determinata funzione, come il fegato che secerne la bile, le branchie e i polmoni che producono lo scambio dei gas, il cuore che funziona come pompa del sangue ecc.

I sistemi organici saranno studiati da noi in quest'ordine:

- 1) Le coperture esterne del corpo, ossia il cosiddetto integumento.
- 2) Lo scheletro.
- 3) La muscolatura con gli organi elettrici.
- 4) Il sistema nervoso e gli organi dei sensi.
- 5) Gli organi della nutrizione, della respirazione, della circolazione, dell'escrezione e della riproduzione.

II. Sviluppo e piano di struttura del corpo dei vertebrati.

Gli elementi formali che nei precedenti periodi indicammo come *mattoni* dell'organismo, cioè le cellule, derivano tutti da una sola cellula primordiale, cioè dall'uovo. Questo costituisce il punto di partenza di tutto il corpo animale, e per la sua fondamentale importanza dobbiamo alquanto occuparcene; però, naturalmente, dato il piano di questo libro, i processi embriologici non vi possono essere tratteggiati che in un modo affatto generale.

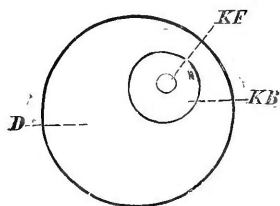


Fig. 1. — Uovo animale non fecondato. D Tuorlo, KB Vescicola germinativa, KF Macula germinativa.

L'uovo non fecondato consta d'una vescicola attondata, nel cui interno si distinguono tre diverse parti, il tuorlo (*vitello*), la vescicola germinativa e la macula germinativa. La membrana involgente dell'uovo è costituita dalla così detta pellicola del tuorlo (*membrana vitellina*).

Siccome l'uovo animale nella suddescritta forma originaria presenta il tipo fondamentale d'una *cellula*, bisogna mutare i termini, indicando il tuorlo come *protoplasma*, la vescicola germinativa come *nucleo*, la macula germinativa come *nucleolo* (1). La membrana esterna corrispon-

(1) La corrispondenza fra la cellula e l'uovo si estende anche alla fina e complicatissima struttura del protoplasma e del nucleo, ossia del vitello e della vescicola germinativa.

dente alla membrana vitellina, non è una parte integrante della cellula, ma si può sviluppare per mezzo d'un condensamento della zona superficiale del protoplasma; essa, dunque, deriva da un processo di differenziamento.

Il tuorlo consta di due diverse sostanze, che si possono distinguere come *tuorlo di formazione* e *tuorlo di nutrizione*. Le loro posizioni relative nell'uovo possono essere assai diverse, e ciò vale anche per la loro fusione. Il che, però, è importante, perchè il processo di segmentazione che sta per incominciare ne risente una profonda influenza. Del resto, non posso qui ora diffondermi su tal punto, e mi limito a far rilevare, che il tuorlo di formazione, mercè l'attiva energia di cui è dotato, serve *direttamente* alla costruzione del corpo animale, mentre il tuorlo di nutrizione, che rappresenta una sorta di materiale di riserva, vi partecipa solo in un modo secondario.

Mentre l'uovo va maturando, hanno luogo nel suo interno delle modificazioni, che lo preparano ad accogliere la materia proliфера maschile. Non possiamo qui seguire i processi che ne risultano, e basterà venire al risultato finale, il quale consiste *nella estrusione d'una parte della vescicola germinativa*, e nei fenomeni che accompagnano la divisione cellulare (cariocinesi).

Il significato di questo processo della formazione dei così detti *corpuscoli direzionali*, fu così apprezzato da A. Weismann. Con O. Hertwig e Strasburger egli vede nella cromatina la più importante sostanza della cellula, il veicolo materiale delle tendenze di sviluppo, la *sostanza ereditaria*; egli suppone che questa sostanza sia quella che determina l'essenza della cellula, la sua forma e il suo ulteriore sviluppo, e le imprime il marchio della sua natura specifica. Fondandosi su di ciò, egli conclude in seguito che la cromatina, la quale di sè informa la cellula giovane e in via d'accrescimento e le dà la determinata impronta istologica della relativa specie, non può essere la stessa sostanza che più tardi costituisce la cromatina dell'ovocellula adulta e atta alla fecondazione, poichè questa esercita altre azioni, affatto diverse, sull'ovocellula, e la spinge alla segmentazione e all'evoluzione embrionale. Egli, dunque, ammette che, con la separazione del primo corpuscolo direzionale, è allontanata dall'uovo quella metà della sostanza nucleare, che fin allora aveva avuto in esso il primo luogo, imprimendo alla giovane cellula il suo carattere istologico, e dirigendo il suo perfezionamento strutturale. Egli chiama questa sostanza *idioplasma istogeno dell'ovocellula*, o, più brevemente, *plasma ovogeno*. Dalla scoperta della cosiddetta « legge numerica dei corpuscoli direzionali », secondo cui nelle uova a fecondazione si formano sempre due corpuscoli direzionali, mentre un solo se ne forma nei partenogenetici, quest'opinione riceve un valido appoggio, e ne verrebbero escluse altre interpretazioni dei corpuscoli direzionali, come vennero proposte da Minot, E. van Beneden, e Balfour. Certamente, si considererebbero di diversa natura il primo e il secondo dei corpi direzionali, non potendosi considerare la sostanza nucleare del secondo come plasma ovogeno.

In entrambi troviamo due diverse sostanze, una sostanza di sostegno foggiate a maglia (*spongioplasma* o *cromatina*) e una sostanza più liquida, che riempie le cavità delle maglie (*idioplasma* o *acromatina*). Entrambe queste sostanze sono sottoposte a determinate variazioni, a seconda delle diverse condizioni fisiologiche, e ciò vale in prima linea per lo spongioplasma del nucleo, il quale ha il più importante ufficio nella riproduzione della cellula, ossia nel processo di segmentazione dell'uovo.

Weismann spiega in tal modo questa seconda divisione della sostanza nucleare dell'ovocellula. Nella riproduzione sessuale, si uniscono quantità eguali di sostanza ereditaria (cromatina) materna e paterna. Siccome ciascuna di queste sostanze non è completamente omogenea, ma si compone d'un certo numero di sostanze *simili* derivate dagli antenati (« plasmii atavici » come li chiama Weismann), ad ogni fecondazione il numero dei plasmii atavici si deve raddoppiare. Nell'inizio filogenetico della riproduzione sessuale questo raddoppiamento sarà stato per lungo tempo possibile senza aumento di massa, ma solo finchè i singoli plasmii atavici si mantenevano molteplici. Appena il loro numero crebbe a tanto che di ciascuno di essi solo ancora uno persisteva, v'era un sol mezzo per impedire un accrescimento indefinito della massa della sostanza ereditaria, cioè la divisione in due del numero dei plasmii atavici che erano rimasti in ciascuna delle due cellule germinali. Questa separazione, secondo Weismann, ha luogo nell'ovocellula mercè l'allontanamento del secondo corpuscolo direzionale, che rappresenta il dimezzamento del numero dei plasmii atavici. È chiaro che questo dimezzamento deve aver luogo anche nelle cellule riproduttrici maschili, in cui finora, però, non furono riscontrati con la stessa sicurezza, sebbene alcuni fenomeni della spermatogenesi si lascino così spiegare. La teoria di Weismann spiega anche perchè nelle uova partenogenetiche avviene solo una volta il dimezzamento della sostanza nucleare; infatti, in esse solo il nucleoplasma *ovogeno* dev'essere allontanato dall'ovo, mentre la speciale sostanza ereditaria, il *plasma germinativo* insomma, continua a prevalere nell'uovo e a guidare il suo sviluppo embrionale. Non occorre un secondo dimezzamento, poichè nella partenogenesi nessun plasma germinativo estraneo penetra nell'ovo, e, in conseguenza, non ha luogo alcun aumento dei plasmii atavici, il cui numero rimane eguale in tutte le generazioni.

Sebbene per ora non si possa dire con sicurezza se la teoria di Weismann sia in tutto esatta, non si può disconoscere ch'essa dà tanta luce ad alcuni punti finora oscuri della teoria della riproduzione, da potersi credere ch'essa non sia giunta molto lontana dallo scopo. Bastimi il dire che in tal modo si può comprendere la somiglianza, che giunge fin quasi ad identità, fra quei gemelli che crescono da un solo uovo, essendo lo stesso plasma germinativo quello che dà origine ai due nati. Al contrario, facilmente si comprende perchè i gemelli che nascono da due diverse uova non sono mai così somiglianti, ma posseggono solo quel grado di somiglianza che hanno di solito i figli degli stessi genitori. Inoltre, è chiaro che, col dimezzamento del plasma germinativo, che s'inizia in ogni ovocellula matura d'una madre, ben di rado o non mai emergerà la stessa combinazione di plasmii atavici, e, quindi, di rado o non mai essa si ripeterà nell'uovo. Il plasma germinativo di diverse uova d'una stessa madre deve perciò essere diverso, e devono originarsene diversi i figli. Così si comprende perchè i figli d'una coppia umana non siano mai identici, fuorchè quando siano gemelli d'un solo uovo.

Come già notammo, la fusione della sostanza sessuale maschile, ossia della *cellula spermatica*, con l'uovo, è una condizione indispensabile per lo sviluppo embrionale dell'uovo stesso. La *fecondazione*, che conduce alla formazione d'un nuovo individuo, consiste sempre in un'unione materiale della sostanza riproduttiva dei due sessi, e, più precisamente, del *nucleo spermatico* e del *nucleo dell'ovo*, che si fondono nel *nucleo di segmentazione*. La cagione ultima della eredità sta nella struttura molecolare delle due cellule sessuali, e tale struttura è l'espressione morfologica del carattere specifico.

Formatosi il nucleo di segmentazione, esso, dopo un breve tempo di quiete, si divide in due metà eguali, che, come due nuovi centri, apparecchiano la divisione dell'intero uovo in due metà.

La divisione definitiva, o, ciò che è lo stesso, il principio del *processo di segmentazione*, avviene mercè la formazione d'un solco anulare, che sempre più s'approfonda, fino a divisione completa.

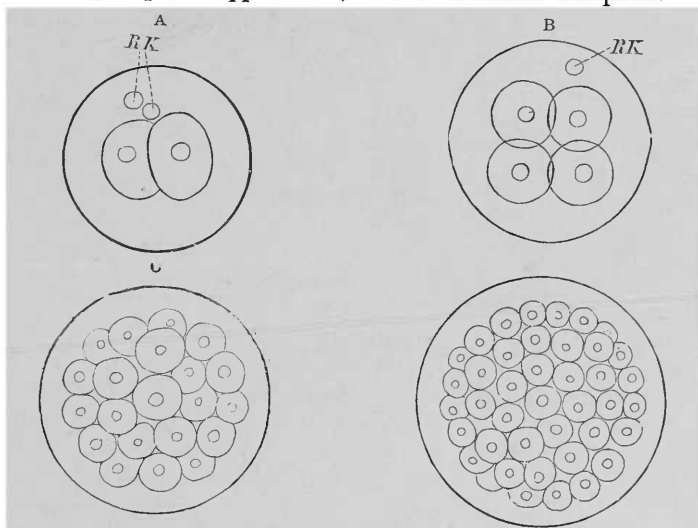


Fig. 2. — A Primo stadio della segmentazione, B e C Stadii successivi, RK Corpuscoli direzionali, D Stadio di morula.

Così si compie il primo stadio del processo di segmentazione, e in simil guisa il secondo. Il risultato ne è una divisione in quattro, e, successivamente, in otto, sedici, trentadue, ecc., sferette sempre più piccole, ciascuna con un proprio nucleo. In breve, dall'ovo originario, corrispondente a una cellula, deriva una quantità di cellule, che costituisce il materiale di formazione del corpo animale, e che si chiama *morula*, per la sua somiglianza col frutto del moro (fig. 2 D).

Nell'interno di questa morula formandosi una cavità piena di un liquido, ha origine la cosiddetta *vescicola blastodermica* o *blastula*. Le cellule periferiche, limitanti la cavità formano la membrana blastodermica o *blastoderma* (fig. 3 BD).

Il blastoderma, che dapprincipio consta di un solo strato di cellule, diventa in seguito bistratificato e, finalmente, tristratificato. Questi tre strati, a seconda della loro posizione, si chiamano *foglietto germinativo esterno*, *mediano* e *interno*, oppure *ectoderma* (epiblasto), *mesoderma* (mesoblasto), *entoderma* (ipoblasto).

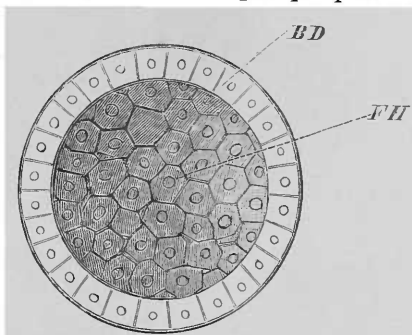


Fig. 3. — Blastula. BD Blastoderma, FH Cavità di segmentazione.

Il processo di segmentazione sopra abbozzato nei suoi tratti principali, in causa d'una ineguale divisione del tuorlo di formazione e di nutrizione, e specialmente in seguito a un'accumulazione di quest'ultimo, può subire, come già vedemmo, alcune modificazioni rispetto alle sue condizioni primitive. Si tratta di fenomeni cenogenetici, che trovano la loro espressione in una *segmentazione ineguale*, o, almeno, in una segmentazione parziale. La segmentazione originaria, eguale, estendentesi a tutto l'uovo, si trova nei mammiferi, e, tra gli altri vertebrati (almeno fino a un certo punto dello sviluppo), nell'*Amphioxus*. Troviamo la segmentazione ineguale nella maggior parte degli anfibi (1), dei ganoidi cartilaginei, e dei ciclostomi. I selaci, i pesci cartilaginei, i rettili e gli uccelli hanno fin da principio una segmentazione parziale. Quest'ultima forma mostra la più forte modificazione della segmentazione eguale.

La questione dell'origine dei foglietti germinativi, appunto perchè di capitale importanza, è una delle più spinose in morfologia, e finora non si è giunti a una conclusione in tutto soddisfacente. Si può, però, asserire con sicurezza questo, che l'uovo di parecchi vertebrati, dalla blastula in poi, o anche nei primi tempi entra in uno stadio che è chiamata *gastrula*. Questa forma embriologica si può derivare dalla blastula, immaginando che la parete di questa (fig. 3 *BD*) si invagini in modo che ne risulti un sacco con doppia parete. L'esterna costituisce l'ectoderma, che funge da organo di sostegno e di sensazione, mentre l'interna,

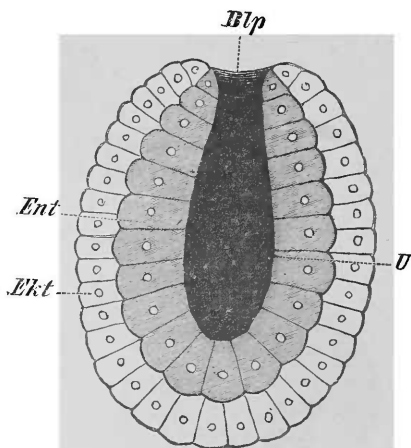


Fig. 4. — *Gastrula*. *Ekt* Ectoderma, *Ent* Entoderma, *Blp* Blastoporo, *U* Cavità intestinale primitiva.

o entoderma, racchiude una cavità centrale o intestino primitivo (*archenteron*) da considerarsi come l'originario intestino digerente e assimilante. Dall'ectoderma derivano più tardi l'intero sistema nervoso, le cellule di senso, l'epidermide coi suoi derivati e una parte dell'apparato urogenitale (condotti dei reni primitivi); dall'entoderma derivano l'epitelio intestinale, le glandole intestinali, la parte epiteliale dei polmoni, della glandola tiroidea, della glandola timo, del fegato e del pancreas. Nel luogo di passaggio fra i due foglietti, si trova un'apertura chiamata bocca primitiva o *blastoporo* (fig. 4 *Blp*).

Se, però, si possono immaginare così formati l'ecto- e l'entoderma, ossia i due primarii foglietti epiteliali (2), il problema della formazione del mesoderma non si deve considerare come completamente risoluto.

(1) L'unica eccezione è quella dei gimnofioni.

(2) Bisogna, tuttavia, osservare che la distinzione iniziale relativa al differenziamento istologico dai singoli foglietti germinativi, non si trova egualmente netta e regolare nell'intera serie animale, specialmente se si considerano alcuni tipi di invertebrati.

Ciò che finora si può dire è questo: che il *mesoderma* è una formazione secondaria *filogeneticamente più recente* dei due altri foglietti germinativi. Esso, ricordandoci in molti punti, il *mesenchima* degli invertebrati, ha sempre la sua prima origine da quel punto in cui l'ectoderma e l'entoderma si toccano, cioè nella regione della bocca primitiva, o, ciò che per i vertebrati superiori è lo stesso, dalla *doccia primitiva*. Sviluppandosi tra gli altri due foglietti germinativi, esso ha per primo e più importante compito la formazione delle cellule del sangue, comprese le cellule bianche (*leucociti, cellule linfoidi*); inoltre, derivano da esso il cuore, i vasi, il derma, l'intera sostanza, ossia il tessuto connettivo, il tessuto adiposo, le cartilagini e le ossa, poi le membrane sierose, la maggior parte dell'apparecchio uropoietico e riproduttore e, finalmente, la muscolatura.

Un ampio spazio divisionale che si forma nel tessuto del mesoderma, lo divide in uno strato *parietale*, che si adagia sull'interna superficie dell'ectoderma e in uno strato *viscerale*, che si unisce all'entoderma. Il primo è il *foglietto fibro-cutaneo* (somatopleura), l'altro il *fibro-intestinale* (splancopteleura) (fig. 5 e 6, *SoP, SpP*). Lo spazio che li divide costituisce la cavità del corpo, o *celoma*.

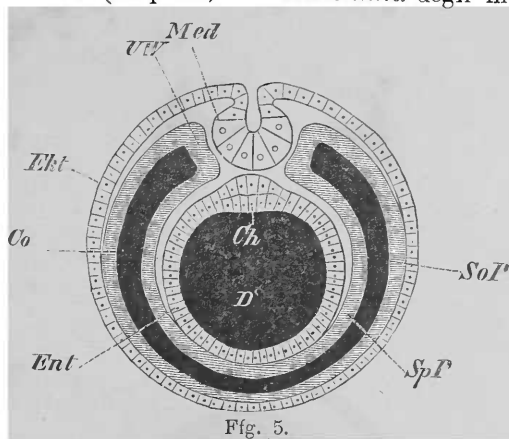


Fig. 5.

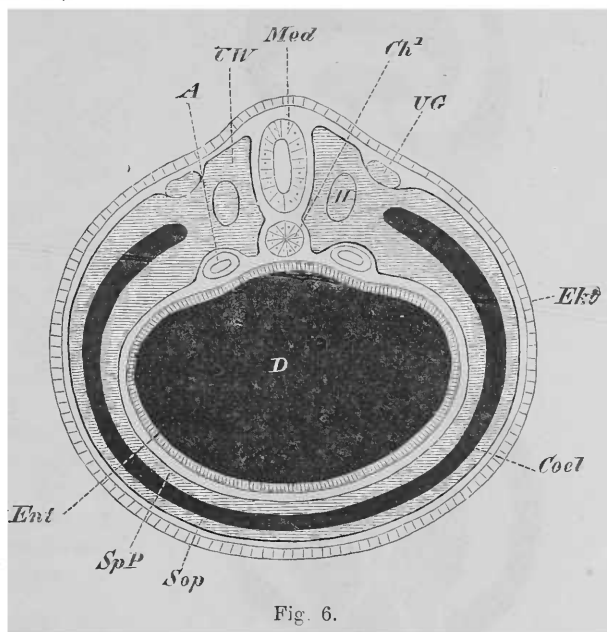


Fig. 6.

Fig. 5 e 6. — *D* Intestino. *Ent* Entoderma. *Ch* (fig. 5) Abbozzo della corda dorsale. *Ch*¹ (fig. 6) La corda dorsale che si separa dall'entoderma, *So* Somiti, *UG* Reni primitivi e dotti dei reni primitivi, *A* Aorta, *SpP* Splancopteleura, *SoP* Somatopleura; *Coel* Celoma, *H* Traccia del celoma che si diffonde nell'interno dei Somiti, *Ekt* Ectoderma, *Med* Tubo midollare che nella fig. 5 sta per separarsi dall'ectoderma. Nella fig. 6 ciò è già avvenuto (Entrambe le figure sono schematiche).

Lo spazio che li divide costituisce la cavità del corpo, o *celoma*.

da organo della *respirazione*. Ciò, però, è affatto transitorio, perchè abbastanza presto, nella stessa regione, si forma una sporgenza vascolare, proveniente dal segmento posteriore dell'intestino. Questo nuovo organo respiratorio, che serve anche ad accogliere il secreto dei reni primitivi (vescica urinaria embrionale), si chiama *allantoide*. Piccola da principio, si estende sempre più e avvolge l'embrione come una vescica otriforme, che opera lo scambio dei gas, e si unisce intimamente con la superficie interna del guscio dell'ovo. Più tardi, quando lo sviluppo embrionale si avvicina al suo fine, l'allantoide subisce una lenta regressione. La sua terminazione prossimale otriforme si estende a mo' di vescica e così forma la *vescica urinaria*.

Una volta che l'animale ha lasciato l'uovo, insieme col mutamento della circolazione sanguigna, assume, come nuovo organo di respirazione, le *branchie* (pesci e larve d'anfibii) o i *polmoni* (amnioti).

Gl'indicati rapporti, che troveranno maggiore sviluppo in un successivo capitolo, sulle relazioni tra la madre e il feto, valgono per gli embrioni della maggior parte dei vertebrati, ma si trovano solo in due gruppi inferiori dei mammiferi, cioè nei monotremi e nei marsupiali. Gli altri, che costituiscono la gran maggioranza, passati pel detto stadio di sviluppo, acquistano i cosiddetti cotiledoni, ossia hanno la formazione d'una *placenta*, e perciò si dicono *placentali* per distinguerli dagli *aplacentali* (marsupiali e monotremi). La placenta si costituisce così: i vasi che vengono dall'allantoide si sviluppano nel tessuto dell'utero, poi entrano in connessione col sistema sanguigno della madre, e così stabiliscono una assai intima connessione, nutritiva e respiratoria, tra la madre e il feto.

Per descrivere ulteriormente la formazione del corpo animale, bisogna, anzitutto, notare che, in seguito a più ampi processi di ripiegature e separazioni, appaiono tre importantissimi organi, cioè il *tubo neurale*, il *tubo viscerale* e la *corda dorsale* frapposta fra i due. Queste tre formazioni sono esattamente poste sulla linea mediana o sull'asse longitudinale del corpo, cosicchè il corpo, tanto in sezione trasversale che longitudinale, presenta quei due tubi e una disposizione *simmetrica bilaterale* (fig. 11).

Il tubo neurale avvolge il midollo spinale e il cervello, che costituisce il *sistema nervoso centrale* in contrapposizione al *periferico*. Il tubo viscerale (celoma), che più tardi, mercè le coste che si sviluppano nel rivestimento carnoso del corpo, assume una maggiore sodezza, contiene le *intestina*. Le coste, che sono archi elastici, sono articolate con la *colonna vertebrale cartilaginea o ossea* che si forma dalla corda dorsale, e un numero più o meno grande di esse può raggiungere nella linea mediana ventrale il così detto *sterno*, per cui la forma anellare degli archi costali dei due lati diventa completa.

L'estremità anteriore allargantesi del tubo viscerale e neurale, entra in più stretti rapporti col mondo esterno, poichè all'estremo del tubo neurale si sviluppa il cervello coi più elevati organi dei sensi, e vi si stabilisce la sede delle più alte funzioni psichiche, dell'intelletto, mentre all'estremo del tubo viscerale si sviluppano varii apparecchi per la presa dell'alimento e la respirazione.

Questo segmento del corpo chiamasi capo, e dietro esso stanno il collo e il tronco: Alla parte posteriore di questo stanno gli orifici dell'intestino e dell'apparato urogenitale. La parte ultima del corpo, priva di cavità, chiamasi coda. Il tronco e il collo costituiscono insieme il

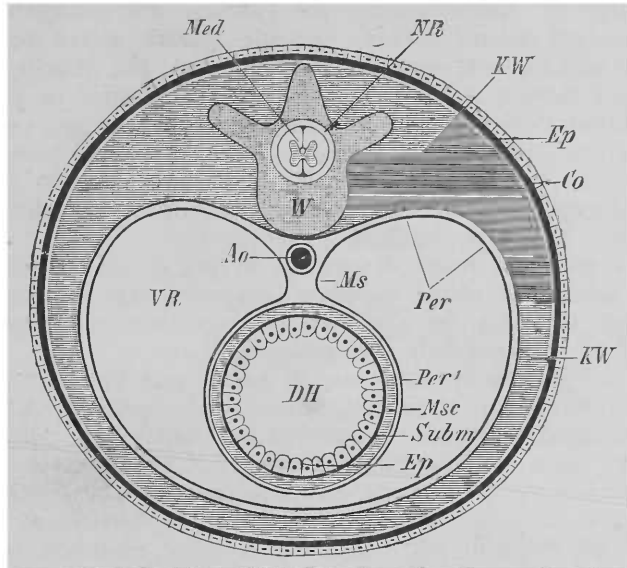


Fig. 11. — Sezione trasversale schematica del corpo vertebrato.

W Colonna vertebrale, che forma il canal neurale *NR*. In essa sta il midollo spinale (*Med*) con la sostanza periferica bianca e grigia centrale, *Ep* Epidermide, *Co* Corvrio o cute, *KW* Parete del corpo o somatopleura, *VR* Tubo viscerale avvolto dal peritoneo (Sierosa) *Per*. Questo cosiddetto peritoneo parietale produce presso *Ms* (Mesenterio) una piega che si approfonda nel tubo viscerale, la quale circonda il tubo intestinale come peritoneo viscerale (*Per'*). *Dh* Cavità intestinale, coperta dall'epitelio *Ep*. All'esterno sta la submucosa (*Subm*), indi la muscolatura dell'intestino (*Msc*). *Ao* Aorta.

corpo propriamente detto, mentre gli arti che se ne dipartono formano, per converso, degli organi appendicolari.

Dalla precedente descrizione, in cui ho cercato di tratteggiare la struttura fondamentale del corpo dei vertebrati, appare che in un certo stadio dello sviluppo avviene in esso una chiara divisione in segmenti simili o *somiti*.

In istadii ulteriori appaiono altre segmentazioni, che si mostrano specialmente nell'accento delle glandule orinarie embrionali, nella struttura della colonna vertebrale, nella posizione delle coste, e dei muscoli brevi del tronco.

Su queste basi si può ammettere (e ciò, in un certo senso, è sicuramente giustificato) una forma invertebrata *segmentata* come capostipite degli attuali vertebrati. Tuttavia, bisogna pensare che la tendenza alla segmentazione in tutti i detti organi è relativamente tarda nell'ontogenesi, cosicchè tali speculazioni filogenetiche sono malsicure.

Però, sotto questo rapporto si comporta diversamente la *segmentazione primordiale* (per così dire) della zona corporea embrionale, ossia la comparsa dei somiti. Qui ci sarebbe veramente una certa traccia

d'un'antichissima forma segmentata; tuttavia, anche questa non può essere considerata come lo speciale punto di partenza per l'origine dei primi cordati, e specialmente per due difficoltà: dapprima, come già vedemmo, la formazione solo secondaria del mesoderma, cioè del materiale di formazione di ciascun somite, poi l'abbozzo assolutamente unitario, asegmentato del sistema nervoso centrale. Questo deriva notoriamente da uno di quei foglietti epiteliali che sono assai più antichi del relativamente più recente mesoderma, e perciò devono stare in prima linea per la soluzione del problema filogenetico. Perciò si può pensare che una forma originariamente asegmentata sia a poco a poco divenuta segmentata sotto l'influenza del sistema muscolare. Vengono in seguito, come buoni punti d'origine e di partenza, le parti dello scheletro, che esercitano il loro potere proteggente e sorreggente.

Non è questo il luogo di entrare in più estese discussioni sulla storia più antica degli attuali vertebrati, e basterà aver dato uno sguardo in un'oscura antichità, cui non servono a schiarire, com'è nella natura delle cose, le scoperte della paleontologia.

Per una più giusta conoscenza di questo oggetto s'è chiesto schiarimento all'embriologia comparata, ed essa, come notai fin dal principio, dovette prendere questa via. Se non si può negare che questo campo si presenta assai fecondo, tuttavia i risultati non bastano a raggiungere un chiaro concetto e una compressione unitaria. Coll'accrescersi del materiale scientifico, sempre più aumenta la discordanza delle opinioni, che qui tralascio pur d'indicare. *Sebbene rimanga inconcussa l'intima connessione fondata sulla consanguineità, fra i due grandi gruppi degli animali, i vertebrati e gl'invertebrati, nulla di sicuro si può dire sulle forme intermedie che li collegano.*

La zoologia sistematica, sulla base dei rapporti di parentela fra gli animali, li ha divisi in alcune divisioni e sottodivisioni, che si chiamano classi, ordini, sottordini, famiglie, generi e specie. Ecco un breve prospetto dei rappresentanti dei principali gruppi di vertebrati.

A. Acranii

Amphioxus.

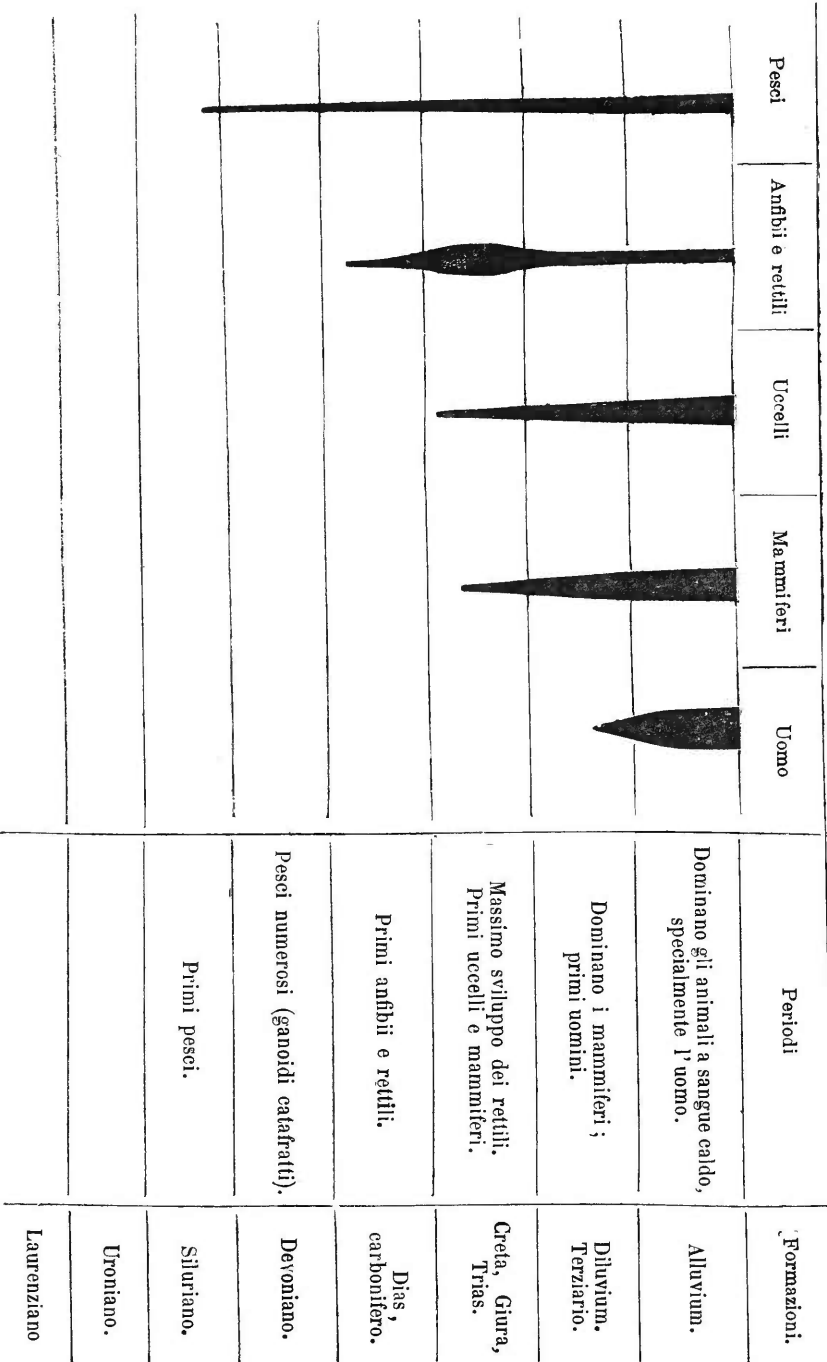
B. Craniotia) **Anamni** (senz'amniot)

- Ittiopsidi.** {
- 1) *Pesci*:
Ciclostomi (mixine e lamprede)
Selaci (squali, razze)
Olocefali
Ganoidi (ossei e cartilaginei)
Teleostei (*fisostomi*, con dotto aperto tra la vescica natatoria e l'intestino, e *fisoclisti*, con dotto chiuso)
 - 2) *Dipnoi*:
Monopneumoni (ceratodus) e dipneumoni (protopterus e lepidosiren)
 - 3) *Anfibi*:
Urodeli (perennibranchi derotremati, salamandrini)
Gimnofioni
Anuri

b) **Amnioti** (Vertebrati con amnio nel periodo fetale)

- Sauropsidi.** {
- 1) *Rettili*:
Chelonii
Saurii
Ofidii
Coccodrilli
 - 2) *Uccelli*:
Corridori, senza carena allo sterno
Volatori o carenati
- Mammiferi** {
- 1) *Aplacentali*:
a) Ornitodelfi (monotremi, *ovipari*)
b) Didelfi (marsupiali)
 - 2) *Placentali*:
Dentati, sirenidi, cetacei, ungulati, cracoidei, proboscidiati, roditori, chiroterri, insettivori, carnivori, lemurini, primati.

SVILUPPO PROGRESSIVO DEI VERTEBRATI SULLA TERRA, graficamente spiegata da CREDNER.



PARTE SPECIALE

A. Integumento.

La pelle consta di uno strato superficiale ectodermatico, e di uno strato profondo mesodermatico. Il primo chiamasi *epidermide*, l'altro *corio*. Dal derma o corio non si distingue nettamente di solito il cosiddetto connettivo sottocutaneo, ma entrambi si avvicinano spesso. L'epidermide consta sempre e solo di *cellule*: nel derma, invece, si trovano *fibre* di natura connettiva, elastica e contrattile. Nel derma hanno anche una particolare diffusione vasi, nervi, glandule, cellule pigmentali e formazioni ossee.

Da ciò emerge che la pelle, sia morfologicamente che fisiologicamente considerata, è molto complicata, e ciò è affatto naturale, quando si pensi alla sua posizione periferica, in contatto con gli agenti esterni modificatori.

Nella epidermide si distingue sempre uno strato superficiale composto di cellule cornee (*strato corneo*) e uno strato profondo composto di cellule molli, succose (*strato malpighiano*, o strato mucoso). Quest'ultimo fa da matrice, ossia serve per la perpetua rigenerazione dello strato corneo, soggetto nella sua superficie libera a un perenne processo di disquamazione. Tutte le glandole dermatiche, come tutti gli organi indicati col nome di formazioni epidermoidali (capelli, setole, penne, unghie, artigli, ecc.) hanno il loro punto di partenza dall'epidermide. Anche le terminazioni degli organi sensorii cutanei si devono ritenere quali differenziamenti delle cellule epidermoidali. Se anche più tardi si trovano questi organi nel derma, devono considerarsi come secondariamente acquistati.

Gli animali acquatici hanno di solito uno strato corneo più sottile e imbibibile dei terrestri, esposti a più grandi impedimenti meccanici. Inoltre, i fascetti connettivi del corio nei pesci, anfibi e rettili hanno un ordinamento tipico, alternandosi regolarmente tratti longitudinali e trasversali. Invece negli uccelli e mammiferi il loro ordine è irregolare, cioè le fibre sono scompigliate.

Pesci e dipneusti.

Nel pesce più basso, nell'*Amphioxus*, si trova, allo stadio larvale (gastrula), un rivestimento di cilia alla superficie libera dell'epidermide, il quale è indubbiamente da considerarsi come un retaggio degli antenati invertebrati. Forse il lembo cuticolare striato che si trova in altri pesci, p. es. nei ciclostomi, nei teleostei, nei dipneusti e, aggiungo io, anche nelle larve degli anfibi, sullo strato superficiale dell'epidermide dev'essere interpretato nello stesso senso.

Tra le cellule epiteliali speciali si trovano nell'*Amphioxus* e nei ciclostomi delle cellule di senso a cilindro lungo, munite di forti setole. Ci occuperemo più tardi, nel capitolo degli organi dei sensi, di questi e di simili elementi uniti in più complessi apparecchi.

Sul significato delle « cellule granulose » che si trovano nelle lamprede e nel malapteruro, e delle cosiddette cellule cupoliformi o caliciformi nella pluristratificata epidermide dei pesci ossei, non abbiamo finora dati sicuri, sebbene non sia inverosimile che esse servano a secernere una sostanza oleosa, atta a difendere la superficie della cute dall'azione dell'acqua.

Nel protoptero l'intero corpo nel letargo estivo è difeso dall'essiccamento, mercè una secrezione oleosa delle cellule caliciformi.

Si trovano *cellule pigmentali* (che stanno sotto l'influenza del sistema nervoso e possono subire un cambiamento di colore) in ambedue gli strati della pelle o anche in uno solo, cioè nell'epidermide. Nella pelle dei pesci non si trovano muscoli o glandole, nel senso degli altri vertebrati (1).

Le scaglie dei pesci non si formano, come si potrebbe ritenere, dall'epidermide, ma sono ossificazioni del derma. Esse hanno origine nelle cosiddette tasche delle scaglie, le quali sono formate da fibrille connettive del derma. L'epidermide le copre o allo stato adulto, come nei teleostei e dipneusti, o solo negli stadii embrionali, come nei ganoidi e nei selaci. Sulla loro genesi e sulle loro diverse forme, come sulle loro esatte relazioni con lo scheletro cutaneo — a cui si devono ascrivere — confronta il relativo capitolo.

Alcuni pesci, al tempo dell'accoppiamento, hanno un'eruzione cutanea (o perlacea) che consiste in un consumo dell'epidermide, e si estende più o meno pel corpo, p. es. nel *Chondrostoma nasus*, nel *Gobio fluviatilis*, nel *Leuciscus rutilus*. In altri ha luogo un cospicuo rivestimento di nozze, o il colore diventa in più brillante guisa notevole nella lotta coi rivali. In altri ancora, sotto l'influenza della volontà, avvengono adattamenti nel colore della regione inferiore (*Pleuronectes*).

Quegli organi che già eran chiamati occhi accessori, sono, secondo nuove ricerche, da ritenersi come *organi luminosi*. Si trovano nella pelle degli

(1) Le poche eccezioni riguardano le pinne ventrali di alcuni pescicani, su cui si trova la *glandula pterygopodii*, e l'apparecchio velenoso che si trova nella regione della pinna dorsale e dell'opercolo del *Trachinus* (e anche della *Thalassophryna* e della *Synanceia*), come pure l'appendice glandulare ed erettile sotto la papilla genitale del *Plotosus anguillaridis* (siluroide). Anche i dipneusti, almeno il *Protopterus*, posseggono nella pelle delle glandule (KÖLLIKER, W. N. PARKER). Esse sono sacciformi, ed entrano in funzione nel letargo estivo (cfr. cellule caliciformi).

scopelini, nel *Chauliodus*, ecc. Si tratta di formazioni che ricordano delle glandole tubulose, canaliformi, alla cui formazione prendono parte epitelii fusiformi e cuneiformi. Evidentemente si tratta di glandule trasformate, il cui secreto, nel momento della sua formazione, sotto l'influenza del sistema nervoso, è capace di mandar luce. Le capsule argentine servono da ottimi riflessori. Questi organi si devono considerare o come armi difensive, o anche, quando stanno sul capo, come una sorta di lanterna cieca (Lendenfeld).

Anfibi.

Gli anfibi, e in parte anche i dipneusti (v. sopra), in corrispondenza alla loro posizione sistematica, hanno un integumento che, per la sua struttura, sta tra quello dei pesci e quello dei rettili,

L'epidermide delle larve acquatiche consta di due strati nettamente distinti. L'esterno è formato di cellule piatte (fig. 12 *a*, CS) munite alla loro parte libera di un margine striato, simile a quello che già

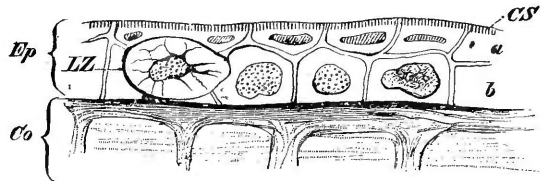


Fig. 12. — Pelle della larva della salamandra maculosa. Ep Epidermide, Co Corio, a Strato corneo, b Strato malpighiano, LZ Cellule di Leydig, che hanno il significato di cellule glandolari, CS Margine striato.

vedemmo nei pesci; l'interno si compone di cellule cilindriche o cubiche (fig. 12, *b*). Il primo corrisponde a uno *strato corneo*, l'altro a uno *strato malpighiano*.

In seguito, col progressivo sviluppo, l'epidermide diventa pluristratificata (1) e si riempie, presso il derma, in ogni luogo di numerose glandule globulari e otriformi, che specialmente s'addensano in certe regioni, soprattutto sul capo, sulla nuca e sui fianchi.

La loro secrezione serve a difendere la pelle dall'evaporazione, e, come gli esperimenti hanno insegnato, è anche, in grazia delle sue proprietà venefiche, un eccellente mezzo di difesa. Le singole glandule sono circondate da elementi muscolari, da fibre connettive, pigmento, vasi sanguigni e nervi.

Questa ricchezza glandolare costituisce la caratteristica della pelle degli anfibi, e ad essa si deve la loro umidità e lubricità. Però, essa non è sempre liscia, ma talora, come nei rospi, ha un aspetto scabro e ruvido in causa di sporgenze spinose o bernoccolute.

Il pigmento, assai sviluppato nella cute, in parte diffuso, in parte

(1) Tra le cellule epidermiche v'è una rete riccamente ramificata di *spazi linfoidi*, che si aprono in parte sulla cute, in parte sulla superficie libera della pelle. Questo, però, vale solo per gli stadii larvali; dopo la prima muta lo strato corneo esterno si oblitera. Nelle larve dei gimnofioni fu trovata (SARASIN) una comunicazione tra lo spazio linfoide intercellulare e i capillari sanguigni della pelle.

unito in cellule, può effettuare dei cambiamenti di colore sotto l'influenza del sistema nervoso, e così ha luogo un adattamento nel tessuto (in senso difensivo).

Non di rado nel derma hanno luogo processi di calcificazione, o, come nella *Ceratophrys dorsata*, un cospicuo sviluppo di ossa.

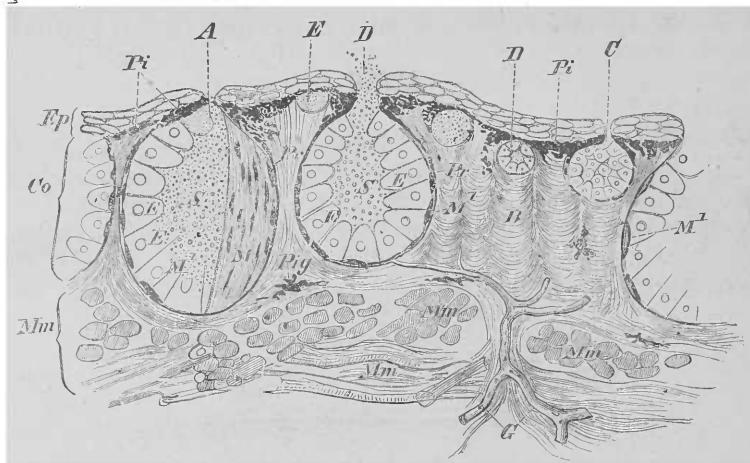


Fig. 13. — Sezione della pelle della *salamandra maculosa*. Ep Epidermide, Co Corio, nel cui stroma connessivo (B), ricco di pigmento (Pi), sono innicchiate varie grandi glandule cutanee (A, C, D, D, E), M' Strato muscolare delle glandule, allato alla tunica propria (Pr), M lo stesso di faccia, E Epitelio glandulare, S Secrezioni glandulari, Mm Strato muscolare sotto-cutaneo, attraversato, verso il derma, da vasi (G).

Intorno alle formazioni anellari, alle placche cutanee e alle scaglie dei gimnofioni, vedi il capitolo sullo scheletro cutaneo.

Rettili.

In confronto alla pelle degli anfibi, quella dei rettili è assai povera di glandule. Nelle tartarughe se ne trovano alla parte ventrale della coscia, e perciò si chiamano glandule femorali. Il secreto proveniente dall'otricello glandulare si rassoda in una dura papilla o sporgenza, e par che serva come apparato di prensione e fissazione durante l'accoppiamento.

La proprietà caratteristica della pelle dei rettili è quella di poter dare origine a scaglie, salienze, spine, scudi (scudo della tartaruga) unghioni e simili formazioni. Geneticamente, tutte queste formazioni cornee devono essere considerate alla stessa stregua delle penne degli uccelli e dei peli dei mammiferi, sebbene si devano ascrivere a un'estrusione delle più profonde cellule epidermoidali (strato malpighiano). Anche il derma vi prende la sua parte, come vedremo nel capitolo sulla origine delle penne e dei peli.

Le più semplici forme di scaglie si trovano negli *Ascalobotes* e nei camaleonti. Nei serpenti si trovano alla superficie delle scaglie varie sculture, e anche una particolare striatura (tropidonoto, vipera). Lo strato corneo,

che col processo della muta viene svestito, o in lembi più o meno grandi e anche *in toto* (pelle di biscia), può, nei suoi strati superficiali, essere pieno d'aria, o pneumatico.

Sebbene manchi alla superficie libera dell'epidermide una vera cuticola, pure si trovano qua e colà delle formazioni cuticolari di varie sorta, come le formazioni piliformi dei gechi, del drago, *Anolis*, ecc. Nei gechi si trovano nella regione ventrale, dorsale e mandibolare, e alla parte ventrale della coda. Possono trovarsi, però, anche alla superficie o agli spigoli delle scaglie, su ciascuna delle quali vi sono da 1 a 20 e più di simili peli. Hanno un diametro trasverso di 20 μ . Si trovano, straordinarii per numero e grossezza, al lato inferiore delle ventose, ove, in numero di 10-20, sono disposti a ciuffo. Essi aiutano meccanicamente la nota funzione delle ventose, e lo stesso vale per le setole cuticolari della superficie inferiore della coda.

Tutte queste formazioni cuticolari, che si trovano chiaramente anche in certi stadii embrionali dei serpenti, sorgono, poco prima della muta, dalla protrusione di grandi cellule protoplasmatiche cilindriche, che stanno sulla parte esterna dello strato malpighiano. Nelle sezioni trasversali si vede sempre sotto le vecchie setole cuticolari l'inizio delle nuove, e ciò aiuta la separazione degli strati cutanei nel periodo della muta, in modo meccanico, come fu notato per il gambero d'acqua dolce.

Quasi sempre si trovano nella cute dei rettili delle formazioni ossee, e ciò vale specialmente per le cecilie e le tartarughe. Anche la pelle degli ascaloboti, come ci insegna il microscopio, è copiosamente munita di scaglie calcificate, arrotondate, romboidi e angolose, nel cui centro si trovano corpuscoli ossei. Dell'armatura ossea delle testuggini, tratterò più a lungo a proposito dello scheletro cutaneo.

Pei rettili si deve anche far cenno del *pigmento*, e del relativo mutamento di colore in relazione con le affezioni somatiche e psichiche, (camaleonti, ascaloboti, serpenti). Però, tali colorazioni non si arrestano ai rettili, poichè anche negli uccelli il piumaggio cambia spesso il suo colore, e lo stesso vale pel mantello dei mammiferi. Allo stesso fenomeno si connette il rapido incanutire dei capelli umani.

Uccelli.

Fra tutti i vertebrati, gli uccelli hanno il derma più sottile; esso è poco fortemente vascolarizzato, ma, tuttavia, come mostrerò più tardi, ricco in organi di senso (papille tattili). Nei profondi strati si trova una sviluppatissima rete di fibre muscolari lisce, con tracce di striature trasversali, che si connettono con piccoli tendini, in parte nel derma, in parte nei bulbi delle penne, e così danno luogo all'erezione delle penne.

Oltre le papille delle penne, si trovano anche numerose papille libere, come alla pianta del piede e intorno agli occhi.

La pelle degli uccelli è priva di glandule, all'infuori di una che si trova in vicinanza del portacoda, e che serve ad ungere le penne (glandula del groppone o *glandula uropygii*). Essa deve considerarsi come una glandula sebacea modificata, e possiede un forte costrittore (1).

(1) La glandula del groppone manca ai corridori, ad alcuni pappagalli, alle colombe, alle oltarde, ecc.

Mancano affatto le ossa dermatiche: tuttavia, le formazioni epidermoidali sono ampiamente rappresentate (ranfoteca e guaina dei pori dei piedi, pelle delle dita dei piedi, speroni e penne).

Lo sviluppo delle penne è abbastanza interessante, onde conviene fermarsi alquanto.

Nel punto di formazione, il derma (fig. 14 A, Cu) ha una gobba dal lato dell'ectoderma (Sc', SM') e così si forma una papilla (Pap). Questa si

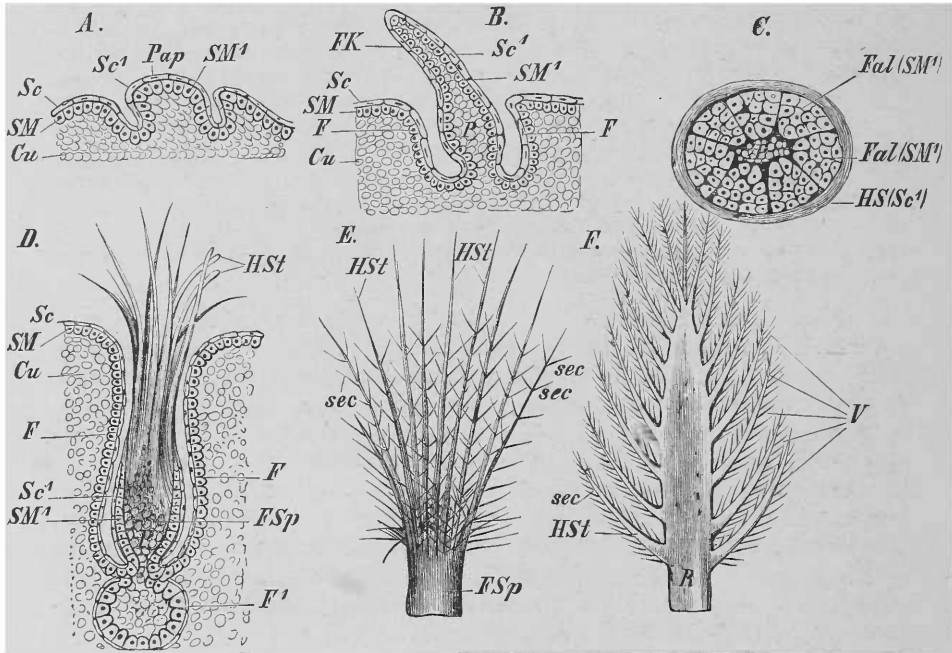


Fig. 14. — Sei stadii dello sviluppo delle penne (per gran parte da STUDER).

Cu Tessuto cutaneo, SM Strato malpighiano, Sc Strato corneo, SM', Sc' Gli stessi tessuti sulla papilla del pelo (Pap), FK Embrione della penna, F, F' Follicolo della penna, P Massa polposa, Fal (SM') Pieghie dello strato malpighiano nell'interno del germe della penna, che esternamente sono coperte dallo strato corneo HS (Sc'). Ambedue si vedono in sezione trasversale, FSp Calamo della penna, che si sfocia all'apice in un ciuffo di raggi HSt, Sec Raggi secondarii, R Rachis, V Vessillo.

trasforma in un lungo e acuminato cono, il cosiddetto *germe della penna* (fig. 14 B, F' K) la cui base s'insinua sempre più profondamente nel tessuto cutaneo, e così si circoscrive una sorta di tasca, il *follicolo della penna* (F, F'). Lo strato corneo e malpighiano (Sc, SM) si continuano sul fondo del follicolo e da questo nel germe della penna (Sc', SM'). L'interno è sempre pieno della massa polposa delle cellule del derma (P). Accrescendosi la pennula, le cellule del suo strato malpighiano cominciano a spingersi fortemente innanzi, e formano molte pieghe radiali, ordinate secondo un asse centrale e sporgenti dalla polpa, e sono immediatamente limitate dallo strato corneo esterno (fig. 14, C, Fal, SM' e HS, Sc'). Queste pieghe subiscono poi un processo di cornificazione, si svincolano dalle cellule circostanti e si cambiano, in seguito alla lenta essiccazione della sostanza polposa centrale, in un ciuffo

di raggi cornei, che, però, sulle prime è sempre compreso in un unico organo sotto il mantello dello strato corneo. In questo stadio esce dall'uovo la maggior parte (1) degli uccelli, e sembrano coperti da peli sottilissimi; consimili sarebbero anche le conclusioni filogenetiche sulla natura del piumaggio primitivo.



Fig. 15. — *Archaeopteryx lithographica*, da DAMES (Museo di Berlino).

Con lo sparire dello strato corneo involgente, i raggi diventano liberi (fig. 14, D, *HSt*), e comportandosi tutti allo stesso modo, si forma la lanugine embrionale. Non bisogna, però, credere che a questo modo si sfilacci la intera massa della pennula: essa rimane intera nella sua parte inferiore inserita e forma il *calamo* (*ESp*).

(1) Fanno eccezione i megapodidi, che escon dall'uovo col piumaggio definitivo.

La lanugine embrionale (fig. 14 E), sui cui singoli raggi (*HSt*) si sviluppano altri piccoli raggi secondarii (*sec*), può conservare il suo carattere per tutto il tempo della vita, oppure può essere sostituita da penne definitive. In quest'ultimo caso, fin dai primi stadii, si forma sul fondo di ciascun follicolo della lanugine embrionale un secondo follicolo che sta unito col primo mercè una lista di cellule, e, del resto, si comporta affatto egualmente al primo (fig. 14 D, *F'*). La papilla che si sviluppa nel suo interno si accresce rapidamente e spinge innanzi a sè il calamo della piuma embrionale, finchè questa viene cacciata fuori dalla sua guaina. Questa seconda generazione di piume somiglia assai dappprincipio, nella sua struttura, alla lanugine embrionale, poichè esse constano originariamente di raggi consimili che acquistano in seguito dei raggi secondarii. Dopo breve tempo, però, un raggio si inspessisce, accoglie in sè gli altri raggi e diventa il calamo, in cui si distingue la parte basale da quella libera fuori dalla pelle detta rachide, mentre i raggi laterali formano il vessillo (fig. 14 F, *R*, *HSt*, *sec*). Ciascun raggio laterale della rachide, cioè ciascuna porzione del vessillo, forma così, insieme ai suoi piccoli raggi, una barba di penne secondarie che ripete la struttura della intera penna. A questo modo si formano le penne maggiori delle ali e della coda. In esse le singole parti del vessillo sono strettamente unite fra di loro, cosicchè si ha una tessitura straordinariamente fitta, utilissima per il volo.

La papilla che sta alla base di ciascun calamo produce periodicamente alla sua superficie delle membrane che si accartocciano su sè stesse e formano la così detta anima della penna. Il cambiamento di penne che avviene periodicamente in tutti gli uccelli (muta) dev'essere considerato come un processo consimile a quello che avviene nella muta dei rettili ed anfibi e da essi ereditato. Però, negli uccelli l'epidermide non si cambia *in toto*, come pure nei mammiferi, ma durante la vita postembrionale e sotto normali condizioni subisce solo una disquamazione delle cellule epidermiche.

Nella maggior parte degli uccelli, le penne sono distribuite in determinate linee sul corpo, e si possono dividere in penne propriamente dette e lanugine. Però, alcuni corridori, come l'*Apteryx* e il *Dromaeus*, ed anche il pinguino, fanno eccezione a questa regola, poichè, all'infuori delle timoniere e delle ornamentali, posseggono solo una lanugine non distribuita sul corpo in linee speciali. In ciò dobbiamo riconoscere un carattere embrionale, ritenendo che il piumaggio di questi uccelli, tanto disadatto al volo, è un carattere filogeneticamente antico. Però considerando che i pinguini fossili (terziarii) avevano un omero assai più lungo che le specie attuali, si potrebbe ritenere che tale piumaggio sia per essi almeno un retaggio secondario (Studer).

Se consideriamo che le penne con rachide e vessillo, oltre la lanugine, si trovano già completamente sviluppate negli uccelli del Giurese (*Archaeopteryx*), è giusto cercare i loro inizi in epoche assai più antiche. Però, la paleontologia non ci offre finora delle forme di penne, che costituiscano un anello di congiunzione fra le scaglie dei rettili e le penne complete degli uccelli; ma, come vedemmo, l'embriologia ci persuade che forme intermedie ci devono essere state. Tra gli odontorniti d'America, d'Inghilterra e di Boemia, solo nell'*Ichthyornis* si trovarono tracce di penne; però, questa scoperta quasi negativa dipende solo probabilmente dalla natura di queste pietrificazioni poco e mal conservate.

Mammiferi.

Una nota specifica dei mammiferi (1) sta in ciò, ch'essi posseggono *peli*, e dobbiamo quindi cominciare con la descrizione del loro modo di

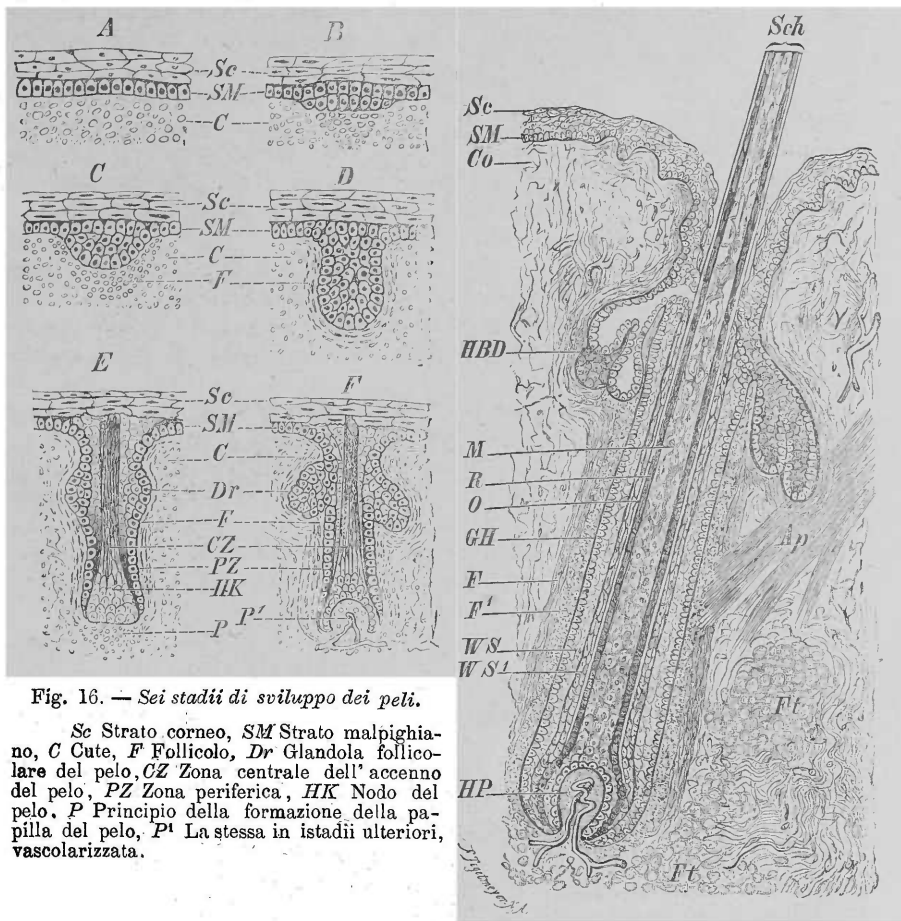


Fig. 16. — Sei stadii di sviluppo dei peli.

Sc Strato corneo, SM Strato malpighiano, C Cute, F Follicolo, Dr Glandola follicolare del pelo, CZ Zona centrale dell'accenno del pelo, PZ Zona periferica, HK Nodo del pelo, P Principio della formazione della papilla del pelo, P' La stessa in istadii ulteriori, vascolarizzata.

Fig. 17. — Sezione longitudinale di un pelo (schematica). F Strato esterno longitudinale fibroso del follicolo, F' Strato interno trasversale, Sch Asta del pelo, M Strato midollare, R Strato corticale, O Cuticola dell'asta del pelo, WS', WS' Strato interno ed esterno della guaina radicale; quest'ultima arriva solo fino all'imboccatura delle glandole follicolari HBD, ed è continuata al di sopra di esse dallo strato corneo dell'epidermide, HP Papilla del pelo, con vasi nell'interno, GH Tunica vitrea che sta tra l'interna e l'esterna guaina del pelo, cioè tra la guaina radicale e il follicolo, Ft, Ft Tessuto adiposo nel corio, Co, Ap Arrectores pili, Sc Strato corneo, SM Strato malpighiano dell'epidermide.

sviluppo. Come per le scaglie e per le penne, trattasi anche qui d'una

(1) La maggior mancanza di peli si trova nei denticeti, in cui vi sono solo due setole nella regione delle labbra. In alcuni vi sono peli solo allo stato fetale, o mancano anche in esso.

proliferazione delle cellule epidermoidali, e specialmente dello strato malpighiano, verso il derma (fig. 16 A e B. *Sc, SM, C*). Così si origina l'*abbozzo del pelo*. L'ispessimento dell'epidermide così formatosi, crescendo a mo' di zaffo, si circonda di cellule della cute, innicchiandosi, come avviene per le penne, in una sorta di tasca, il cosiddetto *follicolo del pelo* (fig. 16, C, D, F). La massa cellulare dell'abbozzo del pelo dapprima omogenea, si differenzia in seguito in una zona *centrale* e in una *periferica* (fig. 16, E, F, *PZ, CZ*). La prima consta di cellule più stipate e diventa più tardi il cilindro del pelo, con il suo strato midollare e periferico, e la sua cuticola, nonché con la sua cosiddetta *guaina radicale interna*. L'altra zona diventa la *guaina radicale esterna* (fig. 17, che descrive un pelo completo in tutte le sue particolarità). La base del cilindro del pelo che riempie il fondo del follicolo si allarga conicamente, formando il *nodo del pelo* (fig. 16, E, F, *HK*) e vien compresso al basso dalla papilla del pelo, assai vascolarizzata e di formazione relativamente tarda (fig. 16 E, F, *P, P'* — fig. 17 *HP*). Nella fig. 16 in *Dr* si vedono prodursi, mercè un processo di proliferazione, delle cellule malpighiane, le glandule follicolari del pelo. Generalmente il pelo spunta obliquamente alla pelle.

Si distingue generalmente un *bulbo o follicolo* del pelo, dall'*asta* del pelo stesso (fig. 17 *F, F'* e *Sch*). Quest'ultima è sempre fusiforme, e consta di 3 parti: 1. il midollo (*M*), 2. l'involucro (*R*), 3. la cuticola (*O*). Tutti e tre constano di cellule, e la parte più considerevole è sempre il midollo, il quale mostra un modo di sviluppo così diverso, che in ciò sta appunto la massima parte delle differenze dei peli fra i vari animali. Il colore dei peli dipende da tre diverse cause: da maggiore o minore accumulo di pigmento nelle cellule dello strato corticale; da presenza d'aria nello spazio intercellulare dello strato midollare, e dalle particolarità della superficie, o glabra o ruvida (Waldeyer).

In seguito, con muta periodica o non periodica, si sviluppa il nuovo pelo (di ricambio) e precisamente, in seguito alla regressione della vecchia papilla, da una nuova, a spese delle cellule della guaina esterna, dal fondo del bulbo. I peli sono cilindrici o piatti, lisci o crespi. Una speciale osservazione meritano le setole tattili, governate da muscoli striati, i cui bulbi sono circondati da spazii sanguigni venosi e muniti di forti nervi. Anche i soliti peli sono sempre bene innervati. Come le penne in determinate linee, così i peli sono ordinati in certe *correnti*, specialmente su certi punti del corpo. Talora, come nell'uomo, v'è nel periodo embrionale un rivestimento di peli più ricco che nella vita posteriore (*lanugo*, rosetta anale di Ecker). Tale circostanza e il fatto degli *uomini pelosi* fanno pensare che in altri tempi gli uomini avessero il pelo assai più sviluppato che oggidì (1).

Oltre i peli, vi son altre forme di produzioni epidermiche nei mammiferi: unghie, artigli, unghioni, corna, callosità, la grossa epidermide dei cetacei nudi e dei pachidermi senza pelo, le callosità naticali di alcune scimmie, le setole e le spine (porcospino, istrice), i fanoni della balena, il corno del rinoceronte, ecc.

(1) Gli Ainos e i negri australiani sono forse gli uomini più normalmente pelosi.

A queste formazioni appartengono anche le *unghie*. Come i peli, esse, con la loro guaina radicale interna, si mostrano quale una speciale parte trasformata di una determinata zona dello strato malpighiano. Durante il suo sviluppo, essa viene completamente ricoperta dallo strato corneo. La formazione dell'unghia comincia da quel luogo, che nell'uomo si chiama *lunula*, e che deve considerarsi come la matrice dell'unghia.

La pelle è diversamente grossa nelle varie regioni del corpo, e ciò vale anche per le relazioni di grossezza fra lo strato corneo e lo strato malpighiano.

Il pigmento, in qualunque regione esso sia, o sul muso, o ai genitali, o ai capezzoli (come nell'uomo, ecc.), trovasi sempre nelle cellule della rete di Malpighi, in cui si spinge da luogo più profondo, cioè dal corio, legge che vale per tutti i vertebrati.

Lo strato superiore del derma chiamasi *parte papillare*; lo strato inferiore, più reticolato e che a poco a poco si perde nel tessuto connettivo sottocutaneo, dicesi *parte reticolare*. Le papille del derma, a cui si adatta esattamente la sovrapposta epidermide, si dividono in papille vasifere (contenenti capillari sanguigni e linfatici) e in papille nervee, dotate di corpuscoli tattili (fig. 18).

Queste papille o sono sparse irregolarmente, o sono ordinate, come nella superficie inferiore della mano e del piede. Straordinariamente sviluppate sono nei polpastrelli del piede dei carnivori e dei camelli, e nel muso di altri mammiferi. Hanno una mirabile grandezza nella pelle nuda dei cetacei. Nel tessuto connettivo sottocutaneo, che opera l'unione con le parti sottoposte (muscoli, ecc.), si trovano masse adipose più o meno ricche (*panniculus adiposus*). Oltre a gran quantità di fibre elastiche, si trovano nel corio numerosi muscoli lisci, come nel *dartos*, la cui contrazione temporanea ad essi è dovuta. Essi si trovano anche nel pene, nella regione perineale, nell'area del capezzolo e nel capezzolo stesso, che per mezzo di essi entra in uno stato di erezione e così può essere afferrato dal lattante; finalmente, troviamo muscoli lisci in tutte le regioni pelose del corpo, ove fanno da *arrectores pili* e perciò si inseriscono nei bulbi dei peli sotto le glandule sebacee (fig. 17). L'arricciarsi dei peli e la cosiddetta *pelle d'oca* derivan da tal causa. Una muscolatura straordinariamente sviluppata si trova nella pelle del riccio e dell'istrice.

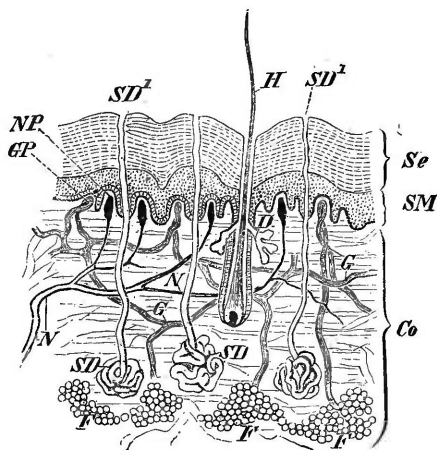


Fig. 18. — Sezione della pelle dell'uomo, Se Strato corneo, SM Strato malpighiano, Co Corio, F, F Adipe sotto-cutaneo, NP Papille nervee, GP Papille vasali, N e G Nervi e vasi scorrenti nel corio, SD Glandule sudorifere con i loro dotti escretori SD¹ H Pelo colle glandule follicolari D.

Le *glandule cutanee*, che mancano solo ai cetacei (a eccezione delle mammarie), si dividono in due grandi gruppi, le *tubulose* e le *acinosose*. Le prime generalmente sono chiamate sudorifere, le altre seba-

cee, nomi non sempre appropriati alla loro funzione (1). Di entrambe si trovano varie modificazioni. Così le glandule del cerume dell'orecchio nell'uomo, le glandule boccali del bue e le glandule laterali del toporagno, devono considerarsi come glandule sudorifere modificate, mentre le glandule prepuziali, meibomiane e inguinali di alcuni rosicanti, appartengono alla categoria delle glandule sebacee.

Anche le *glandule mammarie*, caratteristiche dei mammiferi, devono essere considerate come glandule cutanee modificate.

La prova di ciò, secondo le ricerche di Gegenbaur, sta nel modo con cui si comportano questi organi nei monotremi; nell'ornitorinco si

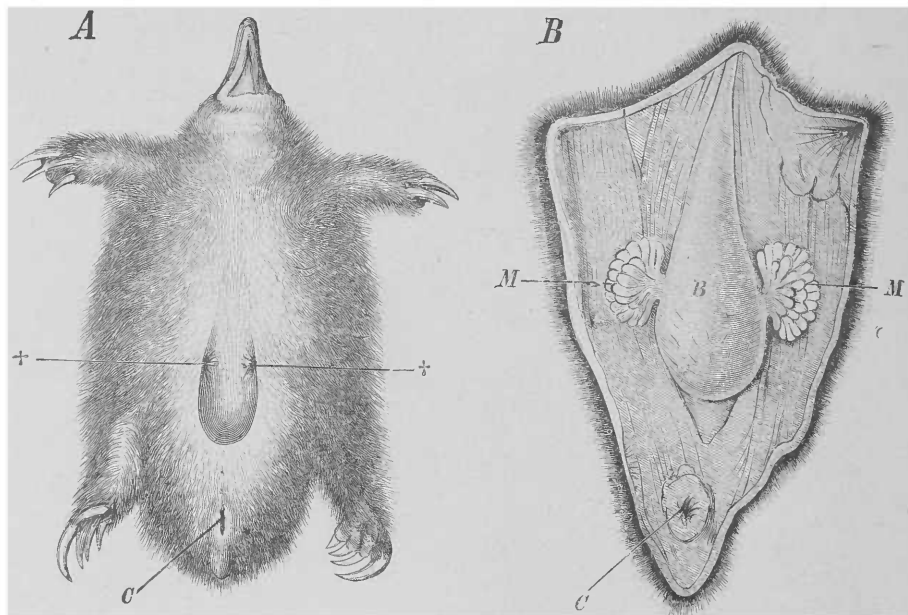


Fig. 19. — **A** Parte inferiore d'una femmina incubante di *Echidna hystric* + +. I due ciuffi di peli nelle pieche laterali del marsupio, da cui scoccia la secrezione. **B** Lato dorsale della pelle del ventre d'una femmina incubante d'*Echidna hystric*. Nel marsupio (**B**) circondato da forti muscoli trovansi da ogni lato un ciuffo di glandule mammarie (**M**), **C** Cloaca (da W HAACKE.)

vede benissimo che si tratta di glandule sudorifere, che si distinguono dalle solite solo quantitativamente. Lo stesso vale per l'echidna, sebbene qui le condizioni non siano così chiare. Siccome, però, le glandule mam-

(1) Sono di grande interesse le comunicazioni di M. WEBER sulle secrezioni cutanee rosse e azzurre di alcuni mammiferi. Si tratta di apparati glandolari di carattere tubuloso o misto, che si trovano nella pelle del petto e del ventre del kanguro, e nella faccia delle antilopi nane, sotto gli occhi, a somiglianza delle glandule facciali d'alcuni altri ruminanti. Nell'antilope nana di sesso maschile, si trova una secrezione glandulare di reazione acida che possiede un odore penetrante, e che ha parte nella vita sessuale, come eccitante per la femmina. La secrezione di questa è alcalina e inodora. Il fatto che il secreto glandulare azzurro del *Cephalolophus pygmaeus* contiene albumina, è importante per la filogenia delle glandule mammarie.

marie degli altri mammiferi, nella loro struttura si grossolana che fina, si dipartono da quelle dei monotremi e si mostrano quali glandule sebacee, il Gegenbaur ne conclude un'origine difiletica degli organi mammali dei mammiferi. In seguito al succhiamento, le glandule sebacee (che sono presenti, oltre le sudorifere, anche nell'echidna, e la loro doppia esistenza nel campo glandulare deve far ritenere i monotremi, anche per ciò, quali mammiferi primitivi) raggiunsero evidentemente il sopravvento sulle glandule sudorifere. Per ciò che riguarda la natura chimica della secrezione, si ha poca tendenza, fondandosi sulla struttura delle glandule, a chiamarlo *latte* presso i monotremi. Su di ciò occorrono ulteriori ricerche, come pure sul modo con cui il piccolo assorbe il secreto. Infatti, nei monotremi non sono sviluppati i *capezzoli*, e si deve quindi credere che la secrezione goccioli lungo i peli, che si trovano in tal posto, a mo' di ciuffo (fig. 19, A † †), e così venga leccata dai piccoli (Haacke).

Mentre nell'ornitorinco l'uovo, che quando s'apre contiene già feti maturi, è sotterrato dalla madre in un buco entro terra, si forma nell'echidna, per suo ricettacolo, un marsupio, in cui l'uovo si trattiene per lungo tempo (fig. 19, B B). Quando l'ovo s'apre, il piccolo prende il latte, verosimilmente nel modo sopra indicato (1).

Le glandule mammarie s'aprono là dove stanno i già descritti ciuffi, in due pieghe cutanee sui lati del marsupio. Esse possono essere chiamate *tasche mammarie*, e sono assai importanti, perchè danno il punto di partenza per lo sviluppo delle diverse forme di capezzoli nei mammiferi superiori ai monotremi.

L'abbozzo delle tasche mammarie si ripete ontogeneticamente introflettendosi la epidermide verso il corio, e spingendo in dentro, dal fondo della tasca (campo glandulare), dei processi cilindrici, più o meno ramificati. Questi ultimi solo sono le vere glandule, mentre la tasca mammaria non è altro che la superficie cutanea introflessa e come tale può portare tutte le formazioni che geneticamente appartengono alla pelle, cioè i peli, ecc.

Ora, come ha mostrato Gegenbaur, ci sono due modalità di formazione del capezzolo. O si solleva il bordo cutaneo che limita la tasca, e si forma allora un canale sul cui fondo sboccano i singoli canali glandulari (fig. 20 B), o il campo glandulare si innalza in una papilla, mentre il bordo cutaneo recede. In questo caso (fig. 20 A), che ha luogo nei marsupiali, nei prosimii, nelle scimmie e nell'uomo, i capezzoli sarebbero una formazione *secondaria*; nell'altro, che ha luogo nei carnivori, nei maiali, nei cavalli e nei rumi-

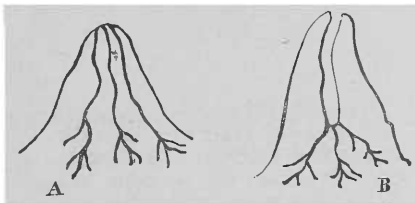


Fig. 20. — A Capezzolo vero, B Secondo capezzolo (da GEGENBAUR).

(1) Il marsupio, che è diretto col suo fondo contro la parte posteriore del corpo, si allarga quando contiene il piccolo, tanto da raggiungere la lunghezza di 4 pollici. Quando questo abbandona la madre, il sacco torna a ridursi, cosicchè non è possibile, per questo rapporto, far distinzione fra le femmine senz'ova e le giovani dell'*Echidna*.

nanti, sarebbero, invece, una formazione primaria. Questa si trova già incamminata in alcuni marsupiali (*Phalangista vulpina*) e prosegue nei carnivori.

Il numero dei capezzoli corrisponde, in generale, al numero dei giovani contemporaneamente sviluppantisi. Per lo più, come nei carnivori e suini, essi sono allineati in due serie pettorali e ventrali quasi parallele, oppure stanno nella regione inguinale, come presso gli ungulati e i cetacei, o son limitati al petto, come negli elefanti, nei sirenidi, in parecchie proscimmie, nei chirotterti e nei primati.

Nel maschio le glandule mammarie sono in regressione. Tuttavia, accade talora che i neonati e talora anche i giovani puberi producan latte. Si trovarono anche dei capri e dei montoni (castrati) che davan latte. Assai notevole è la presenza di mammelle e capezzoli soprannumerarii nell'uomo e nella donna (*polimastia* e *politelia*). Essi si trovano nella regione del torace, e si devono considerare come un ritorno a una forma primitiva caratterizzata da più numerose mammelle, e da un maggior numero di figli prodotti a un sol parto. Tale regressione dalla *polimastia* alla *bimastia*, si compie oggi sotto i nostri occhi, nei *prosimii*. In essi i capezzoli addominali e inguinali subiscono una metamorfosi regressiva, mentre il paio pettorale si aumenta. Ciò sta in coincidenza col fatto che la maggior parte dei *prosimii* partorisce un sol paio di figli, che portan con sé al petto. Così possono muoversi più speditamente e liberamente (p. es. nell'arrampicarsi), e tale cosa spiega il regredire delle altre mammelle.

Le masse glandulari, dapprima strettamente unite fra loro, in seguito si allargano, e si differenziano in *acini*, *dotti lattei*, *seni lattei*, e *condotti escretori*. L'intero tessuto connettivo, pieno zeppo di corpuscoli sanguigni (leucociti), e probabilmente gli elementi conosciuti sotto il nome di colostro e di globuli lattei, devono la loro origine ai leucociti che attraversano le pareti degli acini.

Bibliografia.

- Carrière J. *Die postembr. Entwicklung der Epidermis des Siredon pisciformis*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 24, 1884.
- Cattaneo G. *Sulla disposizione e lo sviluppo delle cellule pigmentali nelle larve dell'Axolotl*. Bollett. scient. 1886.
- Ecker A. e Wiedersheim R. *Die Anatomie des Frosches*. Braunschweig 1864-82.
- Gegenbaur G. *Zur genaueren Kenntniss der Sitzten der Säugethiere*. Morphol. Jahrb. Vol. 1, 1876.
- Idem, *Zur Kenntniss der Mammarorgane der Monotremen*. Leipzig, 1886.
- Haacke W. *Eierlegende Säugethiere*. Humboldt. Anno VI, Stuttgart 1887.
- Kerbert C. *Ueber die Haut der Reptilien und anderer Wirbelthiere*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XIII.
- Klaatsch H. *Zur Morphologie der Säugethierzitzen*. Morph. Jahrb. Vol. 9, 1883.
- Kölliker A. *Die menschl. Nägel* Zeitschr. f. wiss. Zool. 1887.
- Leichtenstern. *Ueber überzählige Brüste*. Arch. f. pathol. Anat. 1878.
- Leydig. *Ueber die allgem. Bedeckungen der Amphibien*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 12, 1876.
- Leydig. *Haut der Süßwasserfische*. Zeitsch. wiss. Zool. 1880.
- Idem, *Neue Beiträge zur anatomische Kenntniss der Hautdecke und Haut-Sin-nenorgane der Fische*. Halle 1879.

mose dei pesci (1), come le ossa di copertura del cinto toracico e del cranio primordiale.

Mi approfondirò su questo punto nel capitolo sullo scheletro cutaneo, indicando la tipica successione ereditaria dai pesci ai mammiferi di quelle

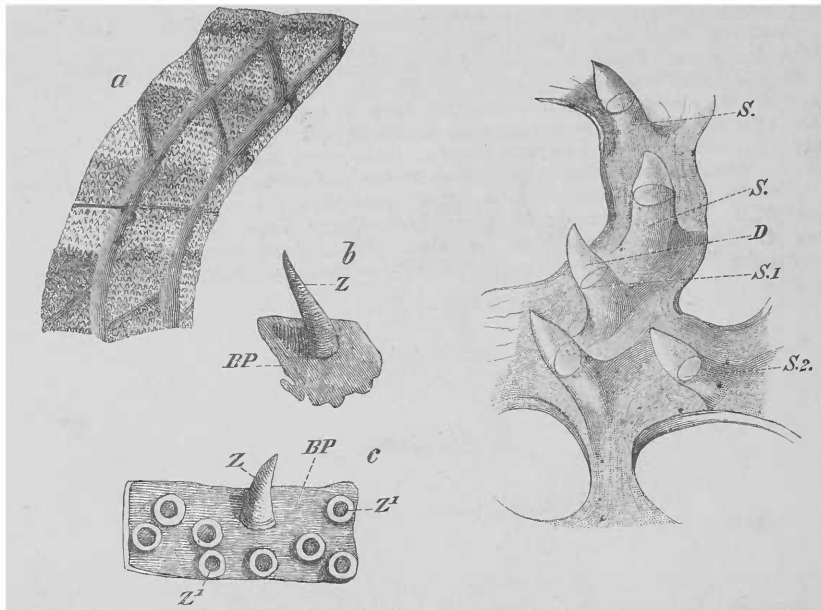


Fig. 21. — (da O. HERTWIG) *a* Armatura cutanea dell'*Hypostoma*, *b* Dentelli della pelle del ventre del *Callichthys*, *c* Placchette delle pinne (pinna caudale) dell'*Hypostoma*, *Z* Dentelli cutanei che in *Z'* sono strappati dalla loro base, *BP* Placca basale.

Fig. 22. — Dentelli cutanei del *Protopterus*, *D* Dentelli, *S* Base dei dentelli, la cui apertura superiore in *S*¹, *S*² si vede attraverso al dente trasparente *S* in sezione ottica.

ossa di copertura che si chiamano frontali e parietali. Però, nel loro sviluppo ontogenetico non si ripete un abbozzo di dentelli con le loro basi, e questo deve considerarsi come un'abbreviazione di sviluppo. La miglior prova è data dall'abbozzo embrionale del vomere e di altre ossa della cavità boccale, il cui sviluppo dai dentelli dev'essere notato specialmente negli anfibi.

Poche tracce hanno ereditato gli attuali anfibi delle forti armature cutanee appartenenti alle forme antiche. Si possono ascrivere a queste le placche ossee che si sviluppano sulla pelle del dorso di alcuni anuri (*Ceratophrys dorsata* e *Ephippifer aurantiacus*) e, inoltre, le scaglie frapposte alle sporgenze cutanee degli anfibi apodi (cecilie e gimnofioni). Per le loro scaglie, le cecilie si possono far risalire alle antiche salamandre (*Discosaurus*) del carbonifero.

(1) Il punto di partenza è dato dalle squamme placoidi dei selaci. Le squamme ganoidi con superficie levigata e speculari, cioè con uno strato di smalto, si trovano per eccellenza nel *Lepidosteus* e nel *Polypterus*. Gli storioni posseggono placche ossee, la spatularia è nuda. Nei teleostei si distinguono squamme cicloidi e ctenoidi; le prime hanno il margine intero e arrotondato, le altre dentellato. Tra le une e le altre esistono diverse forme di passaggio.

Ancor più grandi corazze posseggono i rettili, come quella di parecchi ornistoscelidi (*Stegosaurus*). In essi si sviluppano placche ossee lunghe un metro e spine ossee di 63 cm. di lunghezza nella regione dorsale. Anche il *Teleosaurus* e il triasico *Aëtosaurus ferratus* possedevano un potente esoscheletro. Tra i rettili attuali, i coccodrilli, e specialmente

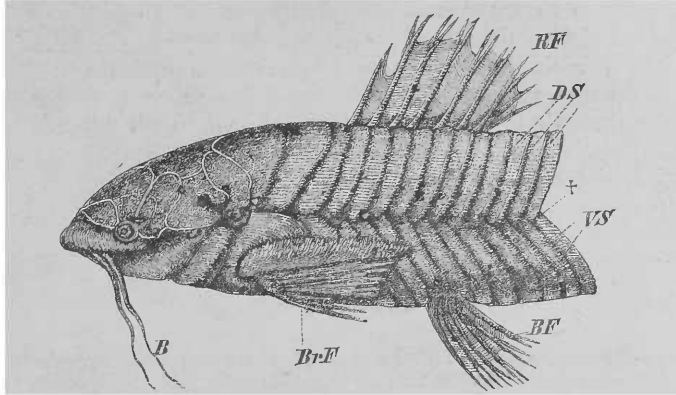


Fig. 23. — *Dermascheletro del Callichthys*, B Bargigli, Br F Pinna pettorale, BF Pinna ventrale, RF Pinna dorsale, DS e VS Scudo osseo dorsale e ventrale.

le tartarughe, si distinguono per il loro scheletro cutaneo assai sviluppato. Nelle tartarughe si distingue poi uno scudo dorsale e uno ventrale (*carapace e piastrone*) formati di diversi pezzi. Entrambi si formano in parte indipendentemente dallo scheletro interno cartilagineo preformato e quindi sono pure ossificazioni connessive, il che non esclude che lo scheletro esterno, in parecchi punti, non entri in istretta rela-

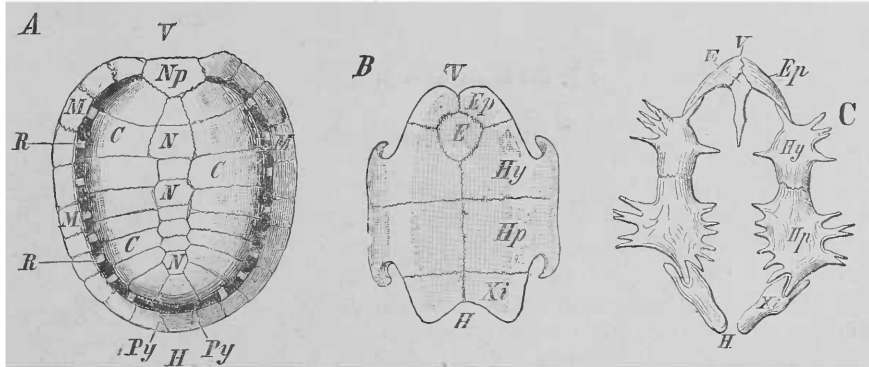


Fig. 24. — A e B Carapace e piastrone di una giovane *Testudo graeca*. C Piastrone della *Chelonia midas*, NN Piastre neurali, CC Piastre costali, MM Piastre marginali, NP Piastra nucale, Py, Py Piastre anali, E Entopiastrone, Ep Epipiastrone, Hy Hyopiastrone, Hp Hypopiastrone, Xi Xifipiastrone (V parte anteriore, H parte posteriore).

zione con l'interno, portandovi anche degli spostamenti. Per le singole parti del carapace e del piastrone, vedi fig. 24, A, B, C.

Già notammo nel capitolo sui tegumenti, che gli uccelli non presentano scheletro cutaneo.

Tra i mammiferi solo i *Loricata* (armadillo) posseggono uno scheletro cutaneo. Esso è formato da uno scudo dorsale composto da cinque piastre tra loro unite in modo da potersi muovere fra loro. Una piastra copre il capo, la seconda il collo, la terza le spalle, la quarta e la quinta le regioni dorsale, lombare e del bacino (1). Anche la coda e le membra possono essere coperte da anelli ossei incompleti e da piastre. Se questo scheletro derivi direttamente da quello dei rettili, è molto dubbio; più verosimilmente è una formazione indipendente.

Vi è, dunque, un regresso nello scheletro esterno, il quale non ha più gran parte nelle forme attuali e specialmente negli animali superiori. Il contrario avviene per lo scheletro interno di ben maggiore importanza morfologica, del quale ora parleremo.

Bibliografia.

- Credner H.** *Die Stegocephalen (Labyrinthodonten) aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden.* Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellschaft, 1881-1887.
- Fritsch A.** *Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens.* Prag.
- Hertwig O.** *Ueber Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier.* Jenaische Zeitschr. Vol. VII, 1881.
- Idem,** *Ueber das Hautskelet der Fische* Morphol. Jahrb. Vol. II, 1876.
- Marsh O. C.** Numerose comunicazioni nell'American Journal of Science and Arts.
- Rütimeyer L.** *Ueber den Bau von Schale und Schädel bei lebend. und fossilen Schildkröten.* Verhdlg. d. naturf. Ges. in Basel. VI, 1.
- Wiedersheim R.** *Die Anatomie der Gymnophionen.* Jena, 1879.
- Idem,** *Zur Histologie der Dipnoërschuppen.* Arch. f. mikr. Anatomie Vol. XVIII, 1880.

II. Scheletro interno.

I. Colonna vertebrale.

La formazione che precede non solo la colonna vertebrale, ma l'intero scheletro, è, come vedemmo nell'introduzione embriologica, un cordone elastico che percorre l'asse longitudinale dell'embrione (*corda dorsale*). E affilato alle due estremità ed è costituito da un tessuto che proviene dal foglietto interno, e perciò è di origine epiteliale. Epperò manca da principio qualsiasi sostanza intercellulare al parenchima composto di grandi cellule ricche di liquido, ma in seguito tra le cellule, circondate da una membrana, si formano dei vacuoli e, succedendo una metamorfosi mucosa del protoplasma, la corda subisce una regressione. Che questo processo possa aver luogo già nei primi stadii di sviluppo è provato da questo, che l'intero organo già da lungo tempo ha perduto la sua originaria funzione.

(1) In alcune specie, maggiore è il loro numero e diversa alquanto la loro disposizione.

Mentre questo processo si avvanza, delle cellule che stanno entro la corda rimangono solo le pareti; esse si appiattiscono lateralmente e il tessuto assume una struttura alveolata a maglia, simile a quella del midollo di sambuco. Altrimenti avviene alla periferia, ove le cellule restano ricche di succo e di protoplasma, e compiono la più importante funzione, dando origine alla guaina della corda (elastica o *limitans interna*),

Recentemente è diventato molto dubbio se sia giusto ritenere la guaina interna come qualche cosa di estraneo alla corda. Assai più verosimilmente si tratta di un differenziamento dello strato esterno di cellule, e quindi sarebbe una formazione inerente alla corda stessa (Lv off). Il concetto di guaina della corda dovrebbe, dunque, essere riservato solo allo strato scheletogeno o mesodermico che deriva dal tessuto dei somiti e che fin qui era detto guaina esterna della corda. Esso è di natura cellulare e fibrosa e, nei diversi gruppi di vertebrati, dà esempio di diverse modificazioni del tessuto connettivo disposto concentricamente. Senza estenderci maggiormente su di ciò, basterà notare che alla periferia dello strato scheletogeno può trovarsi un denso intreccio di fibre elastiche, nel qual caso la tunica è chiamata elastica o *limitans externa* (fig. 25 *Ee*).

Il tessuto fibroso dello strato scheletogeno si accresce solo dal lato dorsale della corda sopra il midollo spinale, e forma così un canale membranoso continuo, che si interrompe solo nei punti d'inserzione dei nervi spinali. In questo stadio, indicato col nome di *colonna vertebrale membranosa*, non si può ancora riconoscere una *segmentazione*, nella quale in seguito ha gran parte, come principio formativo, la muscolatura. Bisogna, però, notare che nella massa fibro-membranosa del tessuto scheletogeno, immediatamente vicino alla corda, appaiono punti cartilaginei, in *ordine segmentario* (formazione dei metameri) e son gli abbozzi dei *corpi di vertebra* e degli *archi vertebrali* (1). Così si raggiunge il secondo stadio di sviluppo della colonna vertebrale, lo *stadio cartilagineo*, finché si viene al processo di ossificazione (*stadio osseo*). Le parti che non si consolidano, diventano i legamenti intervertebrali.

Con i descritti differenziamenti del tessuto scheletogeno, la corda dorsale nei diversi gruppi di vertebrati subisce un diverso destino; poiché essa può continuare ed accrescersi in un cordone cilindrico omo-

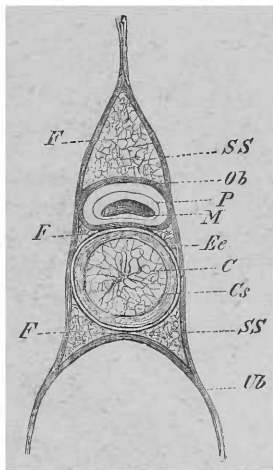


Fig. 25. — Sezione trasversale della colonna vertebrale dell'*Ammocoetes*. C Chorda, Cs Guaina della corda (strato scheletogeno), Ee Elastica, SS Tessuto fibrillare, Ob Archi superiori, Ub Archi inferiori, F Tessuto adiposo, M midollo spinale, P Pia madre.

(1) Come è provato dalle scoperte paleontologiche dell'epoca permiana (*Pelycosauria*), ciascun corpo di vertebra dappincipio dev'essere considerato come composto di parecchi elementi. Nei detti animali si trovano due cunei laterali (*Centra propria* di COPE), sormontati dagli archi superiori, provenienti da due abbozzi ossei pari, con loro processi. Tra le vertebre è frapposto l'*Intercentrum* di COPE o l'*Hypocentrum* di GAUDRY. Questo funge da sorreggitore delle coste. Tutti questi diversi centri ossei sono da riferirsi a cause meccaniche (moto serpeggiante) che operarono nel corso della filogenia.

geneo, o aver lateralmente delle limitazioni d'accrescimento (strozzamenti), o, finalmente, può sparire affatto.

Si aggiungono poi, in istadio cartilagineo o osseo, le diverse forme di apofisi (processi spinosi, trasversi, articolari, ecc.) o avviene la fusione di varie vertebre, come nella regione cervicale, sacrale e coccigea.

La vecchia anatomia ha chiamato gli archi circondanti il midollo *Neurapofisi* e quelli che partono dal corpo di vertebra, diretti verso il lato ventrale, e qua e là circondanti i grandi vasi sanguigni che scorrono lungo l'asse longitudinale del corpo, *Ematoapofisi*.

Tutti questi stadi *ontogenetici* trovano il loro esatto parallelo nello sviluppo filogenetico, come vedremo nel capitolo seguente.

Pesci e Dipneusti.

La colonna vertebrale di tutti i pesci si distingue per il carattere assai unitario dei suoi elementi, cosicchè si può solo distinguere un tronco e una coda. Il punto di limitazione coincide con la terminazione della cavità del corpo.

Mentre la corda dorsale dell'*Amphioxus*, che attraversa il corpo in tutta la sua lunghezza ed è avvolto solo da un molle blastema, presenta un tipo affatto primitivo, embrionale, non segmentato, nella serie dei ciclostomi, e specialmente nel *Petromyzon*, appaiono elementi cartilaginei di diverse forme, i quali partono direttamente dalla soda e fi-

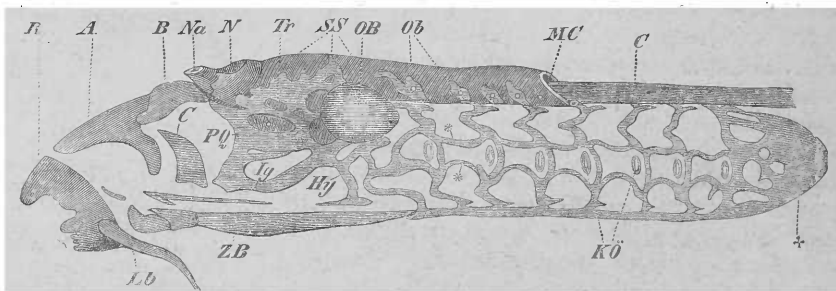


Fig. 26. — Scheletro del capo del *Petromyzon Planeri*. *Lb* Cartilagine labiale, *R* Cartilagine di chiusura della bocca succiante, *A*, *B*, *C* Placche di sostegno della bocca, *ZB* Osso linguale, *Na* Apertura nasale esterna, *N* Sacco nasale, *Tr* Trabecole, *PQ* Palato quadrato, *Ig* Lamina appartenente al palato quadrato, *SS* Tubo cranico fibroso, che posteriormente in *MC* (canale midollare) è tagliato trasversalmente, *OB* Vescicola uditiva, *Ob* Archi superiori, *Hy* Joida, *KÖ* Aperture branchiali, † Sacco cieco posteriore della gabbia branchiale, ** Lamine trasversali della gabbia branchiale, *C* Corda dorsale.

brillare guaina della corda, in forma di archi rudimentali, senza, però, riunirsi sulla linea mediana dal lato dorsale. Questi pezzi cartilaginei, due paia dei quali corrispondono a un segmento muscolare, sono omologhi ai *pezzi intercalari* dei selaci, di cui parleremo in seguito, ed è in conseguenza regolare l'inserzione dei nervi spinali. Essi servono in prima linea come punti di attacco e di origine dei muscoli, i quali guadagnano in efficacia, mentre il midollo spinale acquista un apparecchio di sostegno.

Nella regione mediana e dorsale del corpo, sonvi anche i processi spinosi che s'innalzano dagli archi vertebrali. Nella regione caudale, in cui gli archi confluiscono in una lamina cartilaginea continua, appariscono anche degli archi inferiori, e questi si uniscono mercè i processi spinosi inferiori nell'identica guisa dei processi superiori (v. pag. 34 ove si parla delle neuroemato-apofisi).

Nell'*Ammocoetes* si trovano elementi cartilaginei solo alla regione caudale. La cartilagine caudale della *Myxine* e del *Bdellostoma* somiglia assai a quella delle lamprede e dell'*Ammocoetes*. In tutte si distinguono i processi cartilaginei spinosi da quelli delle razze e dei pescicani, perchè quelli sono asegmentati. Due sottili strisce cartilaginee, che dalla base del cranio del *Petromyzon* si estendono all'indietro verso il lato ventrale della corda, sono segmentati, sebbene irregolarmente, e possono valere quali i primi accenni dei corpi di vertebra, come succede identicamente nella *Chimaera*. Anche negli storioni si trovano simili formazioni.

Vediamo, dunque, che i mixinoidi e l'*Ammocoetes* con la loro colonna vertebrale non segmentata, offrono uno sviluppo più basso di quello del *Petromyzon*, in cui non si possono sconoscere delle tracce di segmentazione.

A queste condizioni dei ciclostomi si possono direttamente riannodare quelle dei *ganoidi cartilaginei*, delle *chimere* e dei *dipneusti*, poichè in essi il carattere metamerico è espresso essenzialmente dagli archi superiori.

Funge in essi da corpo di vertebra la soda guaina della corda, stratificata concentricamente (fig. 28, *Cs*), in cui si sviluppano, si al lato

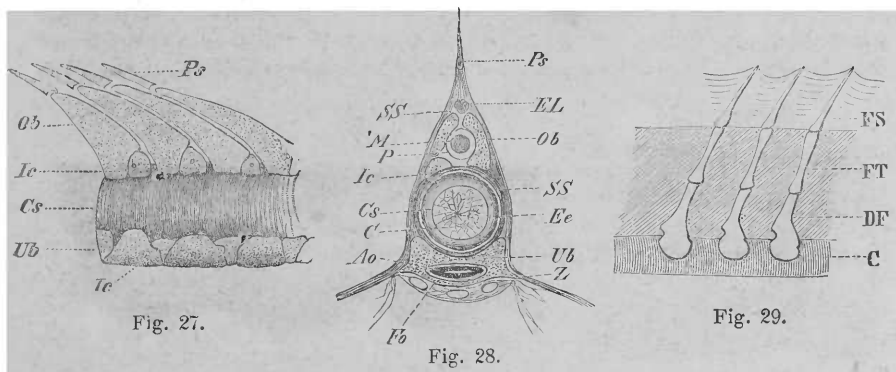


Fig. 27. — Colonna vertebrale della *Spatularia* vi sta da lato. — Fig. 28. — Colonna vertebrale dell'*Acipenser ruthenus* nella parte anteriore del corpo. *Ps* Processi spinosi, *EL* Legamenti elastici longitudinali, *SS* Tessuto fibrillare, *Ob* Archi superiori, *M* Midollo spinale, *P* Pia madre, *Ic* Pezzi intercalari, *Cs* Guaina della corda, *C* Corda dorsale, *Ee* Elastica esterna, *Ub* Archi inferiori, *Ao* Aorta, *Fo* Lamine trasversali degli ultimi archi (mediani), circondanti l'aorta dal lato ventrale, *Z* Moncone basale dell'arco inferiore.

Fig. 29. — Pezzo della colonna vertebrale del *Protopterus*, vista da lato, *C* Corda dorsale, *DF* Processi spinosi, *FT* Sostegni dalle pinne, *FS* Raggi pinneali.

dorsale che al lato ventrale, delle placche cartilaginee appaiate. Le dorsali si sviluppano a formare gli archi superiori, le ventrali gli inferiori (fig. 27, 28 *Ob*, *Ub*). Questi ultimi, nella regione caudale, circondano l'aorta e la vena caudale, mentre anteriormente non v'è fusione delle cartilagini sulla linea mediana, e perciò gli archi inferiori terminano da ogni parte in zaffi cartilaginei diretti lateralmente o *mon-*

coni basali, che rimangono disarticolati, e possono presentare un simulacro di coste. Lo stesso avviene nei selaci e nei teleostei. Nei ganoidi cartilaginei e nei selaci, per l'ulteriore consolidamento della colonna vertebrale vi sono tra gli archi superiori e inferiori i così detti *pezzi intercalari* (fig. 27, 28 *Ic*).

Un grado assai più alto raggiunge la colonna vertebrale dei *ganoidi ossei*, poichè in essi si sviluppa una cartilagine ad anello intorno

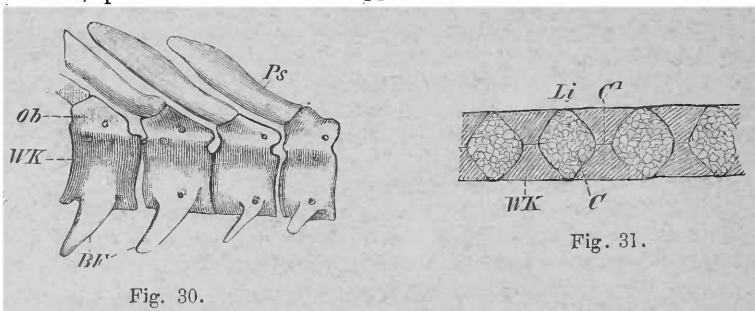


Fig. 30. — Pezzo della colonna vertebrale del *Polypterus*. WK Corpo di vertebra, BF Processi o monconi basali, Ob Archi superiori, Ps Processi spinosi.

Fig. 31. — Schema dell'accrescimento intervertebrale della corda. CC' Corda sviluppata e strozzata, WK Corpo di vertebra, Li Legamenti intervertebrali.

alla corda da cui derivano immediatamente gli archi e da cui anche prende partenza la formazione di veri corpi di vertebra. Contemporaneamente, nell'intera vertebra ha luogo un processo di ossificazione esteso, che dà alla colonna vertebrale il suo solido e consistente aspetto.

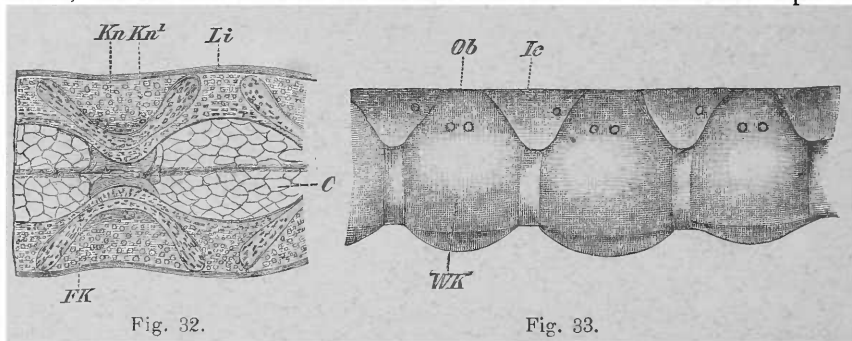


Fig. 32. — Pezzo della colonna vertebrale d'un giovane *Scyllium* (CARTIER) C Corda, Kn, Kn' Zona cartilaginea esterna ed interna, FK Masse fibro-cartilaginee frappeste, in via di calcificazione. Li Legamento intervertebrale.

Fig. 33. — Pezzo della colonna vertebrale di *Scymnus*. WK Corpo di vertebra, Ob Archi superiori, Ic Pezzi intercalari. Le lacune fra gli archi e i pezzi intercalari indicano l'uscita dei nervi spinali.

In seguito, però, la corda non mostra un accrescimento omogeneo, ma nel centro d'ogni corpo di vertebra, subisce una strozzatura o si oblitera affatto, mentre tra l'uno e l'altro corpo di vertebra rimane allargata e così tra essi è ammassata una sostanza cementaria o riempitiva, come si vede nella fig. 31, CC' In parecchi altri pesci, cioè nei selaci

e teleostei, troviamo lo stesso processo, e quindi le loro vertebre sono *biconcave*, presentando sulle loro due opposte faccie due vani di forma conica.

Una rimarchevole eccezione a questa regola, ci è porta da un ganoide osseo, dal *Lepidosteus*, tra le cui vertebre vi sono distinti legamenti. Alla faccia posteriore d'ogni corpo di vertebra si forma una fossa, in cui entra il capo articolare della vertebra immediatamente precedente. Negli esemplari adulti la corda (a eccezione della regione caudale) è completamente scomparsa, ma nel periodo fetale si mostra esistente nell'interno delle vertebre, mentre è strozzata tra l'una e l'altra vertebra, come avviene in tipi più elevati, cioè nei rettili.

Il carattere primitivo della colonna vertebrale dei pesci trova la sua espressione anche in ciò, che solo eccezionalmente ha luogo una coalescenza

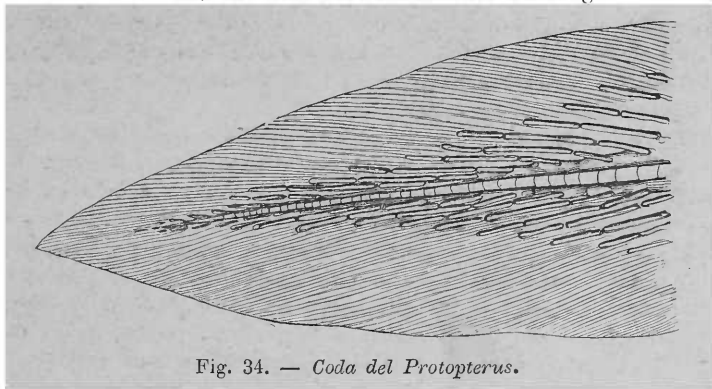


Fig. 34. — Coda del *Protopterus*.

dorsale delle parti degli archi. Di solito, l'unione ha luogo mercè speciali placchette cartilaginee, e ne nasce un legamento elastico continuo. Talora anche i processi spinosi s'innestano come piuoli tra le due metà dell'arco. Lo stesso vale per le formazioni omonime della parte centrale verso la coda.

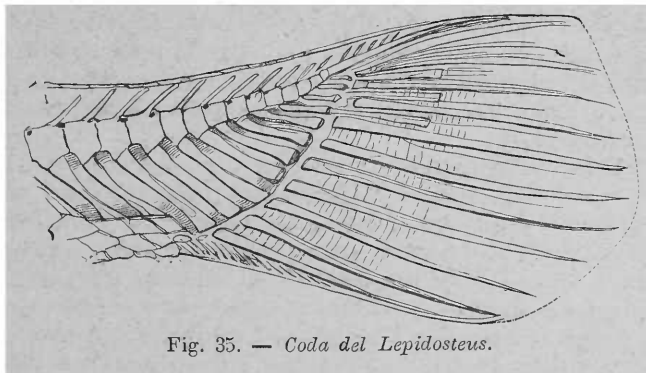


Fig. 35. — Coda del *Lepidosteus*.

I pescicani e i ganoidi posseggono un numero di vertebre assai maggiore dei teleostei (fino a 400), mentre questi di rado ne hanno più di 70; però, l'anguilla ne ha circa 200.

Un'attenzione speciale richiede la colonna caudale dei pesci e dobbiamo partire dalle disposizioni primitive dell'*Amphioxus*, dei *ciclostomi* e dei *dipnoi*. In essi la corda dorsale va fino alla parte poste-

riore del capo, ed è simmetricamente circondata dalla pinna caudale (*coda omocerca*). Tale disposizione avvertiamo anche nei pesci devoniani, come negli stadii giovanili dei teleostei (fig. 34). Ma in essi, per un ineguale accrescimento, ha luogo un più forte sviluppo della metà ventrale della pinna caudale o almeno del suo scheletro, epperò la colonna vertebrale subisce un rivolgimento in alto (*coda eterocerca*) (fig. 35). L'eterocerchia può essere assai notevole (come in alcuni pesci fossili) o è solo interna, ed è esternamente mascherata da una pinna codale più o meno simmetrica (*Lepidosteus, Amia, Salmo, Esox, ecc.*).

Anfibii.

Fuorchè nei gimnofioni apodi, si può distinguere nella colonna vertebrale di tutti gli anfibia una regione cervicale, pettorale, lombare, sacrale e caudale e questa divisione in numerose regioni continua in tutti i tipi superiori fino ai mammiferi.

Come nella maggior parte dei pesci, anche nelle larve degli urodela la corda dorsale ha delle strozzature vertebrali, mentre la parte intervertebrale rimane dilatata. Essi, dunque, hanno delle vertebre anfi-cele; in seguito si sviluppano delle masse cartilaginee intervertebrali, le quali, crescendo verso il centro, limitano sempre più la corda dorsale fino a farla scomparire. Finalmente, sopravviene un processo differenziativo o di riassorbimento dalla periferia al centro nelle cartilagini; nel loro interno si forma una cavità articolare, cosicchè nel corpo di vertebra degli urodela più elevati vi è anteriormente un capo articolare rivestito di cartilagine, e posteriormente una cavità pure cartilaginea (vertebre opistocele). Per la spiegazione di ciò, vedi fig. 36 *ABCD*.

Nello sviluppo della colonna vertebrale degli urodela si possono, quindi, distinguere tre stadi. I. Unione dei singoli corpi di vertebra con rigonfiamenti intervertebrali della corda dorsale. II. Unione mercè masse cartilaginee intervertebrali. III. Unione articolata. Questi tre stadi hanno i loro esatti paralleli nella filogenia degli urodela, poichè tutte le forme fossili, come gli stegocefali del carbonifero, i labirintodonti, gli ictiodi, i derotremi, e molte salamandrine hanno vertebre biconcave, senza capi e cavità articolari (1).

Mentre le vertebre degli urodela non si sviluppano dalla guaina della corda, ma dal connessivo circostante, senza focolai cartilaginei preformati, quelle degli anfibia anuri, come quelle dei selaci, dei ganoidi ossei e dei vertebrati superiori, sono preformate sotto aspetto cartilagineo. Tra i singoli corpi di vertebra vi sono sempre vere articolazioni, e il capo articolare è solitamente posteriore, mentre la cavità è anteriore (vertebre procele). Un'ulteriore distinzione si trova nel modo di comportarsi della corda, la cui parte intervertebrale persiste più a

(1) Le salamandre paleozoiche possono avere tre diverse strutture vertebrali e possono perciò distinguersi in tre gruppi. I *Rachitomi*: corpo vertebrale formato da un complesso di più centri ossei, al quale è unito sempre un solo arco. II *Embolomeri*: ogni vertebra è costituita da due segmenti posti l'uno dietro l'altro. V'è un solo arco superiore per ogni gruppo di due corpi di vertebra. III *Stegocefali*: corpo di vertebra unico con arco superiore.

lungo della vertebrale, come avviene nei rettili. Finalmente, dobbiamo notare la struttura della parte caudale, come capitale differenza fra anuri e urodeli. La lunga parte caudale della colonna vertebrale dei girini di rana che ricorda quella degli urodeli, subisce, con lo sviluppo dell'animale, una lenta metamorfosi regressiva, e le vertebre del tronco si fondono in un lungo osso inarticolato stiliforme, il così detto *os coccygis* (fig. 37 Oc).

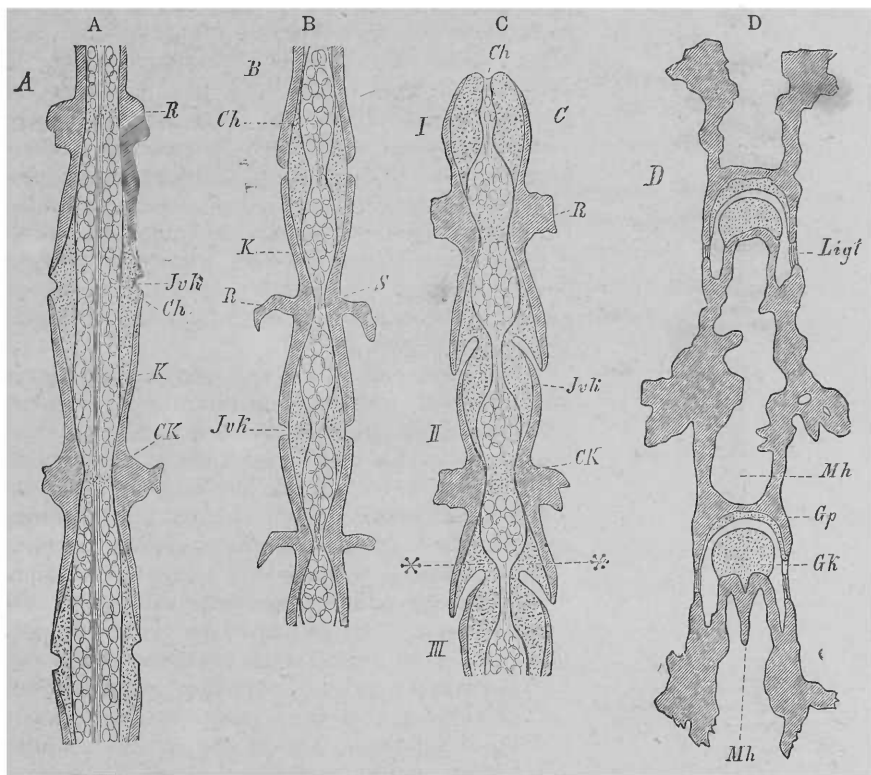


Fig. 36. — Sezione longitudinale della colonna vertebrale di alcuni urodeli. **A** del *Ranodon sib.*, **B** dell'*Amblystoma tigrinum*, **C** del *Gyrinophilus porphyri* (3 prime vertebre, I, II, III), **D** della *Salamandrina perspicillata*, *Ch* Corda, *Ivk* Cartilagine intervertebrale, *CK* Cellule cartilaginee e adipose intervertebrali, *K* Mantello osseo periferico dei corpi di vertebra, *R* Coste e processi trasversali, *S* Strozzamento intervertebrale della corda nell'*Amblystoma tigrinum* senza cellule cartilaginee e adipose, * Commessure cartilaginee intervertebrali, *Mh*, *Mh* Cavità midollare, *Gp*, *Gk* cavità e capo articolare, *Ligf* Legamenti intervertebrali.

Gli archi vertebrali superiori spuntano in connessione diretta col corpo vertebrale e ciò vale anche per gl'inferiori. Questi ultimi sono limitati solo alla parte caudale negli urodeli e corrispondono evidentemente ai già ricordati monconi basali dei ganoidi. Gli anteriori funzionano talvolta come sostegni delle coste e ciò basta per ritenere inaccettabile il vecchio concetto che gli archi inferiori siano processi trasversali modificati o coste divenute immobili (Wiedersheim).

I processi spinosi, come i processi trasversali solitamente a doppia radice, che appaiono dalla seconda vertebra in poi, hanno delle forme e delle dimensioni diversissime, che variano a seconda delle regioni del corpo. In tutti gli anuri ha uno sviluppo singolarmente notevole il processo trasversale dell'unica vertebra sacrale portante il bacino.

In ciascuna vertebra distinguonsi presso tutti gli anfibi due paia di *processi articolari* o *obliqui*, che son disposti all'anteriore e posteriore

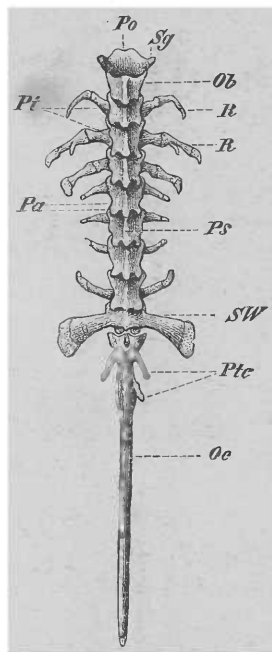


Fig. 37. — *Colonna vertebrale del Discoglossus pictus*. *Pa* Processi articolari, *Ps* Processi spinosi, *Pt* Processi trasversi della regione dorsale, *Ptc* Processi trasversi della regione caudale, *Oc* Osso coccigeo, *SW* Vertebre sacrali, *Ob* Archi superiori della prima vertebra, *Sg* Superfici articolari laterali, *Po* Processo anteriore, *R* Coste.

circonferenza della base degli archi vertebrali e da vertebra a vertebra si raggiungono a embrice con la loro superficie cartilaginosa (fig. 37 *Pa*). Se si pensa poi al modo di comportarsi dei processi spinosi che, come vedemmo, in parecchi urodeli si possono fra loro articolare, si comprende come dalla colonna vertebrale poco pieghevole dei ganoidi e dei selaci, possa provenire l'elegante e pieghevole colonna degli anfibi e specialmente degli urodeli, mutamento che si deve ascrivere, in ultima istanza, al mutato modo di esistenza di questi animali, adattatisi alla vita all'asciutto.

Ci resta ora a dare uno sguardo alla prima vertebra del tronco, cioè all'ultima vertebra cervicale degli anfibi. In causa delle sue relazioni col cranio, essa è modificata in un modo che non si trova affatto in tutta la serie dei pesci. Dagli anfibi in poi si nota una tendenza allo stabilirsi di una sempre maggiore mobilità fra le vertebre cervicali e il cranio. La prima vertebra degli anfibi si distingue dalle altre vertebre massime per un carattere negativo; perchè essa è costituita da un semplice anello con un piccolissimo corpo di vertebra; mancano sempre le coste, e i processi trasversali o mancano o sono rudimentali. Per il suo diretto contatto col cranio, questa vertebra fu detta *atlante* e ciò a torto, poichè il vero atlante degli anfibi, corrisponde alla prima vertebra degli altri vertebrati, solo originariamente sta come corpo separato, ma poi perde la sua indipendenza e si fonde con la parte occipitale del cranio (Ph.

Stöhr). Perciò il così detto atlante degli anfibi non è un atlante, ma corrisponde all'epistrofeo o seconda vertebra dei vertebrati superiori.

Esso possiede alla circonferenza anteriore del suo arco inferiore un processo a forma di paletta e alla sua parte ventrale un processo coperto di cartilagine (processo odontoide) (fig. 37, *Po*), il quale si articola con la piastra basale del cranio. Il suo sviluppo prova che esso trae origine dal segmento posteriore della corda cranica cartilaginea, mentre quest'ultima a poco a poco si distacca dalla piastra basale per fondersi in sinostosi con la vertebra. A destra e a sinistra del processo

odontoide stanno due faccette (*Sg*) che si articolano con le ossa occipitali, le quali devono considerarsi come una trasformazione dei processi trasversi. I processi articolari sono sviluppati solo al margine posteriore.

Il numero delle vertebre appartenenti alle singole regioni della colonna vertebrale, è costantemente, negli anuri attuali, di otto vertebre presacrali e una sacrale, la quale ultima o è bene differenziata o è fusa col coccige che le sta dietro. Le rane del quaternario e del terziario possedevano in tutto undici vertebre ben distinte, e due formavano il coccige. Molto oscillante è il numero delle vertebre degli urodeli, di cui do qui uno specchietto. Osservo, però, che anche negli individui d'una stessa specie si possono trovare variazioni:

	Cervicali	Dorsali	Sacrali	Caudali	Somma
<i>Salamandrina perspicillata</i>	1	13	1	32—42	47—57
<i>Triton cristatus</i>	1	15	1	36	53
<i>Triton helveticus</i>	1	12	1	23—25	37—39
<i>Spelerpes fuscus</i>	1	14	1	23	39

Un numero di vertebre assai più grande si trova nei perennibranchi, derotremi e gimnofioni. Per esempio la *Siren lacertina* possiede circa 100 vertebre, e il proteo 60.

Rettili.

In contrapposto alle numerose forme fossili, solo pochi dei rettili attuali, cioè gli atterii e i gechi hanno durante la vita adulta le vertebre concave primitive, con corda dorsale intervertebrale. A ciò si aggiunga che la distinzione delle vertebre in parecchie parti, esistente nelle salamandre fossili, trovasi ancora indicata nei rincecefali mercè suture. Infatti, in essi si possono distinguere due mezzi archi superiori, il vero centro vertebrale e l'intercentro.

In tutti gli altri la corda rimane abbastanza allargata, tra l'una e l'altra vertebra, ma allo stato adulto sparisce senza lasciar traccia ed è rimpiazzata da tessuto osseo. In ciò ossia in una assai più solida ossificazione, sta la distinzione caratteristica tra lo scheletro degli ittiosidi e degli amnioti. Di solito, v'è un'articolazione di tipo procele tra i corpi di vertebra; fanno eccezione solo i suaccennati saurii con corda intervertebrale, come i coccodrilli in cui esistono *dischi connettivi intervertebrali*.

La distinzione in regioni e la presenza dei processi, è come negli anfibi: solo la parte cervicale non consta d'una sola, ma di parecchie vertebre sacrali (1) con processi trasversali. In tutti si trova un atlante composto di 3 pezzi (nei coccodrilli di 4) (pel cosiddetto *Proatlante* vedi

(1) Nei coccodrilli si trovano non di rado 3 vertebre sacrali, epperò il numero delle vertebre presacrali vien limitato. Ciò sta in parallelismo con quanto avviene nei mammiferi.

la fig. 38) e un *epistrofeo* con un processo odontoide, che sembra una neoformazione per rispetto agli anfibia. Il capo si muove liberamente; la colonna vertebrale è nettamente distinta in parecchie regioni.

Però, nei serpenti, nelle anfesibene e nei gimnofioni (v. sopra), in causa della mancanza del cinto toracico, si distingue solo una regione del tronco e della coda nella colonna vertebrale.

La colonna vertebrale delle tartarughe è molto variabile, con oscillazioni individuali; in uno stesso individuo si possono alternare vertebre *pro-*

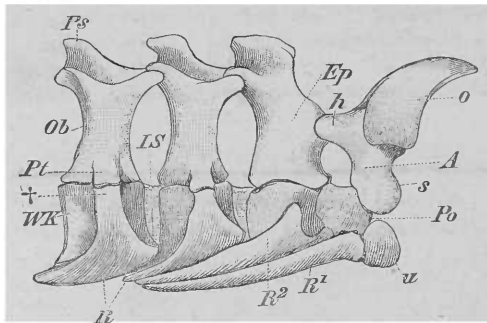


Fig. 38. — Parte anteriore della colonna vertebrale di un giovane coccodrillo. WK Corpo di vertebra, Ob Archi superiori, Ps Processi spinosi, LS Dischi intervertebrali, Ps Processi trasversi uscenti dalle radici degli archi, e in † articolantisi con le coste (*R*, *R*¹, *R*²), *A* Atlante a parte di chiusura anteriore di esso, *s* Sua parte ad arco, o il cosiddetto proatlante, ossia il rudimento di una vertebra esistente fra l'atlante e l'occipite, come ancor oggi si vede nei rincocefali e nei camaleonti, *Ep* Epistrofeo, articolantisi in *h* con le parti laterali dell'atlante, *Po* Processo odontoideo.

cele, *anficela*, *opistocele*, *biconvesse*, con dischi vertebrali attraversati dalla corda. Talora nè nella regione caudale, nè nella cervicale vi sono speciali articolazioni, e allora la colonna vertebrale rimane in uno stadio embrionale (Testuggini di mare).

Una speciale attenzione merita la colonna vertebrale dei chelonii, anche perchè una buona parte di essa (8 vertebre) si fonde in sinostosi con le ossa dermatiche dello scudo dorsale, e diventa rigida e immobile nelle sue varie parti (cfr. lo scheletro cutaneo).

Il corpo di vertebra e gli archi degli ofidii, lacertini e chelonii sono fra loro uniti in sinostosi, ma nei coccodrilli sono separati da una sutura. Lo stesso ha luogo senza eccezione nei chelonii, p. es. nella *Chelonia midas*.

Quanto al numero delle vertebre delle varie regioni, vale quella legge generale, applicabile a tutti i vertebrati, che ogni singola regione si accresce sempre a spese delle vicine; così i lacertini hanno assai meno vertebre cervicali e quindi assai più dorsali, mentre in altri, specialmente nelle forme fossili (*Plesiosaurus*, ecc.), la parte cervicale prevale e la parte toracica si accorcia.

Presso i rettili antichi, che per mole e numero di specie superano gli attuali, l'osso sacro consta non di rado di più di due vertebre (fin 4-5).

Delle notevoli dimensioni di questi antichi rettili, si può avere un'idea da quanto segue:

L'*Atlantosaurus immanis* del nord-America, appartenente ai dinosauri, raggiungeva una lunghezza di circa 80 piedi, e aveva un femore lungo 8 piedi, largo 25 pollici. Il diametro trasversale delle singole vertebre era di 16 pollici, e l'*Apotosaurus laticollis* degli stessi strati possedeva delle vertebre cervicali larghe 3 piedi e mezzo.

Assai notevoli erano le vertebre dell'ittiosauro ed eosauo del caldo mare giurese, forme di connessione con gli attuali anfibia e saurii, e specialmente coi derotremi. Il corpo e gli archi vertebrali erano dischi appiattiti,

alti, profondamente biconcavi, come nei pesci; i processi trasversali rudimentali si trovano rappresentati da ogni lato da due protuberanze. Gli archi superiori non erano chiusi dal lato dorsale, come nei dipneusti e ganoidi, o lo erano solo mercè una cartilagine o del tessuto connettivo.

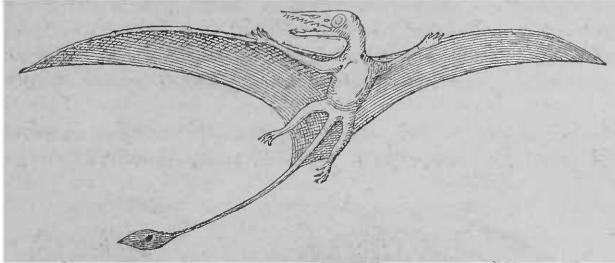


Fig. 39. — *Ramphorhynchus phyllurus* MARSH. Restaurato dal prof. O. C. MARSH.

L'intera colonna vertebrale si divide solo in due segmenti, perchè manca il sacro, cioè un segmento *precaudale* e uno *caudale*, quest'ultimo munito di archi inferiori.

Mentre le vertebre dell'ittiosauro si distinguono specialmente per caratteri negativi, quelle del plesiosauro, pliosauro, notosauro, simosauro, ecc. e



Fig. 40. — *Pterodactylus*, da GOLDFUSS (lo scheletro delle mani è accomodato).

quelle degli attuali rettili sono dotate di processi; tuttavia, anche in esse predomina il carattere *biconcavo*. Il corpo e gli archi, come nei dinosauri, sono, per lo più, distinti, ed esistono sempre delle vertebre sacrali. L'atlante e l'epistrofeo erano abbastanza sviluppati, e ciò vale anche pel plesiosauro

e pel pterodattilo. Le vertebre del collo di questi ultimi erano lunghe e strette, a mo' di quelle degli uccelli, e la coda rudimentale (fig. 40).

Di speciale interesse è anche il *Rhamphorhynchus phyllurus* Marsh del giura di Eichstädt; esso possedeva in fondo alla sua lunga colonna caudale, composta di pezzi assai svelti e sottili, una specie di *timone membranoso* (fig. 39). Si vedono benissimo nella pietrificazione i rudimenti di quest'ultimo, ed anche il *Pterodactylus* era munito di simile membrana di volo (fig. 40).

La conoscenza dei rettili fossili è perciò di grande interesse, perchè in molti gruppi troviamo importanti punti di raunodamento con gli uccelli.

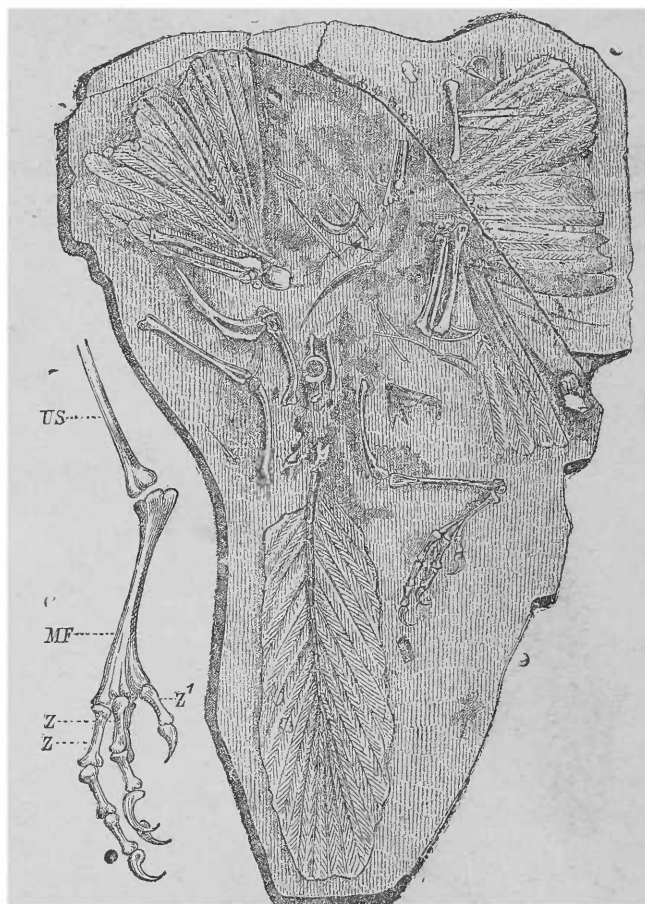


Fig. 41. — *Archaeopteryx lithographica* (da OWEN). Museo britannico. Al lato sinistro v'è una parte dell'estremità posteriore isolata e ingrandita *US* Gamba, *MF* Tarso, *ZZ'* Dita.

Che gli uccelli derivino da antenati rettili non v'è alcun dubbio, sebbene non sia possibile seguire in particolare le loro vie di discendenza nei periodi geologici; il materiale paleontologico che abbiamo finora non arriva a ciò. Fra cotesti resti sta a capo di tutti l'Archaeopteryx lithogra-

phica, più antico dei predetti e proveniente dal calcare giurese di Solenhofen. È un animale che riunisce in sé i caratteri specifici di un rettile e di un uccello. Di grande interesse è la parte caudale della colonna vertebrale, foggata di numerosi pezzi, come nei rettili. Che l'animale si lasci riconoscere per un uccello, che egli presenti una vera rivestitura di penne, e come le penne sian disposte in ordine biseriale alla coda, si vede nella fig. 41.

Uccelli.

Non solo dal lato filogenetico, ma anche dal lato ontogenetico, la colonna vertebrale degli uccelli coincide con quella dei rettili. In questi come in quelli la corda dorsale si perde completamente negli stadi adulti, e soprattutto vi si fa notare una forte ossificazione. Negli attuali uccelli adulti non s'incontrano mai vertebre biconcave, come nell'*Archaeopteryx*, e nell'*Ichthyornis* del cretaceo d'America, ma se ne trovano ancora tracce nell'embriologia. Solo negli ultimi stadii embrionali si viene all'opposta disposizione, come ho detto per i rettili.

Come in questi, si distingue negli uccelli una regione cervicale, dorsale, lombare, sacrale e coccigea. I corpi e gli archi delle vertebre sono sempre d'un sol pezzo, e non mai divisi come quelli di alcuni rettili. Ciò vale specialmente per l'atlante in cui abbastanza spesso il legamento trasversale che fissa il processo odontoiideo dell'epistrofeo può ossificarsi, cosicchè esso ruota in una specie di scatola ossea.

Nella parte cervicale che spesso è assai lunga e sottile, e dotata di straordinaria mobilità, i corpi di vertebra sono uniti fra loro da giunture a sella. I loro processi trasversali il cui fermaglio superiore s'attacca agli archi, e l'inferiore si spicca dal corpo, sono forati e in corrispondenza anche le terminazioni prossimali delle coste sono divise a forchetta (v. colonna vert. del coccodrillo, fig. 38).

Nella regione dorsale le vertebre sono reciprocamente poco mobili, anzi spesso riunite in una massa rigida, e i dischi connessivi fibro-cartilaginei che stanno tra di essi (forati nel loro centro) servono quale sostanza cementaria.

Per quanto riguarda la parte sacrale, la troviamo composta da due vertebre nei recenti rettili, mentre ve n'è cinque o sei nei fossili. È interessante, sotto questo rapporto, il fatto che negli embrioni d'uccelli solo due vertebre sacrali entrano dapprincipio in unione con le ossa iliache, mentre nello sviluppo successivo sempre un maggior numero di vertebre (lombali, toraciche, e caudali) sono comprese nel sacro, e fra loro fuse (Gegenbaur). Mentre le due vertebre suddette devono riguardarsi come vertebre sacrali vere o primarie (fig. 43 W), le altre devono riguardarsi come adattamenti secondarii. Il numero totale delle vertebre sacrali può ascendere fino a 1-3.

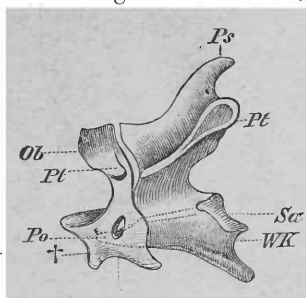


Fig. 42. — Atlante ed epistropheo del *Picus viridis*. Ob Arco sup. dell'atlante, † punto di articolazione dell'atlante col l'occipite, Po Processo odontoiideo, WK Corpo dell'epistropheo. Sa Superficie articolare a sella alla sua circonf. post., Pt Processi trasversi, Ps Processo spinoso dell'epistropheo.

I processi trasversali delle due vere vertebre sacrali, si ossificano *in se*, non in provenienza dagli archi vertebrali. Perciò essi devono essere morfologicamente considerati come *coste*, cosicchè anche qui, come negli anfibi e rettili, il bacino è specialmente sopportato dalle coste. Però, vi prendon parte anche i processi trasversali, a cui si connettono le coste.

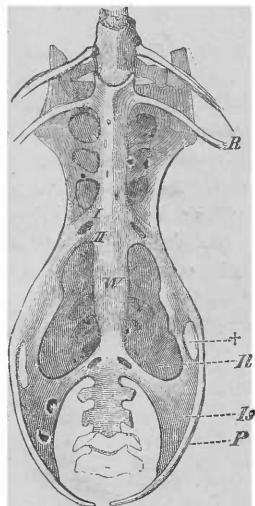


Fig. 43.

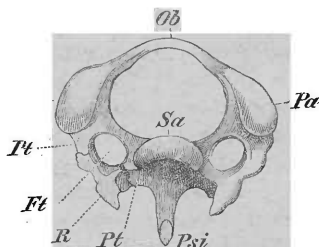


Fig. 44.

Fig. 43. — *Bacino di Strix bubo*. Lato ventrale, *W* Regione delle vertebre sacrali primarie tra *R* e *II*, mentre dietro *W* stanno le vertebre sacrali secondarie, *II* Ileo, *Is* Ischio, *P* Pube, + Lacuna tra l'osso iliaco e pubico, *R* Ultimo paio di coste.

Fig. 44. — *Terza vertebra cervicale del Picus viridis*, dal davanti, *Sa* Superficie articolare del corpo di vertebra, *Ob* Archi superiori, *Pa* Processi articolari, *Pt* Lamina del processo trasverso, fuso lateralmente con la costa cervicale, *Ft* Foro trasverso, *Psi* Processo spinoso nella superficie inferiore della vertebra.

La parte caudale degli attuali uccelli ha sempre un carattere più o meno rudimentale, poichè queste vertebre si fondono in una piastra estesa nel senso sagittale o anche laterale. Può ritenersi formata di 6-10 vertebre, è affilata posteriormente e porta le penne timoniere; manca qualsiasi traccia di processi trasversali o spinosi (*pigostilo*). Solo alcuni corridori fanno eccezione a questa regola, poichè in essi le singole vertebre sono distinte fino all'estremità. Che questa disposizione sia primitiva è provato, oltrechè dalla embriologia, anche dalle disposizioni dell'*Archaeopteryx* (fig. 15, 41). Notisi anche che la coda di alcuni uccelli (*Melopsittacus*) è assai più lunga durante gli stadii embriologici, che non nello stadio adulto (M. Braun) come troveremo poi negli embrioni dei mammiferi (1).

(1) Se si calcolano circa 6 vertebre nel pigostilo degli uccelli attuali, 7-8 nel bacino, circa 5 nella parte libera e disarticolata della coda, risultano, per gli stadii embrionali, circa 18-19 vertebre caudali libere. Il processo d'assimilazione da parte del bacino e la formazione del pigostilo, producono la gran lacuna che esiste tra la parte caudale dell'*Archaeopteryx* e quella degli uccelli attuali.

Mammiferi.

Non esistono diretti rapporti coi rettili e gli uccelli. La corda dorsale si mantiene più a lungo intervertebrale che intravertebrale, e alla fine dello sviluppo sparisce completamente.

Al suo posto, durante la vita adulta, v'è una massa gelatinosa, polposa, nel centro dei dischi fibro-cartilaginei, i quali si sviluppano tra i corpi di vertebra. L'intera colonna vertebrale è preformata cartilagineamente e gli archi si sviluppano in continuità coi corpi, ma posseggono, come i diversi processi, speciali punti di ossificazione che si fondono fra loro allo stadio adulto. Non accade un differenziamento di speciali articolazioni fra i singoli corpi di vertebra: però, esistono, come negli anfibi, rettili e uccelli, degli sviluppatissimi processi articolari, che si spiccano dagli archi vertebrali. La parte cervicale gode di solito della più grande mobilità e ivi i corpi sono così incavati da sembrare opistoceli. Però, in taluni casi s'osserva una fusione delle vertebre cervicali (cetacei).

L'*atlante* e l'*epistrofeo* non si distinguono essenzialmente dalle parti omologhe degli uccelli; però, la differenziazione della colonna vertebrale in singole regioni mercè formali diversità delle vertebre relative, è assai più spiccata che in tutti gli altri vertebrati.

Negli ungulati a collo lungo (cavallo, cammello, ecc.), i processi spinosi delle vertebre dorsali anteriori hanno un grandissimo sviluppo, e di mano in mano si sviluppa un forte legamento nucale come sostegno del pesante capo. Lo stesso è nei ruminanti.

I processi trasversali si spiccano sempre *con una sola radice* dalla radice dell'arco vertebrale, e alla parte ventrale della loro estremità distale sono rivestiti di cartilagine per l'inserzione del *tuberculum costae*. Nel collo, come avviene presso gli uccelli, sono fusi con le coste rudimentali, e fra essi esistono dei *foramina transversaria*. Nel *canale vertebrale* scorre l'arteria e la vena vertebrale, come nei coccodrilli e negli uccelli.

Nella regione lombare e sacrale, i processi trasversali si spiccano dai corpi di vertebra, e in essi sono contenuti anche gli elementi delle coste, seppure non si vogliono meglio nominare *processi trasversali* (Rosenberg).

Vedremo di nuovo ciò, parlando delle coste. Per ora basti indicare che nei mammiferi, come negli anfibi, rettili e uccelli, il bacino è sostenuto dalle coste, ossia da tali processi trasversali soprannumerarii. Come nei rettili e uccelli, esistono anche nei mammiferi le due vertebre sacrali primarie, a cui di solito si aggiungono secondariamente alcune vertebre caudali (però, nei marsupiali non ve n'è più di due). Dappriuso, come le altre vertebre, sono l'una dall'altra distinte, più tardi si fondono con sinostosi, senza, però, perdere le tracce dell'originaria divisione. Queste sono indicate tanto dai fori sacrali, quanto da un orlo osseo trasversale, posto tra vertebra e vertebra. Nella parte sacrale i processi sono più o meno ridotti, sebbene, in confronto con la confinante regione lombare, siano sempre facilmente distinguibili. La prima verte-

bra sacrale negli antropoidi e specialmente nell'uomo, appare come staccata dalla parte lombare, disposizione solo debolmente accennata nell'embrione e nel fanciullo, ma che poi sempre più si esplica mercè la stazione eretta, in causa della trazione dei muscoli e della conseguente pressione. Ne consegue che la parte inferiore della regione lombare entra sempre più profondamente nel lume del bacino, e così si forma il cosidetto *promontorio*. Al lato dorsale dell'osso sacro s'apre il canale vertebrale (*hiatus sacralis*), apertura occlusa, però, da tessuto fibroso e dalla pelle.

La parte caudale, in cui, ad eccezione dei sirenidi, cetacei, canguri e alcuni cercopiteci, non si sviluppano archi inferiori, va ai più grandi estremi riguardo all'estensione sua. È ridotta nei primati, come nell'uomo, in cui possiede al massimo 5-6 vertebre (meno ancora in certe scimmie) formanti il *coccige*. Nel suo complesso si presenta come una breve appendice a mo' di moncone, più connessa in sinostosi col sacro nell'uomo che nella donna. Le singole vertebre sono, specialmente all'estremità, assai rudimentali, e, prive d'ogni processo, hanno solo il corpo.

Nella 5.^a settimana di sviluppo, l'embrione umano ha un accenno di 38 vertebre caudali, di cui le due ultime non sono chiaramente differenziate, e non raggiungono lo stadio cartilagineo. In seguito, mercè una fusione, si determina una riduzione, fino alla forma definitiva.

Ciò basta a dimostrare che *l'uomo doveva in origine possedere uno scheletro assiale più lungo*, e con ciò coincide la disposizione del midollo spinale embrionale.

Bibliografia.

- Agassiz L. *Rech. sur les poissons fossiles*. Neuchâtel 1833-43.
 Cartier O. *Beitr. zur Entw.-Geschichte der Wirbelsäule*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XXV, Suppl. 1875.
 Cope E. D. *Extinct Batrachia from the Perm. Form. of Texas*. Pal. Bullet. N° 29.
 Cornet J. *Note sur le prétendu Pro-Atlas des mammifères et de Hatteria punctata*. Bull. de l'Acad. royale de Belgique 3.^a ser. Vol. XV, 1888.
 Fol H. *Sur la queue de l'embryon humain*. Compt. Rend. 1885.
 Froriep A. *Zur Entw.-Geschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion*. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1886. (Tratta anche della colonna vertebrale degli uccelli).
 Dames W. *Ueber Archaeopteryx*. Palaeont. Abhandl. di W. Dames e E. Kayser, Berlino 1884, Vol. II, fasc. 3.
 Gegenbaur G. *Beitr. zur Kenntniss des Beckens der Vögel*. Jen. Zeitschr. Vol. VI.
 Idem. *Unters. zu vergl. Anat. der Wirbelsäule der Amphibien und Reptilien*. Leipzig, 1862.
 Gerlach L. *Ein Fall von Schwanzbildung bei einem menschlichen Embryo*. Morphol. Jahrbuch, Vol. VI.
 Goette A. *Beitr. zur vergl. Morphologie des Skelettsystems der Wirbelthiere*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XV, 1878.
 Günther A. *Description of Ceratodus Forsteri*. Philos. Transact. of the Royal Society. London, 1871.
 Hasse C. *Das natürl. System der Elasmobranchier*, ecc. Jena, 1879-82.

- Hoffmann C. K. *Beitr. zur vergl. Anat. der Wirbelthiere*. Niederl. Arch. f. Zool. Vol. IV.
- Lvoff B. *Vergl. anat. Studien über die Chorda und die Chordascheide*. Bull. Soc. imp. d. Naturalistes de Moscou. 1887.
- Marsh O. C. *Odontornithes, a Monograph on the extinct toothed birds of North-America*. Washington, 1880.
- Rosenberg C. *Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule und des Centrale carpi des Menschen*. Morphol. Jahrb. Vol. I, 1876.
- Wiedersheim R. *Salamandrina perspicillata. Versuch einer vergl. Anat. der Salamandrinen*. Genova, 1875. (Annali del Museo civico, Vol. 7.°).
- Idem, *Die Anatomie der Gymnophionen*. Jena, 1879.
- Idem, *Das Skelet un Nervensystem von Lepidosiren annectens*. Morphol. Studien. fasc. I, Jena, 1880.

2. Coste.

Le coste sono appendici della colonna vertebrale, ma non sono generalmente da considerarsi come protrusioni di essa. Le coste si sviluppano *indipendentemente* nello strato scheletogeno, ossia nel tessuto dei somiti. La loro unione colla colonna vertebrale è secondaria (C. HASSER e E. FICK). In intima connessione coi miocommi, sono, come questi, ordinate metamericamente, e perciò *intervertebrali*, e tanto ontogeneticamente che filogeneticamente percorrono uno stadio membranaceo, cartilagineo e osseo. Il processo di ossificazione è sempre autonomo, e ciò basta per distinguerle, geneticamente dalle vertebre. Il loro sviluppo, la loro mobilità, il loro numero sono diversi nei diversi animali; esse si presentano o come brevi appendici a zaffo, quasi orizzontali della colonna vertebrale, o si allungano assai, e abbracciano dal lato ventrale, come cerchi di botte, l'intera cavità del corpo.

Le coste si possono estendere per tutta la lunghezza della colonna vertebrale; e questa condizione, come già notammo, deve considerarsi come più primitiva di quella degli animali superiori, in cui ha luogo una più o meno grande riduzione.

Pesci e dipneusti.

Nell'*Amphioxus*, nei *Ciclostomi*, nelle *Chimere* e in parecchie raje non vi son coste. Al loro posto sta un processo fibroso che parte dallo strato scheletogeno, il quale, originandosi dalla parte basale della corda, si estende tra lo strato dorsale e vertebrale dei grandi muscoli laterali. In tutti gli altri pesci le coste si spiccano, in parte cartilaginee, in parte ossificate, dai monconi basali, partono quindi lateralmente e ventralmente dai relativi corpi di vertebra. Noto ciò espressamente, perchè quanto a questo, i pesci stanno completamente in opposizione coi vertebrati superiori. Nei dipneusti, a cui mancano speciali monconi basali, le terminazioni prossimali si attaccano direttamente alla superficie ventrale della guaina della corda.

Per la descrizione degli archi inferiori, bisogna osservare che essi nella parte caudale dei ganoidi, andando di mano in mano verso il dorso,

non si fondono, ma appaiono quali appendici a zaffo, che in seguito possono passare a coste. È, dunque, da ricordare che le coste dei ganoidi e, verosimilmente, anche dei dipneusti, sviluppandosi in simil guisa, hanno un piano di sviluppo affatto diverso dagli altri vertebrati. In altre parole, esse sono differenziazioni degli archi inferiori.

Poichè nei selaci e nei teleostei anche gli archi inferiori possono aver coste, queste devono essere considerate da un altro punto di vista morfologico che quelle dei ganoidi, e lo stesso avviene delle coste dei vertebrati superiori. Soprattutto, bisogna aver ben presente che gli archi inferiori (emapofisi) della parte caudale sono formazioni *speciali*, da non confondersi geneticamente con le coste, nè da ritenersi dovute alla loro concrenscenza. Gli archi inferiori degli anfibi, rettili, ecc. devono essere così poco ritenuti quali processi trasversali modificati, che, come ho dimostrato nel 1875, questi ultimi esistono, come le coste, presso gli archi inferiori, nella parte caudale (cfr. colon. vert. degli urodeli). Le coste dei pesci hanno una disposizione assai primitiva, poichè si estendono di solito per l'intera lunghezza della colonna vertebrale. I pesci senza coste (fra cui i lofobranchi e la *Spatularia*) son rari; però, ve n'è molti che hanno solo coste rudimentali (molti pesci ossei, il pesce cane, ecc.).

In altri, come in molti teleostei e ganoidi, le coste sono assai sviluppate, e abbracciano la cavità del corpo a cerchio di botte, senza, però, fondersi sulla linea ventrale mediana, e ciò *vale per l'intera serie dei pesci*.

Parleremo in seguito delle relazioni che hanno luogo in certi teleostei tra le coste anteriori e l'organo dell'udito.

Anfibi.

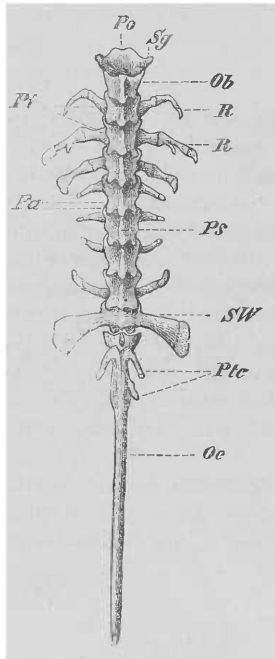


Fig. 45. — Colonna vertebrale del *Discoglossus pictus*. *Pa* Processi articolari, *Pi* Processi spinosi, *Pt* Processi trasversali della regione dorsale, *Pte* Processi trasversali della regione caudale, *Oe* Osso coccigeo, *SW* Vertebre sacrali, *Ob* Archi superiori della prima vertebra, *Sg* Superfici articolari laterali, *Po* Processo anteriore, *R* Coste.

Qui riconosciamo notevoli regressioni; anzitutto, le coste sono regolarmente limitate solo al tronco, o, come in certi urodeli, comprendono tutt'al più le prime vertebre caudali; inoltre, almeno negli anuri, son così corte, da non limitare affatto la cavità del corpo. Presso molti anuri non vi son nemmeno coste chiaramente articolate, ma son fuse coi larghi processi trasversali (fig. 45 *R*).

Le coste degli urodeli sono a forchetta nella loro estremità prossimale, e si articolano insieme col sopra indicato processo trasversale biforcuto, con gli archi vertebrali da una parte, e col corpo della vertebra dall'altra. Solo quest'ultimo ramo corrisponde per la sua posizione al moncone basale dei ganoidi; l'altro (dorsale) deve considerarsi come una neoformazione. Le terminazioni a spacco delle

coste dei rettili e degli uccelli, come le doppie superfici di contatto delle coste dei mammiferi, devon considerarsi alla stessa stregua, rispetto alla colonna vertebrale.

Ad eccezione della prima vertebra, tutte le altre vertebre del tronco degli urodeli sono munite di coste, e solo in rarissimi casi (*Spelelerpes*) esistono alcune vertebre (lombari) prive di coste (Wiedersheim).

Rettili.

Qui troviamo, invece, coste molto sviluppate, e quasi sempre un numero più o meno grande di esse si fonde dal lato vertebrale a costituire uno *sterno*. In seguito a ciò le coste si distinguono in vere e false.

La minor differenziazione è offerta dalle coste degli ofidii, poichè esse si estendono, quasi tutte simili fra loro di forma e grandezza, dalla 3.^a vertebra cervicale lungo tutto il tronco fino all'ano, senza formare uno sterno. Nei saurii, in cui si può distinguere un pezzo dorsale osseo e forcuta e un pezzo ventrale cartilagineo, ve n'è tre o quattro che giungono a formare lo sterno.

Nei chelonii le coste cervicali si fondono più o meno completamente con le vertebre, e nella parte dorsale avviene una saldatura delle coste con le cosiddette piastre costali dello scudo. La loro terminazione prossimale non forcuta si avvanza ad ogni due vertebre dal punto di contatto del corpo e dell'arco.

Le estremità prossimali delle coste dei coccodrilli, nella regione cervicale, in corrispondenza ai doppi processi trasversali, sono forcute, in modo da determinare un canale. Andando verso l'indietro, le coste si allungano e si articolano in due o tre segmenti. Così a poco a poco la costa si separa dal corpo di vertebra, e il processo trasversale sempre più crescente diventa il sostegno delle coste.

Nei coccodrilli nove coste raggiungono lo sterno, otto nell'alligatore. Alla vertebra 16.^a si attacca l'ultima costa articolata, alla 18.^a i processi trasversali portano solo brevi apofisi cartilaginee. Oltre le vere coste esistono, come vedemmo, anche delle *coste ventrali* (nei coccodrilli e nell'*Hatteria*), e cioè otto paia. Però, non sono preformate con cartilagine, ma devono considerarsi solo come *iscrizioni tendinee ossificate*, e quindi come formazioni secondarie.

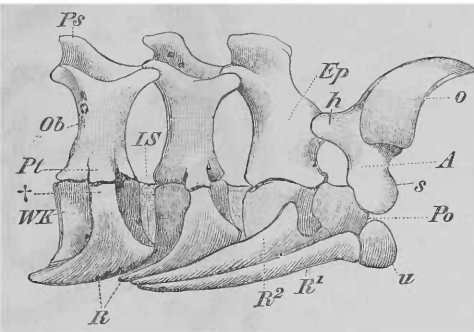


Fig. 46. — Parte anteriore della colonna vertebrale di un giovane coccodrillo. WK Corpo di vertebra, Ob Archi superiori, Ps Processi spinosi, IS Dischi intervertebrali, Pt Processi trasversali, uscenti dalle radici degli archi, e in † articolantisi con le coste (R, R¹, R²), A Atlante, a Parte di chiusura anteriore di esso, s Sua parte ad arco, o Il cosiddetto proatlante, ossia il rudimento di una vertebra esistente fra l'atlante e l'occipite, come ancor oggi si vede nei rinoceroti e nei camaleonti, Ep Epistropheo, articolantisi in h con le parti laterali dell'atlante, Po Processo odontoidico.

Il nome di coste ventrali è perciò assai inadatto. Esse non hanno una congiunzione con le vertebre, ma si incontrano fra loro sulla linea mediana (cfr. bacino dei dipnoi).

Uccelli.

Le coste degli uccelli hanno una distinta articolazione (evidentemente dipendente dalla respirazione), in *parte vertebrale* e in *parte sternale*, e inoltre presentano dei processi uncinati. Essi coprono a embrice i susseguenti, costituendo una solida compagine, che si accresce per la già notata unione (spesso sinostotica) delle vertebre dorsali. Nei

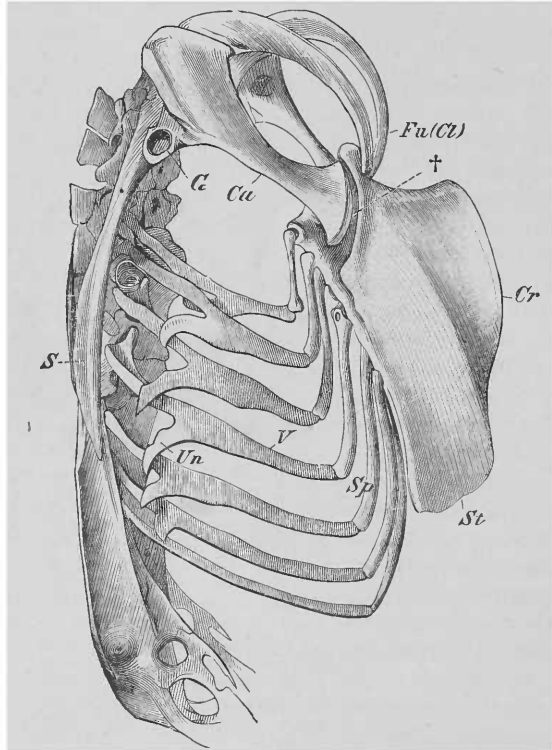


Fig. 47. — *Scheletro del tronco nel Falco.* S Scapola, G Superfici articolari di questa coll'omero, Ca Coracoide, articolato con lo sterno St in †, Fu Forchetta (clavicola), Cr Carena dello sterno, V Parte vertebrale delle coste, Sp Parte sternale delle coste, Un Processi uncinati.

processi uncinati e in altre parti vi sono relazioni di parentela coi rettili, come gli atterii e i coccodrilli. Nove o dieci coste raggiungono lo sterno.

Già vedemmo che negli antenati di tutti gli amnioti può avvenire una ossificazione fra coste e processi trasversi; basta ricordare le sinostosi tra le coste delle tartarughe e le piastre del loro dermascheletro.

Mammiferi.

Nei mammiferi le coste cervicali si fondono completamente con le vertebre, costituendo il foro trasverso; tutte le altre coste possono essere liberamente articolate con le relative vertebre. Il numero delle coste che raggiungono lo sterno con un pezzo terminale cartilagineo e raramente osseo, è assai variabile. Le coste possono raggiungere lo sterno o direttamente (coste vere) o indirettamente (coste spurie) per mezzo di un arco costale. Quando, però, non vi è la presenza di questi archi e le coste si avanzano semplicemente nella parete ventrale carnosa, allora si dicono coste fluttuanti. Nei cetacei queste ultime coste non hanno alcuna connessione con la colonna vertebrale. Le coste vere e spurie posseggono sempre un capo, un collo, un tubercolo e un corpo (fig. 48).

Il capo si articola nella regione dei dischi intervertebrali con due corpi di vertebra contigui; però, può anche unirsi ad un solo corpo di vertebra. I tubercoli si articolano con la superficie ventrale coperta di cartilagine dei processi trasversali che loro servono da pilastro. Già ho notato nell'anatomia della colonna vertebrale, l'omologia del capo e del tubercolo con la forchetta che sta nella parte prossimale delle coste dei vertebrati inferiori. Nelle coste fluttuanti queste particolarità sono più o meno scomparse; esse, inoltre, sono assai brevi e anche per ciò hanno un carattere rudimentale.

Lo sviluppo ci insegna che anche alle vertebre lombari e sacrali dei mammiferi si attaccano delle coste, le quali in seguito si fondono con la circonferenza anteriore dei processi laterali (Rosenberg). Ciò fu notato specialmente per l'uomo, e che esso antichissimamente potesse avere delle coste lombari sviluppate, ci è provato dalla non rara presenza di una tredicesima costa. D'altra parte, per il carattere rudimentale e per la variabilità individuale di grandezza dell'undicesima e dodicesima costa, noi possiamo ritenere che anche queste coste si avviano a una lenta regressione. Con ciò si accorda anche il fatto embriologico che nei primi tempi di sviluppo più di sette paia di coste raggiungono lo sterno nell'uomo (Ruge). Nei chiroterri il numero delle vere coste è ancora più piccolo, poichè arriva solo a sei.

Si trova, insomma, un successivo accorciamento dalla parte dorsale della colonna vertebrale a favore di un allungamento sempre progrediente della lombare, cosicchè possiamo stabilire questa legge per l'intera serie dei vertebrati: *la diminuzione nel numero delle coste sta in correlazione con un grado più elevato dell'organizzazione generale.*

3. Sterno.

Manca ai pesci, e appare negli anfibi, come una piccola placca cartilaginea di varia forma, posta sulla linea mediana del torace, che prende la sua origine da due lamine cartilaginee innestate nelle in-

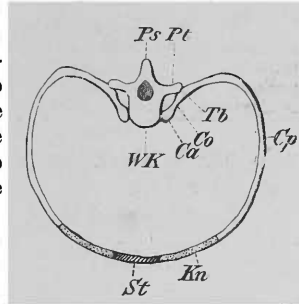


Fig. 48. — Anello costale dell'uomo. WK Corpo di vertebra, Pt, Ps Processo trasverso e spinoso della vertebra, Cp, Ca, Co, Tb Corpo, capo, collo e tubercolo della costa, Kn Cartilagine costale, St Sterno.

scriptiones tendineae del torace, con le quali si uniscono più o meno saldamente le placche coracoidi ed epicoracoidi del cinto scapolare. Ciò

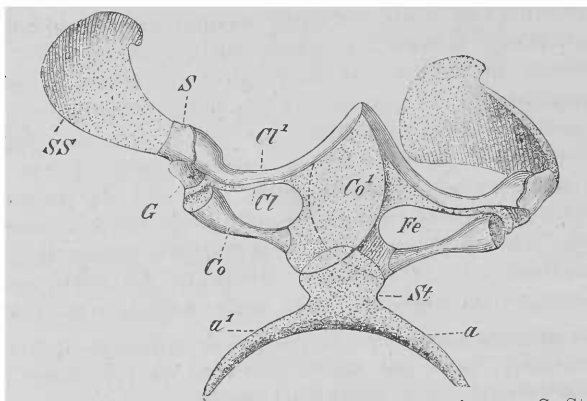


Fig. 49. — Cinto toracico e sterno del *Bombinator igneus*. *St* Sterno con le sue appendici *a*, *a'*, *S* Scapola, *SS* Soprascapola, a sinistra in posto, a destra estesa orizzontalmente, *Co* Coracoide, *Co'* Epicoracoide, incastrato da un lato nel margine sternale superiore, *Cl*, *Cl'* Clavicola cartilaginea e ossea, *Fe* Finestra tra la clavicola e il coracoide, *G* Cavità articolare dell'omero.

vale per la rana, mentre nel *Bombinator* l'unione è piuttosto lassa (fig. 49 e 50).

La filogenesi dello sterno degli anfibi è ancora affatto sconosciuta,

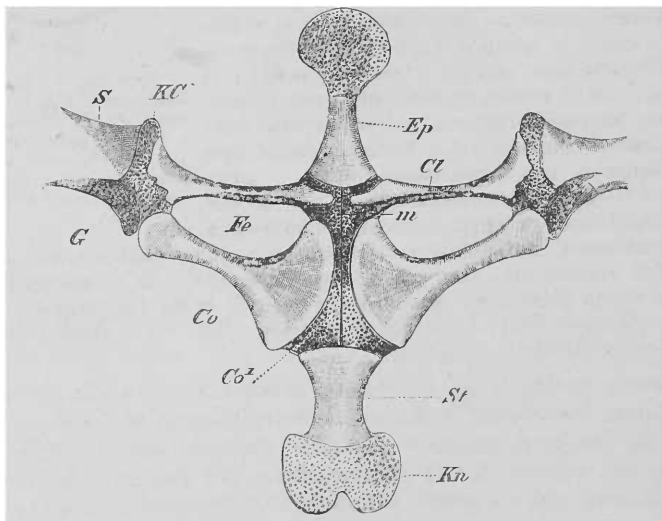


Fig. 50. — Parte ventrale del cinto scapolare della *Rana esculenta*. *St* *Kn* Sterno osseo e cartilagineo, *S* Scapola, *KC* Commessura cartilaginea tra la scapola e la clavicola (*Cl*), *Co* Coracoide, *Co'* Epicoracoide, *m* Sutura fra gli epicoracoidi, *G* Cavità articolare per l'omero, *Fe* Finestra tra il coracoide e la clavicola, *Ep* Episterno (Omosterno).

nè si sa ancora sicuramente se si deve paragonarlo all'omonimo pezzo degli *amnioti*. Diverse opinioni vi sono anche a proposito di un secondo

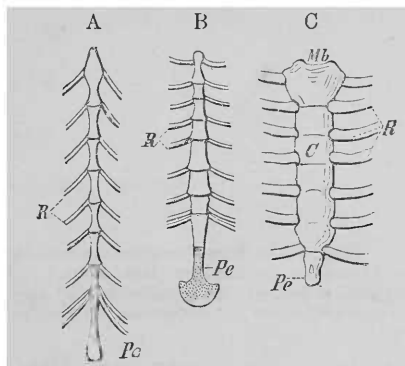
pezzo di simil forma, che nella rana va dalla cintura toracica verso il capo sulla linea mediana. Esso non ha nulla a che fare con l'episterno, ed è bene chiamarlo con W K. Parker *omosterno* (fig. 50, — in cui l'omosterno è indicato *Ep*) (cfr. bacino dei dipneusti).

Lo sternone degli amnioti, come vedemmo, ha origine *costale*. Esso nasce dalla fusione lungo la linea mediana ventrale di parecchie coste in una lista cartilaginea. Mentre le due striscie si accrescono verso la linea mediana fino alla completa unione, si forma la placca sternale impari, cartilaginea, a cui si articolano secondariamente le relative coste. In seguito avviene la secrezione di sali calcari (rettili), indi di una vera sostanza ossea (uccelli, mammiferi).

Gli stessi rapporti topografici che notammo negli anfibi, esistono pure nei rettili e uccelli e anche nei mammiferi inferiori (monotremi). Soprattutto in questi (fig. 53, *Co Co'*) il coracoide entra in diretta unione coi margini superiori e laterali della piastra sternale (cfr. fig. 47 *St, Ca*, e fig. 50, 52 *St*).

Un forte sviluppo raggiunge lo sternone spesso fenestrato degli uccelli, ove si nota una larga piastra munita di una distinta cresta (*cresta sterni*) luogo di attacco dei muscoli delle ali (1) (*Carinatae*) (fig. 47). In contrapposto i corridori (*Ratitae*) hanno lo sternone largo, debolmente ricurvo a forma di scudo. Però, vi sono corridori con una carena rudimentale.

Fig. 51. — **A** Sternone di volpe,
B » » tricheco.
C » » uomo.
Mb Manubrio
C Corpo
Pe Processo ensiforme
R Coste.



Alla formazione dello sternone dei mammiferi partecipa di solito un più gran numero di vertebre che nei rettili o negli uccelli. Composto dapprincipio d'una sola piastra cartilaginea, esso si divide in seguito in singoli punti di ossificazione, il cui numero può corrispondere a quello delle coste che vi si inseriscono. In altri casi, però, come nei primati, i singoli punti di ossificazione si fondono in una lunga piastra (corpo dello sternone), mentre l'estremità prossimale si differenzia nel così detto manubrio e la distale nel processo ensiforme. Quest'ultimo, secondo Ruge, deriva, durante lo sviluppo, dalla fusione ventrale di otto paia di coste (fig. 51 C).

(1) Tale cresta esiste anche nello sternone dei pterosauri e dei chiropteri (adattamento funzionale).

4. Episterno.

L'episterno è una piastra ossea che sta all'estremità prossimale o anche in parte alla superficie ventrale dello sterno, unita ad esso da tessuto fibroso o cartilagineo o per mezzo di sinostosi. Geneticamente, l'episterno deve in gran parte riferirsi alla terminazione sulla linea mediana della clavicola, la quale in seguito si divide, tantochè, mancando la clavicola, non vi è mai episterno (Gøette). Questa connessione è provata anche da ciò che le due parti sono strettamente congiunte allo stadio adulto. Troviamo per la prima volta un apparato episternale nei rettili, nei quali ha la forma di una croce o di un T, ed è formato

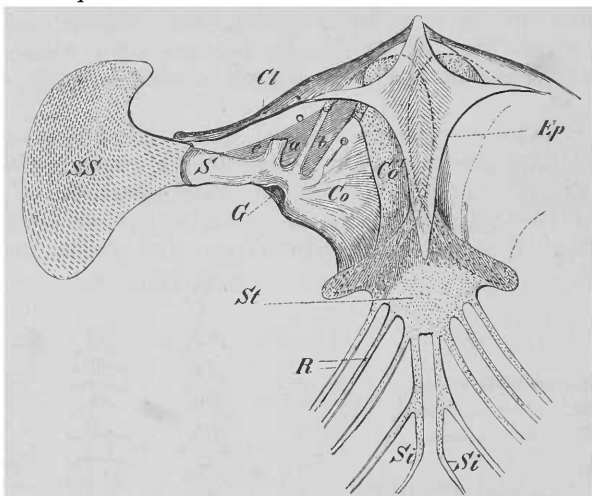


Fig. 52. — Cinto toracico e sterno dell'*Hemidactylus verrucosus*. *St* Sterno, *R* Coste, *Si* Appendici cartilaginee (liste sternali), a cui si annettono le ultime coste *R*, *SS* Sopra-scapola, *S* Scapola, *Co* Coracoide, *Co'* Epicoracoide cartilagineo, *Ep* Episterno, *a, b, c*, Finestre membranose nel coracoide, *Cl* Clavicola, *G* Cavità articolare dell'omero.

da una sottile piastra ossea (fig. 52 *Ep*), la quale è saldamente unita alla parte ventrale dello sterno. Essa ricorda, in certa guisa, lo scudo osseo dermatico del torace dei labirintodonti.

Nei chelonii e negli ofidii non esiste un episterno, e lo stesso vale per il camaleonte e per l'*Anguis*. Negli uccelli non si trovarono ancora formazioni ossee staccate che possano corrispondere a un apparato episternale ed evidentemente sono già da molto tempo regredite, anzi scomparse, poichè non si rinvencono neppure nell'ontogenia. Al loro posto v'è un legamento cristo-clavicolare impari, che, però, non è specialmente analogo all'episterno. Inoltre, possono fors'anche essere posti in questione: il processo interclavicolare proveniente dall'estremità posteriore della clavicola e che si ossifica con separato punto di ossificazione (interclavicola di Parker) e l'appendice periostiale del margine ventrale della *crista-sterni*, che anteriormente si unisce in modo immediato col legamento cristo-clavicolare (Fürbringer).

In molti mammiferi l'episterno per mezzo de' suoi restringimenti si divide in tre parti: una mediana stiliforme e due laterali globose. Nei marsupiali e monotremi esistono tutte e tre, e appaiono come un processo che si articola con l'estremità anteriore dello sterno, il quale, come nei rettili, finisce lateralmente in due corna ed entra in unione con la clavicola (fig. 53).

Negli altri mammiferi in cui esiste una vera articolazione tra l'episterno, la clavicola e lo sterno, il pezzo mediano si fonde col manubrio e col suo periostio, e solo le parti laterali persistono in forma di cartilagini interarticolari (primati), o scompaiono; e rimane solo, come ultimo resto, un legamento fibroso tra la clavicola e lo sterno (chiroterii).

Se tutte quelle parti che nella serie dei vertebrati sono indicate col nome di episterno siano analoghe, è più che dubbio, e ciò vale in prima linea, come già osservammo, per la questione del confronto fra l'episterno degli anfibi anuri con quello degli amnioti.

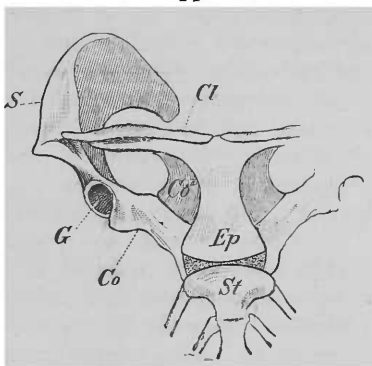


Fig. 53. — Cinto scapolare dell'*Ornithorhynchus paradoxus*. St Sterno, Ep Episterno, Co Coracoide, Co' Epicoracoide, S Scapola, Cl Clavicola, G Cavità articolare dell'omero,

Bibliografia.

- Baur G. *On the Morphology of Ribs*. Americ. Naturalist, 1887.
 Gegenbaur C. *Ueber die episternalen Skellettheile und ihr Vorkommen bei den Säugthieren und beim Menschen*. Jen. Zeitschr. I.
 Götte A. *Beiträge zur vergl. Morphologie des Skeletsytem der Wirbelthiere*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 14 e 15.
 Hoffmann C. K. *Beitr. zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere*. Niederl. Arch. f. Zoologie, Vol. 4, 5.
 Parker W. K. *A monograf on the structure and development of the shouldergirdle and sternum*. Roy. Soc. 1867.
 Ruge G. *Untersuchungen über Entwicklungsvorgänge am Brustbeine und an der Sternoclavicularverbindung des Menschen*. Morph. Jahrbuch, Vol. 6, 1880.

5. Cranio.

Come nelle vertebre, così si distinguono anche nel cranio tre stadii ontò-filogenetici, cioè *membranoso*, *cartilagineo* e *osseo*. Questa notevole coincidenza che si esplica tra l'una e l'altra formazione, è appoggiata ai seguenti fatti. La corda dorsale si estende sempre alquanto nella base del cranio, cosicchè quest'ultima si sviluppa dallo stesso abbozzo scheletogeno da cui si sviluppano le vertebre, e precisamente sul diretto prolungamento del loro asse.

Di molto maggior peso è la circostanza che il capo, come l'intera regione dorsale (tronco), è formato embrionalmente da una serie di somiti, cosicchè entrambi dimostrano egualmente un'origine metamerica. Cosicchè il capo, che è in istretto legame, per lo sviluppo fletico, col cervello e gli organi di senso superiori, dev'essere derivato da una trasformazione del segmento anteriore del tronco. Dai somiti cefalici che (come vedemmo nell'introduzione embriologica) includono una cavità derivante dal celoma, si formano tanto i muscoli della regione come gli abbozzi dello scheletro cranico. In seguito la disposizione segmentale originaria si perde sempre più, e il cranio appare, già nei vertebrati inferiori, nei pesci cartilaginei, come fatto d'un sol getto.

Al lato ventrale del *cranio* propriamente detto, si forma un sistema d'archi ossei o cartilaginei in ordine seriale, che abbracciano a cerchio di botte il principio dell'intestino anteriore, e che hanno il nome di *scheletro viscerale* in opposizione allo *scheletro cranico*. Lo scheletro viscerale ha stretti rapporti con la respirazione branchiale, poichè ogni paio d'archi limita un'apertura (*fessura branchiale*) derivante dall'entoderma dell'intestino anteriore e che serve al passaggio dell'acqua. L'arco viscerale anteriore limita l'orificio boccale, e formando un'armatura solida a questo, diventa la *mandibola* e in seguito, nei tipi più alti, una parte dello *scheletro facciale*. Gli archi posteriori fungono da portatori delle branchie.

Solo la parte *cranica* può considerarsi come una serie di somiti; la segmentazione della parte viscerale, invece, possiede una certa indipendenza, e i rapporti con la metamorfia del vero cranio sembrano in gran parte scomparsi. Non bisogna, però, dimenticare che dai somiti cefalici non si estende solo negli archi branchiali il tessuto mesodermico, ma che ai due archi anteriori, a un certo stadio di sviluppo, appartiene un segmento di celoma, derivante dal celoma dei relativi somiti cefalici, e quindi avente con esso una stessa origine.

Nella chiara comprensione di questi rapporti sta, come dimostrerò anche nel capitolo sui nervi cranici, un grande progresso della nostra conoscenza sulla storia primitiva del capo dei vertebrati. Ciò vale specialmente avuto riguardo alla cosiddetta *Teoria vertebrale del cranio*, inaugurata, al loro tempo, da Goethe e Oken. Essa fu per lungo tempo predominante, nell'intento di spiegare lo scheletro cranico quale una somma di vertebre con tutti i loro annessi. Tale concetto, che partiva essenzialmente dallo studio del cranio altamente sviluppato dei mammiferi, fu in seguito riconosciuto come assolutamente erroneo, e specialmente dacchè si cominciò (Huxley, Gegenbaur) a prendere in considerazione anche il cervello, i nervi e l'intera regione dell'intestino anteriore dei *vertebrati inferiori*. Tutto ha preso con ciò un aspetto nuovo; e ponendo sulla bilancia anche gli importanti fatti embriologici di Balfour, Milnes Marshall, Van Wyhe, la questione della filogenesi del capo dei vertebrati è entrata nel suo terzo stadio.

Ora siam, dunque, a questo: ma sebbene mercè diligenti ed efficaci lavori si sia molto raggiunto, molto ancora rimane per arrivare a una cognizione completamente chiara dei rapporti originarii. Però, una conclusione soddisfacente non si otterrà solo coll'analisi anatomica ed em-

brilogica dello *scheletro*; occorre piuttosto la cognizione della storia primordiale d'un'intera serie di organi, che nei loro abbozzi ci portano ben più in là dello scheletro. Parlo degli organi di senso, del cervello co' suoi nervi e dell'intera regione dell'intestino anteriore con la bocca e le fessure viscerali. In una parola, la questione della prima origine del cranio dei vertebrati è intimamente connessa con la storia filogenetica dei nominati organi. Solo per questa via giungeremo alla soluzione del primo di tutti i problemi morfologici relativi all'anatomia dei vertebrati, cioè alla cognizione della filogenia del capo.

a) Cranio propriamente detto.

Nel tubo cranico, primitivamente membranoso, ci si presentano i primi abbozzi cartilaginei in forma di due paia di lamine. Esse stanno verso la base del cervello, comprendono tra di loro la corda dorsale e sono indicati col nome di *elementi paracordali e trabeculae cranii* (fig. 54 *PE* e *Tr*).

Ben presto si uniscono in una così detta piastra basilare, la quale circonda la corda dal lato ventrale e dorsale, cosicchè si forma, fin dai primi tempi, un solido sostegno per il cervello. All'innanzi sporgono, come abbiamo detto, le sottili trabecole del cranio e limitano uno spazio che chiamasi la primitiva fossa pituitaria (fig. 54 *PR*).

Nei varî gruppi animali queste parti possono essere variamente saldate; le trabecole del cranio, o si congiungono sulla linea mediana fino ad una completa fusione (fig. 55 *A*, *Tr*) o il tessuto membranoso interstiziale, salvo la mucosa boccale, si ossifica (formazione dell'osso parasenoide (fig. 55 *B Ps*)). Si dà anche un terzo caso, cioè (come avviene in alcuni rettili ed in tutti gli uccelli 1) che l'eccessivo sviluppo degli occhi produce una compressione e una parziale scomparsa delle trabecole del cranio, nel qual caso si sostituisce ad esse un setto interorbitale membranoso cartilagineo (fig. 55 *C*, *Tr*, *IS*). Seguiamo ora i processi di accrescimento che avvengono dopo questo primo abbozzo, che consideriamo come originario. Cominciamo dalla disposizione delle trabecole del cranio che si fondono sulla linea mediana. La piastra cranica basale cartilaginea, per mezzo di processi, entra in tali relazioni coi più elevati organi di senso, che questi (e ciò vale, soprattutto, per l'apparecchio olfattorio e uditivo) ne ricevono un rivestimento protettivo o per lo meno un sostegno. Così, fin dai primi tempi di sviluppo si distinguono in modo caratteristico per l'architettura del cranio una regione olfattoria, una regione orbitale e una regione uditiva.

Mentre la prima e l'ultima vengono sempre più circondate dal

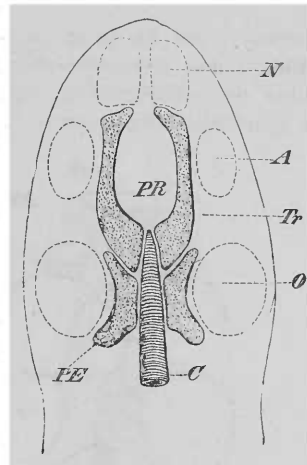


Fig. 54. — Primo abbozzo cartilagineo del cranio. *C* Corda, *PE* Elementi paracordali *Tr* Trabecole del cranio, *PR* Spazio pituitario; *N*, *A*, *O* Le tre vescicole dei sensi (dell'olfatto, della vista, dell'udito).

tessuto cartilagineo, e specialmente nei tipi superiori vengono ricoperte da uno speciale scheletro cranico, la piastra cartilaginea basale, dapprima affatto piana, si innalza ai suoi margini laterali e comincia a circondare il cervello da tutti i lati, e, finalmente, anche dalla parte

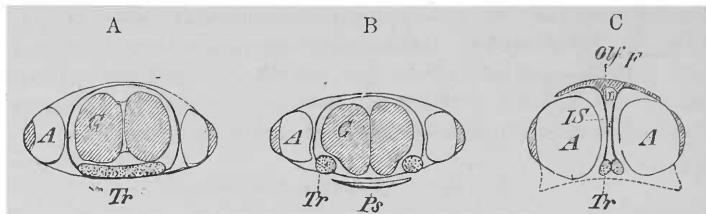


Fig. 55. — Schema d'una sezione trasversale di un cranio embrionale di ganoidi, selaci, anuri e mammiferi (A), di urodeli, coccodrilli e ofidii (B), di alcuni teleostei, saurii e uccelli (C), Tr Trabeculae cranii, G Cervello, A Occhi Ps Parasfenoida, IS Setto interorbitale, F osso frontale, Olf Nervi olfattorii.

dorsale. Così ha luogo la formazione di una capsula cartilaginea continua, come troviamo nel cranio dei selaci adulti. Però, nella maggior parte dei vertebrati la cartilagine non è molto cospicua, e si limita, in generale, alla base e alle capsule dei sensi. Il resto del cranio,

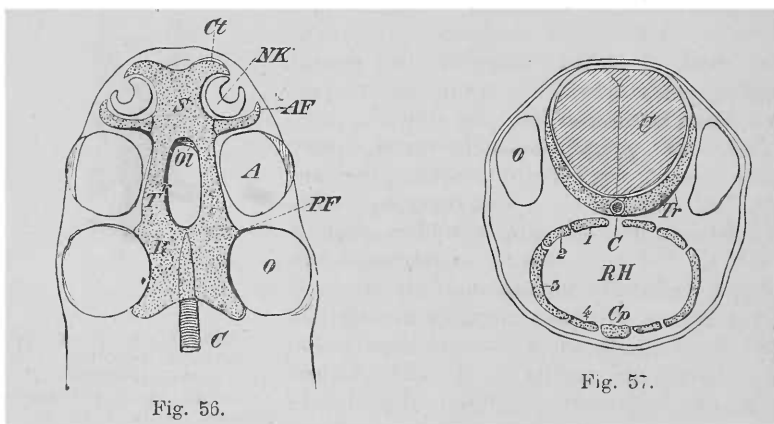


Fig. 56. — Secondo stadio di sviluppo del cranio primordiale. C Corda, B Piastra basale, T Trabecole, che si sono unite anteriormente presso la parete vasale (S), Ct, AF Processi di esse che racchiudono l'organo dell'olfatto (NK), Ol Fori olfattorii in cui entrano i nervi PF, AF Processi post- e antorbitale delle trabecole, NK, A, O Le tre vescicole dei sensi.

Fig. 57. — Terzo stadio di sviluppo del cranio primordiale. Sezione schematica, C Corda, Tr Trabecole che di sotto e lateralmente circondano il cervello (G). O Vescicola uditiva, RH Cavità rachidiana circondata dallo scheletro viscerale, 1-4 singoli componenti degli archi viscerali, che si uniscono in copula al lato ventrale (Cp).

e ciò vale specialmente per la parte superiore, passa direttamente dallo stato fibro-membranoso allo stato osseo. In generale, si può porre questa legge che nei crani più perfetti la ricchezza degli elementi cartilaginei va sempre regredendo, e cresce sempre la quantità della sostanza ossea, quanto più alta è la posizione sistematica dell'animale.

b) Scheletro viscerale.

Gli archi viscerali, che rimangono sempre allo stadio di cartilagine ialina, abbracciano, come già vedemmo, la prima parte dell'intestino anteriore, e sono innicchiati nella parete della faringe (fig. 58 *BB*).

Sviluppati in gran numero (fino a sette) negli animali a branchie, subiscono una sempre maggiore riduzione nei più alti tipi (amnioti), ed entrano qua e là, mediante un cambiamento di funzioni, in determinate relazioni con l'organo uditivo.

L'arco anteriore che serve di sostegno al margine boccale e sta nella regione del nervo trigemino, si forma per il primo ed è chiamato arco branchiale spurio, orale o mandibolare, in contrapposto ai veri archi post-orali (fig. 58 *M*).

L'espressione di archi veri o spurii si basa sulla funzione, poichè solo i post-orali fungono da portatori delle branchie; anzi, tra questi l'anteriore, posto nella regione del nervo facciale, non è in tutto omonimo agli altri, e viene chiamato arco ioideo (fig. 58 *Hy*) in contrapposto agli archi posteriori o branchiali (*B, B*), che stanno nella regione del nervo glosso-faringeo e vago. Tutto, però, indica che in un tempo primordiale gli archi tutti dello scheletro viscerale dovevano portare le branchie.

I singoli archi, dapprima inarticolati, si dividono poi in diversi pezzi, fino a quattro, di cui il superiore s'innesta alla base del cranio sotto la colonna vertebrale e l'inferiore raggiunge la parte ventrale e forma col suo opposto la così detta *copula* (basi-branchiale), nello stesso modo come le coste si uniscono per mezzo dello sterno (fig. 57, 1-4 *Cp*).

Anche i due archi viscerali anteriori, il mandibolare e l'ioide, subiscono un'articolazione. Il primo arco si divide in un breve pezzo prossimale o *osso quadrato* e in un lungo pezzo distale, la *cartilagine di Meckel* (fig. 58, *Qu, M*).

Il quadrato manda fuori anteriormente un processo, cioè il *palato quadrato* o *pterigo-palatino* (fig. 60 *A-C PQ*), che si unisce con la base del cranio e forma così la mascella superiore. Un secondo pezzo che parte dal segmento prossimale del primo arco branchiale (mandibolare) chiamasi *io-mandibolare*.

L'osso quadrato che serve quale sospenditore della mandibola, o è distinto dal cranio per mezzo di un'articolazione, vale a dire vi si unisce solo per mezzo di tessuto connessivo, o si fonde con esso in una sola massa.

L'arco ioideo, che è sempre in istretti rapporti col mandibolare e che può prendere parte anche al suo apparecchio sospenditore (fig. 60),

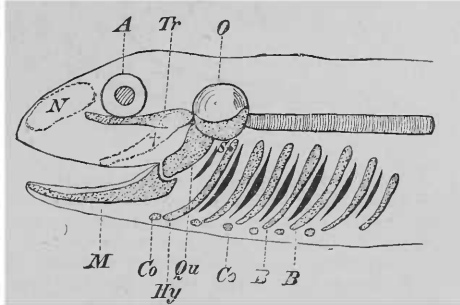


Fig. 58. — Sviluppo dello scheletro viscerale (schema). *N, A, O* Le 3 capsule dei sensi. *Tr* Trabecola raddrizzata da una posizione ad angolo \perp , *M* Cartilagine di Meckel, *Qu* Quadrato, *Hy* Arco ioideo, *B, B* Veri archi branchiali, fra cui sono visibili le fessure branchiali, *S* Foro di sbocco, *Co, Co* Copule.

si divide, analogamente ai veri archi branchiali, in un certo numero di pezzi (pesci) che dall'alto al basso si distinguono come *simplectico* e

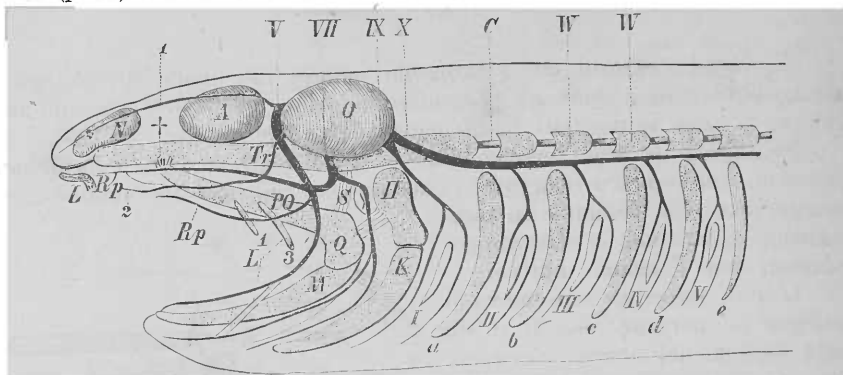


Fig. 59. — Disegno semischematico dei nervi cranici segmentali basato sul cranio dei selaci. N, A, O Le 3 vescicole dei sensi, Tr Trabecola, Q, PQ Quadrato e Palato quadrato, unito in † con le trabecole mercè tessuto connettivo. M Mandibola, L, L' Cartilagine labiale, H Jomandibulare. K Arco ioideo, a-e Archi branchiali veri, fra cui vedonsi le fessure branchiali (I-V), S Sbocco, C Corda, WW Corpi di vertebra, V N. Trigemino, 1, 2, 3 suoi 3 principali rami, Rp' suo ramo palatino, VII N. facciale, Rp suo ramo palatino, IX, X Glosso-faringeo e vago.

arco dell'osso linguale (ioideo in istretto senso) (fig. 60 A-D, Hm, Sy,

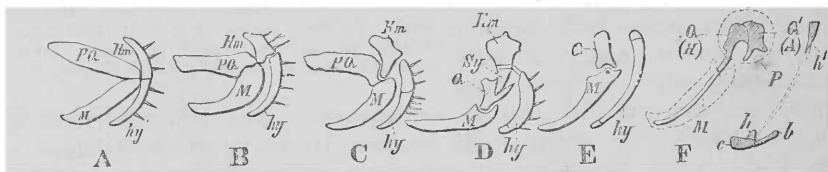


Fig. 60. — Descrizione schematica dell'apparecchio sospensore dei vertebrati (in gran parte da GEGENBAUR) A Notidanidi, B Altri pescicani, C Torpedine, D Pesci ossei, E Anfibi, rettili, uccelli, F Mammiferi. M Cartilagine di Meckel, PQ Palato-quadrato, Hm Jomandibulare, hy Arco dell'ioideo, Sy Simplectico, Q Quadrato, che si articola in Q Q' nei mammiferi, F Martello e incudine. Entrambi stanno nella cavità timpanica (P), h' Processo stiloideo unito al piccolo corno dell'ioideo (h) mercè il legamento stiloideo (punteggiato), b Grande corno dell'ioideo, c Corpo dell'ioideo dei mammiferi.

hy). Sulla linea mediana centrale serve da copula un *basi-iale*, che può ossificarsi ed essere racchiuso nella lingua come *entoglosso*.

c) Ossa craniche.

Si possono distinguere geneticamente due diverse sorta di ossa, l'una si forma nell'interno della sostanza cartilaginea, l'altra alla periferia (pericondrio), o anche affatto indipendentemente dalla cartilagine in quei punti del cranio ove si trova solo tessuto connettivo. In altri casi non ha luogo una vera formazione ossea, ma solo un incrostazione calcarea della cartilagine (cartilagine calcificata).

Le ossa che si formano nelle parti dermali del cranio, cioè nel pericondrio, devono originariamente considerarsi come ossa cutanee, e, come s'è già detto a proposito dello scheletro cutaneo, devono riferirsi

si ontogeneticamente che filogeneticamente alla formazione dei dentelli. In questo modo, ancora oggi si formano le ossa che limitano la cavità boccale dei pesci e degli anfibi, e ciò non ci deve meravigliare se pensiamo che l'epitelio della cavità boccale è derivato dall'introflessione della pelle. Questo primitivo modo di sviluppo delle ossa craniche è il più antico e appare specialmente nei vertebrati inferiori (pesci); ciò vale anche nel caso che abbia luogo una deposizione di sali calcari, la quale, senza precedente formazione dei dentelli, segua direttamente nel tessuto connessivo, come si nota in molte ossa di copertura, e massime nella volta cranica di tutti i vertebrati dagli anfibi ai mammiferi. Si tratta qui di uno sviluppo abbreviato.

Le ossa endocondrali, filogeneticamente più giovani, appaiono da principio nei rettili, mentre negli anfibi di solito prevale il più antico modo di sviluppo pericondrale. Non raramente le ossa endocondrali e tegumentali vanno di conserva e si fondono insieme. Così accade che nel corso delle generazioni, in luogo d'un osso cartilagineo, entri un osso tegumentale, si sopprima per sempre la formazione di cartilagine, e non si ripeta più neppure nell'embriologia.

Darò ora un quadro dei nomi delle principali ossa nelle varie regioni del cranio.

I. Ossa della cavità orale (parte interne, parte limitanti).

- | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------|
| <i>Ossa tegumentali</i> | } | 1. Parasfenoide. |
| | | 2. Vomere. |
| | | 3. Pre- o intermascellare. |
| | | 4. Mascellare. |
| | | 5. Giugale. |
| | | 6. Quadrato-giugale (in parte). |
| | | 7. Dentale. |
| | | 8. Spleniale. |
| | | 9. Angolare. |
| | | 10. Soprangolare. |
| | | 11. Coronioide. |
| | | 12. Palatino. |
| | | 13. Pterigoideo. |

II. Ossa della superficie esterna.

- | | | |
|-------------------------|---|---------------------------------|
| <i>Ossa tegumentali</i> | } | 1. Pre- o intermascellare. |
| | | 2. Mascellare (lateralmente). |
| | | 3. Nasale. |
| | | 4. Lacrimale. |
| | | 5. Frontale. |
| | | 6. Prefrontale. |
| | | 7. Postfrontale. |
| | | 8. Postorbitale. |
| | | 9. Sopraorbitale o squamoso. |
| | | 10. Parietale. |
| | | 11. Temporale o squamoso. |
| | | 12. Sovraoccipitale (in parte). |

III. Ossa cartilaginee.

- Ossa cartilaginee
1. Basi-occipitale
 2. Basi-sfenoide
 3. Presfenoide
 4. Occipitale laterale (sovraccipitale, in p).
 5. Pro-epi- e opistotico, sfen- e pterotico (capsula ossea dell'orecchio).
 6. Orbito-} sfenoide, sviluppanesi nella regione delle *trabeculae*
 7. Ali-} *cranii*.
 8. Etmoide col restante scheletro nasale cartilagineo (setto, turbinati).
 9. Quadrato.
 10. Articolare.
 11. Scheletro viscerale (in parte).

A. Pesci.

Lo scheletro cranico dei pesci è così diverso nei diversi gruppi, che si può appena farne uno schizzo, quando non si voglia essere troppo prolissi.

L'*Amphioxus* manca sì del cervello che di un vero cranio: tuttavia, possiede uno scheletro branchiale formato di numerosi bastoncini elastici. Non si può, però, riconoscere una diretta relazione fra essi e le parti craniche degli altri vertebrati. Quanto a ciò presentano migliori condizioni i pesci immediatamente più alti, i ciclostomi, poichè il loro cranio nel suo abbozzo originario non varia essenzialmente per

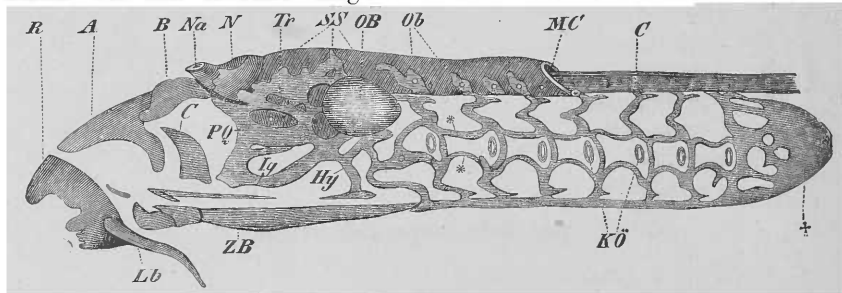


Fig. 61. — Scheletro del capo del *Petromyzon Planeri*. *Lb* Cartilagine labiale. *R* Cartilagine di chiusura della bocca succiante, *A*, *B*, *C* Placche di sostegno della bocca. *ZB* Osso linguale, *Na* Apertura nasale esterna, *N* Sacco nasale, *Tr* Trabecole, *PQ* Palato quadrato, *Ig* Lamella appartenente al palato-quadrato, *SS* Tubo cranico fibroso, che posteriormente in *MC* (canale midollare) è tagliato trasversalmente, *OB* Vescicola uditiva, *Ob* Archi superiori, *Hy* Icoide, *KÓ* Aperture branchiali, † Sacco cieco posteriore della gabbia branchiale, ** Lamine trasversali della gabbia branchiale, *C* Corda dorsale.

tratti principali da quello degli altri vertebrati. Più tardi, però, la struttura del cranio, in seguito all'abitudine di succhiare che ha questo animale, acquista molte proprietà speciali che lo isolano dagli altri. Anzitutto, manca una mandibola simile a quella degli altri vertebrati, cosicchè si chiamarono questi pesci *ciclostomi*, in contrapposto a tutti gli altri vertebrati detti *gnatostomi*.

Al posto dell'apparecchio mandibolare evidentemente regredito, si trova in una lampreda adulta una serie di piastre cartilaginee disposte a embrice, le quali sono limitate anteriormente da un anello cartilagineo che fa da orlo all'apertura della bocca (fig. 61). Quest'ultimo produce alla sua superficie interna un gran numero di dentelli cornei che aiutano la funzione succhiatoria dell'animale. A queste particolarità si aggiunge uno scheletro branchiale complicato, che sta completamente al livello dei tegumenti esterni, le cui parti non si dividono in singoli pezzi articolati come di solito avviene.

Finalmente, è degno di nota il *sacco olfattorio* fibro-cartilagineo, il quale, evidentemente, per adattamento alla funzione succhiatoria, ha assunto una posizione e uno sbocco dorsale (fig. 61). Intorno alla sua forma primitiva impari, vedi il capitolo sull'organo olfattorio.

Mentre l'organo olfattorio delle lamprede si presenta come un'ampolla a corto collo chiusa a fondo cieco verso la cavità boccale, nei mixinoidi esso forma un lungo tubo a cappa tenuto aperto da anelli cartilaginei. Esso, inoltre, si distingue da quello delle lamprede perchè comunica col cavo boccale per mezzo di un lungo condotto naso-palatino.

Quanto al cranio dei selaci, esso rappresenta, sotto ogni aspetto, le condizioni più semplici e facili a comprendersi, cosicchè esso forma il miglior punto di partenza per lo studio dello scheletro cefalico degli altri vertebrati. Esso si presenta come una capsula membranoso-cartilaginea d'un solo pezzo o immobilmente unito alla colonna vertebrale (squali) o con essa articolato (raie e chimere).

Non vi sono ancora vere ossa: tuttavia, il tratto palato-quadrato e la mandibola sono munite di molti denti (fig. 62 Z).

I sacchi olfattori stanno in una regione nasale che si estende al lato laterale e ventrale in un rostro per lo più allungato. La regione nasale è separata dal cavo cranico mercè una *lamina cribrosa* fibrosa. Posteriormente segue la profonda cavità orbitale (fig. 62 *Orb*) e confina con questa l'estesa regione uditiva (*GK*) in cui si vedono i canali semicircolari dell'apparecchio uditivo.

Il palato-quadrato (*PQ*) è di solito fissato, per mezzo di masse connesive, alla base del cranio e specialmente all'io-mandibolare, che può servire come sostegno dell'intero apparato; però, nelle chimere le due parti si fondono in una sola massa, donde il nome di olocefali. Al margine anteriore dell'io-mandibolare sta una fessura che conduce alla cavità boccale, il così detto spiracolo, vicino a cui si possono trovare delle tracce di un'antica branchia

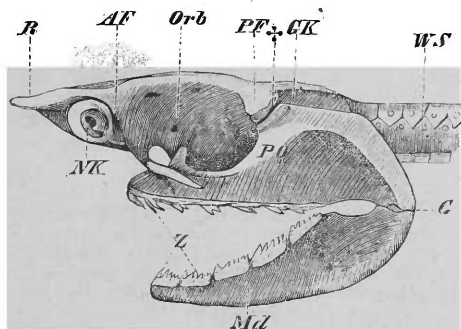


Fig. 62. — *Cranio dell'Heptanchius*. *WS* Colonna vertebrale, *GK* Capsula uditiva, *PF*, *AF*, *Orb* Processo postorbitale e antorbitale, *Orb* Orbita, *R* Rostro, *NK* Capsula nasale, \dagger Luogo di articolazione del palato-quadrato (*PQ*) col cranio, *G* Articolazione della mandibola, *Md* Mandibola, *Z* Denti.

spiracolare. Essa si trova su di una lamella cartilaginea, o cartilagine spiracolare, che limita anteriormente lo spiracolo.

Qua e là nella serie dei selaci si trovano tracce di un processo di assimilazione che avviene nella regione occipitale, ossia si può riconoscere come le vertebre nel corso dello sviluppo vadano a compenetrarsi col cranio. Lo stesso processo si può constatare anche nei ganoidi, dipnoi e teleostei. Questa parte del cranio, come adattamento secondario, cade sotto un altro punto di vista morfologico del restante cranio, filogeneticamente più antico e costruito secondo altre leggi di sviluppo (Gegenbaur).

Lo scheletro branchiale è sempre assai sviluppato, ma presenta molte modificazioni caratterizzate da articolazioni secondarie e da processi di fusione. Al margine esterno di ogni arco branchiale si sviluppano dei raggi cartilaginei ordinati radialmente che fanno da organi di sostegno ai sacchi branchiali. Essi si trovano anche sull'io-mandibolare e sull'ioide e vengono poi chiamati raggi branchiostegi.

Mentre nei selaci le aperture branchiali sboccano liberamente all'esterno, nelle chimere e nella *Chlamydoselache* v'è al disopra una

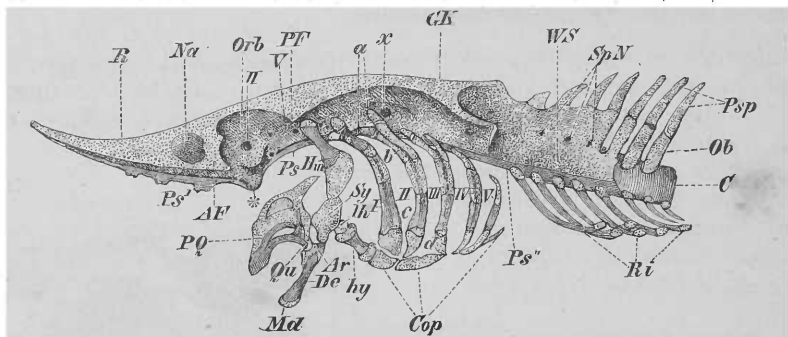


Fig. 63. — Scheletro cefalico dello storione, tolto lo scheletro dermatico. WS Colonna vertebrale. SpN Apertura d'uscita dei nervi spinali, Psp Processi spinosi, Ob Archi superiori, C Corda dorsale, GK Capsula uditiva, PF, AF Processo postorbitale e antorbitale, Orb Orbita, II Foro ottico, x Foro del vago, Na Cavità nasale, R Rostro, * Sporgenza della base del cranio (spigolo basale), Ps, Ps', Ps² Parasfenoidi, PQ Palato quadrato, Qu Quadrato, Md Mandibola, De Dentale esterno, Ar Articolare, Hm Iomandibolare, Sy Simplettrico, Th Intercale, hy Ioide, I-V Archi branchiali e loro articolazioni al faringo-branchiale fesso (a), all'epibranchiale (b), al cherato-branchiale (c), all'ipobranchiale (d), Cop Copula dello scheletro viscerale, Ri Coste.

piega che deriva dal margine posteriore dell'io-mandibolare. È il primo abbozzo di un opercolo, di cui parleremo poi a proposito dei teleostei e dei ganoidi, come segno di un più alto sviluppo.

Prendiamo tra i ganoidi le forme inferiori, cioè quelle forme, in cui il cranio primordiale ialino, unito fissamente con la colonna vertebrale, è ancora bene sviluppato. Chiamansi ganoidi cartilaginei. Come nei selaci, la cavità cranica giunge anche in questi anteriormente fino alla regione etmoidale, ma ne è divisa non già da un tessuto fibroso, bensì da un tessuto cartilagineo. Il cranio è unito immobilmente alla colonna vertebrale da una cartilagine continua, e il parasfenoidale, formante la volta della cavità boccale, si spinge un bel tratto all'indietro sul lato ventrale della colonna vertebrale in forma d'una stecca ossea piatta e sottile.

Mentre i selaci e i ganoidi cartilaginei coincidono essenzialmente nella forma del condrocranio, questi ultimi raggiungono un grado assai più elevato, poichè essi assumono anche delle ossa. Queste coprono a mo' di armatura la superficie del cranio sotto forma di numerosi scudetti e piastre diffusamente scolpite. In parte se ne trovano anche, come vedemmo, nella regione della cavità boccale, ossia dello scheletro viscerale. Anche nell'opercolo, che in questi è assai più chiaramente sviluppato che nelle chimere, vi sono formazioni ossee, divise, però, nei ganoidi ossei e nei teleostei in singole piastre chiamate opercolo, preopercolo, subopercolo e interopercolo.

L'intero apparato palato-mandibolare, il quale è unito assai, lassamente alla base del cranio per mezzo dell'io-mandibolare e simplectico, nonchè per mezzo di masse connesive, è molto rudimentale (fig. 63 *Md, Sy, Hm, Qu, PQ*).

Il già ricordato scheletro cutaneo, che anche qui deve riportarsi alla formazione dei dentelli, o di squame da essi derivate, raggiunge uno straordinario sviluppo in un gruppo di questi pesci, cioè nei ganoidi ossei e si presenta come un'armatura durissima che copre la superficie del cranio ed è composta di numerosi pezzi e pezzetti (fig. 64). Le formazioni ossee, però, non si limitano solo alla superficie, ma comprendono l'intero scheletro cefalico, come, per es., nelle masse trabecolari o nella mandibola, luogo in cui il tessuto cartilagineo subisce una forte riduzione (1).

Lo scheletro branchiale dei ganoidi consta di 4-5 archi branchiali più o meno ossificati, i quali, come nei selaci, diminuiscono di grandezza dall'innanzi all'indietro, e nei ganoidi ossei la superficie volta verso la faringe è irta di denticoli setolosi.

Per un tempo lunghissimo (Siluriano, Devoniano, Carbonifero) i ganoidi

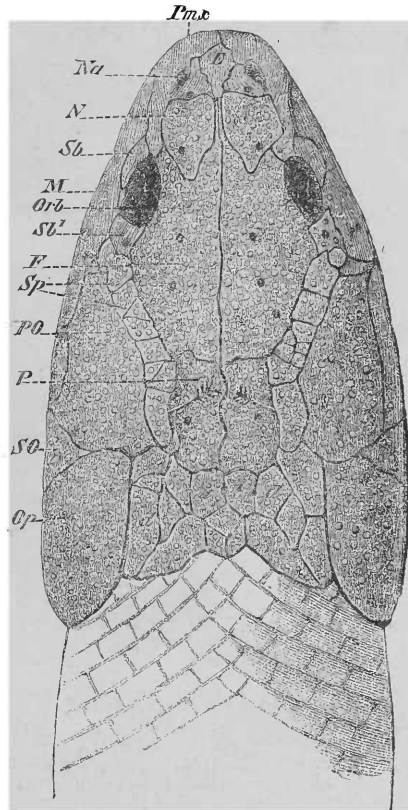


Fig. 64. — Cranio del *Polypterus bichir* dal lato dorsale. *Pmx* Premascellare, *Na* Apertura nasale esterna, *N* Nasale, *Sb*, *Sb'* Suborbitale anteriore e posteriore, *Orb* Orbita, *M* Mascella, *Sp* Spiracolari, *PO* Preopercolo (?), *SO* Subopercolo, *Op* Opercolo, *F* Frontale, *P* Parietale, *a, b, c, d* Scudo osseo sovraoccipitale. Le due frecce sotto lo scudo spiracolare mostrano l'apertura dello spiracolo alla superficie libera del cranio.

(1) L'unica eccezione è fatta dall'*Amia*, in cui il cranio primordiale cartilagineo rimane in tutta la sua ampiezza.

ossei, insieme coi selaci, formavano l'intera fauna ittologica; solo assai più tardi apparvero i pesci ossei, i quali, come si vede confrontandoli con l'*Amia*, sono derivati dai ganoidi ossei. Questi sono assai interessanti anche per la loro parentela evidentemente prossima coi dipnoi coi più antichi anfibi del carbonifero e del trias, cioè i ganocefali, i labirintodonti e gli stegocefali. Faremo più tardi questo confronto a proposito degli anfibi.

Teleostei. Vi son le massime differenze: tuttavia, nel piano fondamentale il cranio dei teleostei deve riportarsi a quello dei ganoidi ossei. Ma non vi son punti di contatto con gli anfibi, epperò l'intero gruppo dei pesci ossei deve essere considerato come un *ramo laterale* dei vertebrati.

Il cranio cartilagineo primordiale persiste, assai esteso, nella maggior parte dei teleostei, e la cavità del cranio, come in quelli finora descritti, si estende sotto forma d'un tubo cartilagineo tra gli occhi fino alla regione etmoidale, o anche stretto e limitato fra gli occhi (fig. 55 C).

Il *Palato-quadrato* si differenzia in un'intera catena di piastre cartilaginee dette *quadrato, meta-pterigoide, mesopterigoide e palatino*. Nella regione occipitale e uditiva e nella superficie dorsale del cranio, si sviluppano numerosi complessi ossei, nella cui descrizione qui non possiamo fermarci. Rimando perciò alle fig. 65, e 66 A, B.

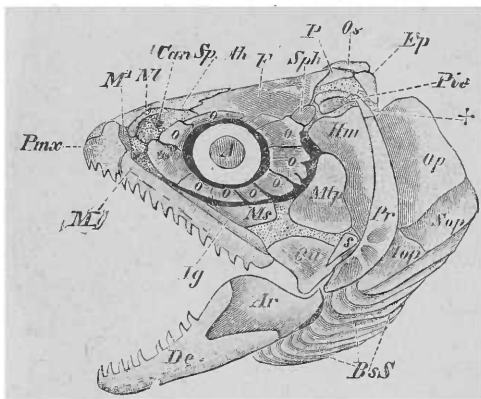


Fig. 65. — *Scheletro cefalico della trota.* Ep Epitico, Pt Pterotico, Sph Sfenotico, Os Occipitale superiore (sovroccipitale), P Parietale, F Frontale, Sp. eth Sovretmoide, Can Apertura del canale dei nervi olfattorii, NI Nasale, Pmx Premascellare, MM Mascellare, Ig Iugale, Ms Mesopterigoide, Mtp Meta-pterigoide, o, o, o Anello orbitale, Hm Io-mandibolare, S Simplectico, Qu Quadrato, Pr Preopercolo, Iop Interopercolo, Sop Subopercolo, Op Opercolo, BsS Raggi branchiostegi, Ar Articolare, De Dentale, A Occhio.

È degno di nota in parecchi teleostei un canale che sta nell'asse longitudinale della base del cranio, racchiude i muscoli oculari e s'apre nella cavità oculare davanti alla capsula uditiva, dall'uno e dall'altro lato.

Tutte le ossa che limitano la cavità boccale, come il vomere, il parasfenoide, il pre-mascellare (assai variabile nella sua disposizione e nel suo sviluppo), il mascellare, ecc., possono essere muniti di denti.

Gli organi olfattorii, come in tutti i pesci, hanno l'aspetto di semplici fosse poste nella cartilagine etmoidale, solitamente non forate verso il palato.

Oltre il già notato tratto palato-quadrato, la capsula cranica dei teleostei è circondata da larghe formazioni a piastra o a spranga. Esse derivano da ossificazioni della pelle alla periferia degli archi (anello orbitale fig. 65, o) e nella regione dell'opercolo (ossa opercolari Pr, Op, Sop, Jop). Sulla continuazione ventrale della piega opercolare si sviluppano numerosi raggi branchiostegi. Anteriormente l'opercolo emette una catena ossea composta di tre pezzi articolati, l'io-mandibolare, il

simplectico e il quadrato, i quali servono come apparecchio sospensore della mandibola (fig. 65 *Hm*, *s*, *Qu*). La mandibola consta della cartilagine di Meckel e di parecchi pezzi ossei, di cui il più grande è detto *dentale* (*De*); gli altri si chiamano: *articolare* (*Ar*), *angolare* e *coronoide*. Gli ultimi due possono anche mancare.

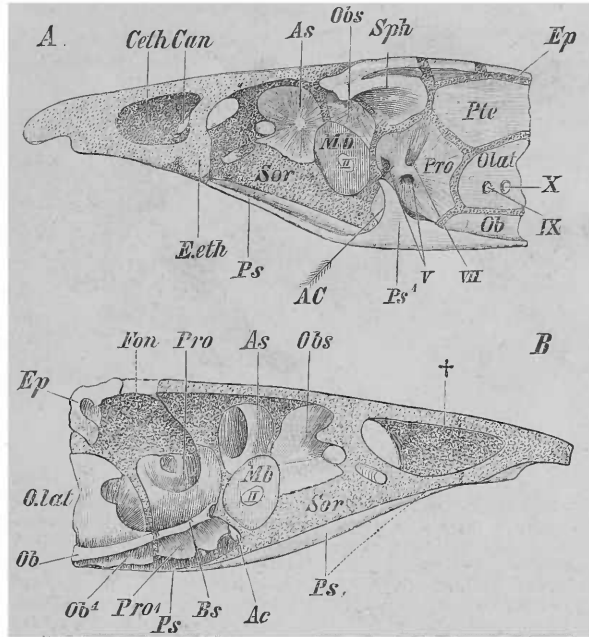


Fig. 66. — *Scheletro cefalico della trota ingrandito. A* Aspetto laterale, sotto le ossa segmentali dell'apparato mandibolare, sospensoriale, pterigoide e opercolare. *B* Lo stesso tagliato sulla linea mediana. *Ceth* Cavo etmoidale, *Can* Canale olfattorio, *Eeth* Ectetmoide, *Sor* Setto interorbitale, *II* Foro ottico, nella membrana (*Mb*), *As* Alisfenoidale, *Obs* Orbito-sfenoidale, *Ac* Canale dei muscoli oculari, *Sph* Sfenotico, *Pro*, *Pro'* Prootico, *Pte* Pterotico, *Ep* Epiotico, *Ps* Parasfenoidale, *Ps'* Processo del parasfenoidale, che comprende lateralmente la capsula auricolare e aiuta a formare il canale dei muscoli oculari, *Ob*, *Ob'* Occipitale basilare, *Olat* Occipitale laterale, *Fon* Fontanella, *V*, *VII*, *IX*, *X* Uscita dei nervi trigemino, facciale, glosso-faringeo e vago.

B. Dipnoi.

Questo gruppo, quanto alla struttura del cranio, sta di mezzo tra le chimere, i ganoidi e i teleostei da un lato e gli anfibi dall'altro. Vi sono, però, alcune specialità, che non permettono di unirli direttamente nè a questo, nè a quello. Ad ogni modo, i dipneusti sono forme assai antiche, poichè si trovano nel trias e nel carbonifero, e forse esistevano già nel devoniano.

Il cranio cartilagineo primordiale o si conserva intero (*Ceratodus*), o in gran parte (*Protopterus* (1), *Lepidosiren*).

(1) In questo caso le lacune sono riempite superiormente dal fronto-parietale, inferiormente dal parasfenoidale.

Le ossa pericondrali sviluppate sono assai meno numerose che nei ganoidi.

La cavità cranica si estende tra le due orbite fino alla regione etmoidale, dove si trova una lamina cribrosa in gran parte cartilaginea.

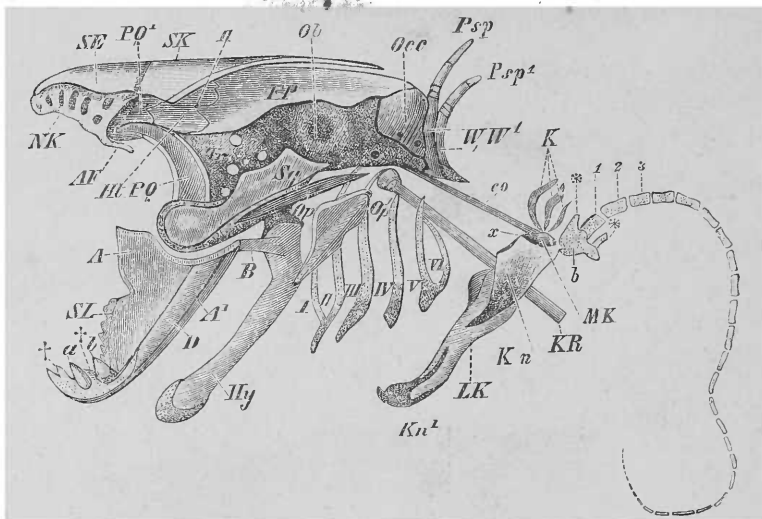


Fig. 67. — Scheletro cefalico, cinto toracico ed estremità anteriori del *Protopterus*. *WW*¹ Corpi di vertebra insinuanti nello scheletro cefalico, coi loro processi spinosi, (*Psp*, *Psp*¹), *Occ* Sovroccipitale col foro ipoglossico, *Ob* Vescicola uditiva, *Tr* Trabecole con le aperture pel trigemino e pel facciale, *FP* Fronto-parietale, *Ht* Fontanella membranosa, forata dal foro ottico (*II*, *SK*) Ossa tendinee, *SE* Sopraetmoide, *NK* Capsula nasale cartilaginea, *AF* Processo antorbitale (la cartilagine labbiale, che ha una stessa posizione e direzione, non è segnata), *PQ* Palato quadrato, che in *PQ*¹ converge con quello dell'altro lato, *Sq* Squamoso, coprente il quadrato, *AA* Articolari uniti all'Ioide (*Hy*: da un legamento fibroso (*B*), *D* Dentale esterno, ++ Cartilagine di Meckel sporgente, *SL* Lamina a smalto, *a, b* Denti, *Op*, *Op*¹ Ossa opercolari rudimentali, *I-VI* I sei archi branchiali, *KR* Coste craniche, *LK*, *MK* Lamella ossea laterale e mediana ricoprente la cartilagine del cingolo *Kn*, *Kn*¹, *co* Legamento fibroso che unisce l'estremità superiore dell'arco toracico col cranio, *x* Capo articolare del cinto toracico, con cui s'articola il pezzo basale *b* dell'estremità libera, ** Raggi laterali articolari (tipo biseriale) di esso, 1, 2, 3 articoli prominali dell'estremità libera.

La cartilagine quadrata coperta anteriormente da un osso squamoso (fig. 67 *Sq*), è unita in un sol pezzo col cranio cartilagineo, e anche la spranga palato-quadrata) contigua all'avanti e al basso con la base del cranio, è assai intimamente unita col cranio (fig. 67 *PQ*).

Le capsule nasali ialino-cartilaginee e cribrate stanno dal lato dorsale a destra e a sinistra dell'estremità del muso (*NK*). Posteriormente la cavità nasale col mezzo delle *coane* si apre nel palato, caratteristica che si trova in tutti i vertebrati superiori ai dipneusti. La parte occipitale del cranio in cui, come vedemmo, s'insinuano mercè un processo di assimilazione le prime vertebre (*WW*), è fusa immobilmente con la colonna vertebrale. Sono degni di nota i denti coperti di smalto e simili a taglienti coltelli.

Vi sono appena tracce dell'opercolo e di raggi branchiostegi e anche gli archi branchiali ialini sono rudimentali, in numero di cinque nel *Ceratodus* e di sei nel *Protopterus*.

Nella forte mandibola si distingue un articolare, un dentale e un angolare. La cartilagine di Meckel si avvanza liberamente circa alla sommità dell'osso dentale (fig. 67).

La conoscenza dello sviluppo del capo dei dipneusti sarebbe assai interessante, e ci renderebbe chiare varie disposizioni finora dubbie, come, per esempio, le lamine chiamate *coste cefaliche* (fig. 67, *K R*).

C. Anfibia.

Urodeli. Lo scheletro cranico degli urodeli si distingue da quello dei pesci soprattutto per caratteri negativi, cioè da un lato per il piccolo sviluppo delle parti cartilaginee, e dall'altro per un numero assai più piccolo di ossa. In breve, c'è un piano di struttura assai più semplice. Ciò vale specialmente per lo stadio larvale (fig. 68), in cui, del resto, il cranio cartilagineo ha gran parte, e in cui appare chiaramente la già notata divisione in regione *uditiva, nasale e orbitale*.

Le capsule uditive (*OB*) unite nella linea mediana ventrale e dorsale (fig. 68, 69, 70 *Osp* e *Bp*) da una commissura cartilaginea basioccipitale e sovraoccipitale e di solito, più tardi, saldamente ossificate (il processo di ossificazione parte da diversi centri), ci mostrano una nuova e importantissima disposizione diversa da quella dei pesci, hanno, cioè, un'apertura che guarda all'esterno e al basso, la finestra ovale (fig. 68, 67 *Fov*). Essa è chiusa da un coperchio cartilagineo, la così detta staffa (*St*) e ce ne occuperemo nell'anatomia degli organi uditivi. I canali semicircolari sono abbastanza evidenti come grandi cercini.

Alla circonferenza ventrale del foro occipitale si sviluppano due capi articolari, caratteristici per tutti gli anfibia, che servono all'articolazione con la prima vertebra (fig. 68, 69, 70, *Cocc*).

Le grandi capsule nasali (fig. 68 *Na*), costituite allo stadio adulto da molti pezzi cartilaginei, sono unite con le vesciche uditive mercè le sottili trabecole che formano le pareti laterali del cranio (1) (*Tr*), e tra esse sta una gran cavità, limitata alla parte dorsale dall'osso frontale e parietale (fig. 69, *F, P*), e alla parte ventrale dal parasenoide (fig. 68 e 70 *Ps*), talora munito di denti setolosi. Innanzi ad esso sta il vomere (*Vo*), limitante le fosse nasali posteriori (*Ch*), e con esso è fuso, negli animali adulti, il palatino (fig. 70 *Vop*), che si insinua come sottile lamina alla parte ventrale del parasenoide. Queste disposizioni dipendono da un adattamento secondario, poichè nello stadio larvale esiste ancora un palato-quadrato o pterigo-palatino (fig. 68 *Pt, Ptc, Pl*). Esso più tardi cambia forma, come si vede nella fig. 68, 70.

La lamina cribrosa è o cartilaginea, come nella salamandra, o membranacea come nella maggior parte delle salamandrine (*Triton*). In altri casi (*Salamandrina perspicillata, Proteus* ecc.) la chiusura anteriore della cavità cranica è effettuata da speciali modificazioni dell'osso frontale.

(1) Le trabecole si ossificano più o meno completamente e chiamansi *alisenoide* e *orbitosenoide* (fig. 69, 70 *As Os*).

Anteriormente al vomere sta la mascella superiore (fig. 68-70 *M*) e sul davanti un intermascellare (*Pmx*), che di solito racchiude o limita una cavità. Questo si estende alla superficie dorsale del cranio e tocca il nasale a cui segue il prefrontale (fig. 69 *N*, *Pf*).

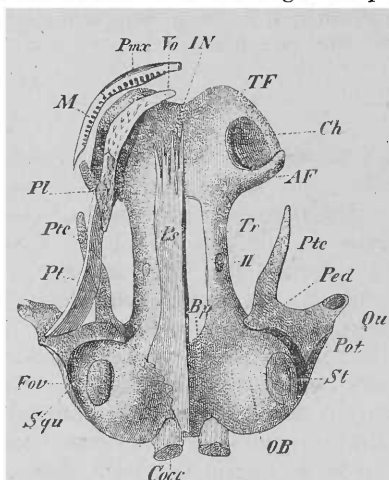


Fig. 68.

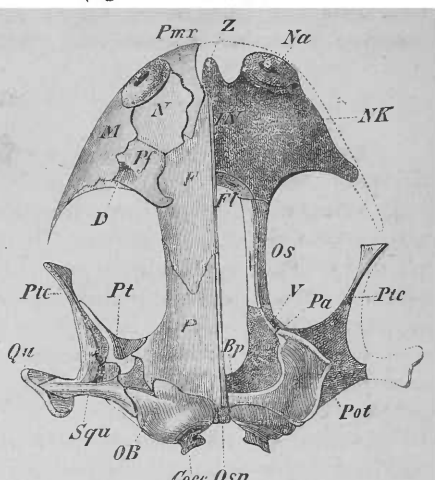


Fig. 69.

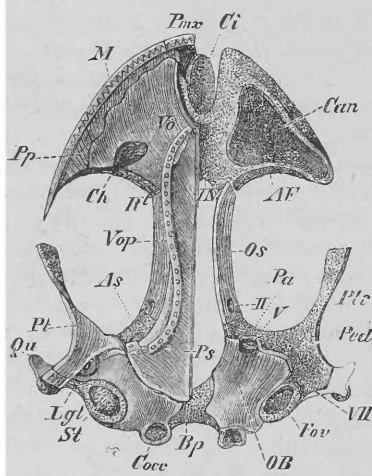


Fig. 70.

Fig. 68. — Cranio d'un giovane Axolotl (lato ventrale).

Fig. 69. — Cranio di Salamandra atra (animale adulto, lato dorsale).

Fig. 70. — Cranio di Salamandra atra (animale adulto, lato ventrale). *Tr* Trabecole, *OB* Vescicola uditiva, *Fov* Finestra ovale chiusa lateralmente dalla staffa (*St*), *Lgt* Apparato di legamento tra quest'ultima e l'apparecchio sospensore della mandibola, *Cocc* Condili occipitali, *Bp* Piastra basilare cartilaginea tra le due vescicole uditive, *Osp* Lamina dorsale della cartilagine occipitale, *IN* Piastra internasale, che lateralmente si espande nei processi *TF* e *AF* limitanti le coane, *NK* Capsula nasale, *Can* Cavo nasale, *Na* Apertura nasale esterna, *FL* Passaggio dei nervi olfattori, *Z* Espansione cartilaginea a linguetta della piastra internasale, che funge da volta della cavità nasale *Ci* (Fig. 70), *Qu* Quadrato, *Ptc* Pterigoide cartilagineo, *Pot* Processo otico, *Ped* Pediculus, *Pa* Processo ascendente del quadrato, *Ps* Parasfenoid, *Pt* Pterigoide osseo, *Vo* Vomere, *Pl* Palatino, *Pp* Processi palatini, *Vop* Vomer palatino, *Pmx* Premascellare, *M* Mascellare, *Os* Orbito- e *As* Alisfenoid, *N* Nasale, *Pf* Prefrontale, forato in *D* dal dotto lacrimale, *F*, *P* Frontale e parietale, *Squ* Squamoso, *II* Oticco, *V* Foro trigemino, *VII* Foro facciale, *Rt* Entrata nella capsula nasale del ramo nasale del trigemino.

L'apparecchio sospensore della mandibola, in cui anche allo stadio embrionale pare non vi sia l'io-mandibolare (rappresentato forse dallo stilo della staffa) e il simplectico, è, come si vede schematicamente nella fig. 60 E, assai più semplice che nei pesci. Esso consta solo dell'osso quadrato, il quale si fonde secondariamente col cranio e sulla

cui superficie esterna si sviluppa un osso tegumentale, lo squamoso (fig. 68, 69, 70, *Squ*). *Qu*

Parleremo in seguito dello scheletro viscerale.

Il solido e compatto cranio dei gimnofioni richiama lo scheletro cefalico degli antichi anfibi del carbonifero. In alcuni punti mostra anche una certa parentela col cranio degli anuri, ed è singolarmente interessante per la complicatissima architettura delle capsule nasali (cfr. organi olfattori).

Il cranio degli antichi urodeli (labirintodonti e ganocefali) era coperto da gran numero di sodi e grossi scudi ossei ed era comunissimo un foro nella sutura parietale, in unione con la glandola pineale o occhio parietale, simile a quello degli attuali lacertini (fig. 71). (V. cervello dei rettili). Nella circonferenza dell'orbita esiste spesso un *anello sclerale*, come quello dell'ittiosauro, e simile a quello degli attuali uccelli e d'una parte dei rettili. Se si pensa alla ricchezza d'ossa craniche (come nei ganoidi ossei) che possedevano gli antichi anfibi e alle loro spesso straordinarie dimensioni (vi son dei cranii lunghi 3-4 piedi), siam costretti a ritenere gli attuali anfibi come deboli rappresentanti d'un ben più ampio gruppo, come si può constatare anche pei rettili attualmente viventi.

Anuri. Il cranio degli anuri al primo aspetto è molto simile a quello degli attuali urodeli; però, subisce uno sviluppo essenzialmente diverso e assai più complicato, nè può direttamente derivarsi da quello. Ciò prova che

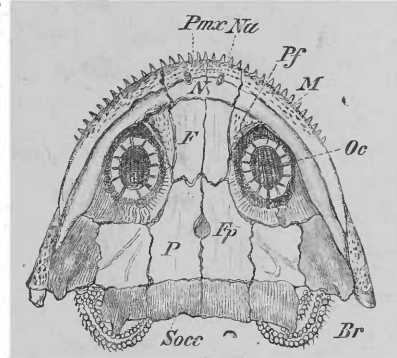


Fig. 71. — Cranio d'uno *stegosauro* restaurato (del carbon fossile di Boemia) da FRITSCH. *Pmx* Premascllare, *M* Mascella, *N* Nasale, *Na* foro nasale, *F* Frontale, *Pf* Prefrontale, *P* Parietale, *Fp* Foro parietale, *Socc* Sovracapitale, *Br* Apparato branchiale, *Oc* Anello sclerale osseo.

la *forma comune primordiale* dev'essere cercata in periodi geologici arretratissimi.

Nello stadio larvale la bocca-succhiante è munita di una cartilagine labbiale e di dentelli cornei: ma ciò che è più impor-

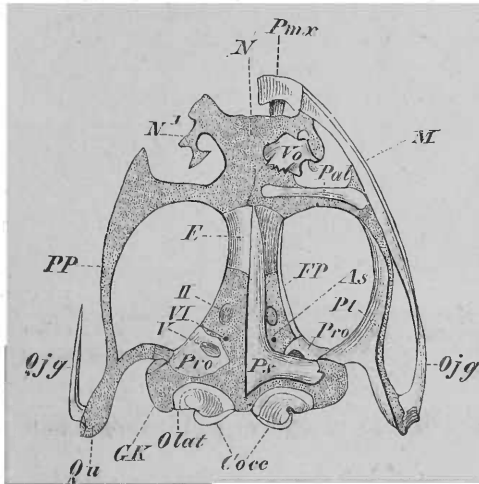


Fig. 72. — Cranio della rana *esculenta* dal lato ventrale. Da ECKER. Da un lato son tolte le ossa tegumentali, *Cocc* Condili occipitali, *Olat* Occipitale laterale, *GK* Capsula uditiva, *Qu* Quadrato, *Qjg* Quadrato iugale, *Pro* Prootico, *Ps* Parasfenoide, *As* Alisfenoide, *Pt* Pterigoide osseo, *PP* Palato-quadrato, *FP* Fronto parietale, *E* Etnoide (*Os en ceinture*), *Pal* Palatino, *Vo* Vomere, *M* Mascella sup., *Pmx* Premascllare, *NN* Sostegno cartilagineo del naso, *II*, *V*, *VI* Apertura d'uscita del nervo ottico, trigemino e abducente.

tante è l'abbozzo d'una cavità timpanica membranoso-cartilaginea (*ca-vum tympani*), che è limitata al difuori da una *membrana tympani*,

mentre internamente comunica con la bocca mercè la *tuba d'Eustachio* (cfr. organo dell'udito).

Ad eccezione di alcune piccole regioni del lato dorsale, l'intero cranio degli anuri ha origine come una massa cartilaginea unica e anche l'intera regione etmoidale rimane perciò cartilaginea. Nel punto di passaggio dei nervi olfattori ha luogo una zona d'ossificazione a forma di cintura (*os en ceinture* di Cuvier) che è tipica pel cranio degli

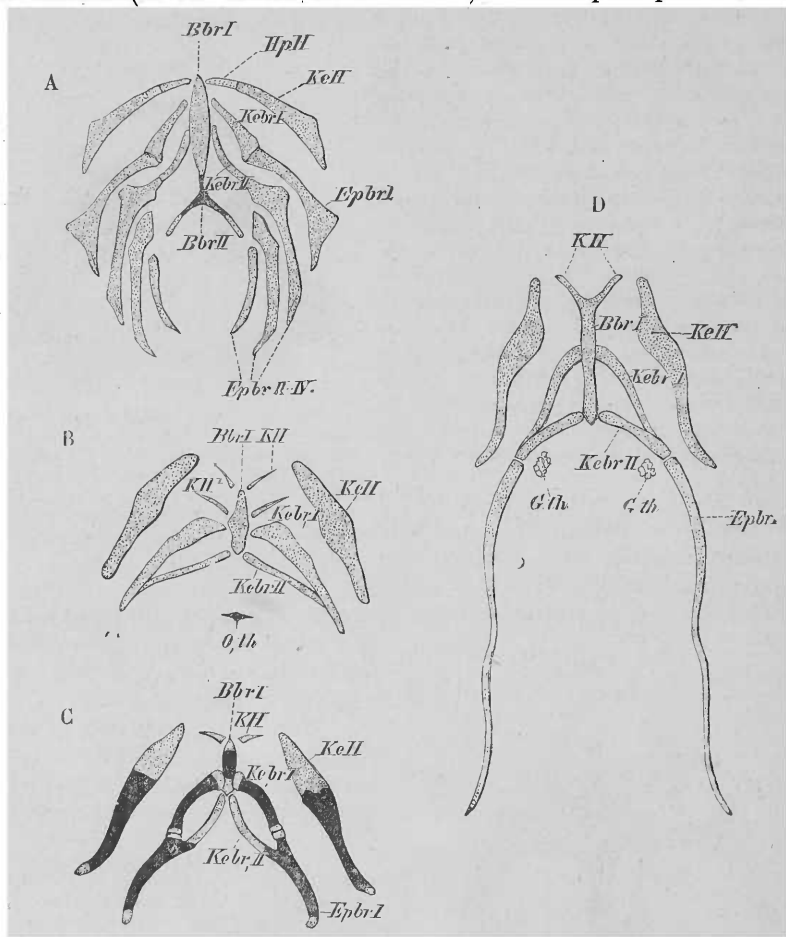


Fig. 73. — Apparecchio branchio-toideo degli urodeli. **A** Axolotli (*Siredon pisciformis*), **B** *Salamandra maculosa*, **C** *Triton cristatus*, **D** *Spelerpes fuscus*, *Bbr I, II.* 1.° e 2.° cherato branchiale, *Epbr I-IV* Primo-quarto epibranchiale, *KH, KH'* Paio anteriore e posteriore dei piccoli corni dell'ioide, *O, th* Osso tiroideo, *G, th* Glandula tiroidea.

anuri. Del resto, anche i gimnofioni hanno in questo punto somiglianti disposizioni.

Le ossa del cranio adulto non sono così numerose come negli urodeli, poichè le ossa frontali e parietali d'ogni lato si fondono, di solito, in una sola piastra ossea, detta *fronto-parietale*.

Le lamine della mascella superiore sono assai più divaricate posteriormente che quelle degli urodéli, e si uniscono all'apparecchio sospensore della mandibola mercè un piccolo pezzo intercalare, il *quadrate-ugale* (fig. 72 Qjg). Per la disposizione delle ossa che limitano la cavità boccale, vedi la fig. 72.

Lo scheletro viscerale degli anfibi subisce, eccettuata la mandibola, numerose variazioni; tuttavia, dobbiamo considerare la forma fondamentale che ci è offerta dallo stadio larvale (fig. 73 A) come costituita da cinque paia di lamine. Il primo paio è costituito dall'arco dell'ioide che si divide in due pezzi (fig. 73 A *HpH*, *KeH*), poi seguono quattro veri archi branchiali, divisi pure in due pezzi articolati (*Kebr* I, II, *Epbr* I, II). I due ultimi pezzi, assai più piccoli, non sono articolati (*Epbr* III, IV). Le suddette paia di archi si riuniscono sulla linea mediana mercè un pezzo copulare semplice o doppio (fig. 73 A *Bbr* I e *Bbr* II). Finito lo stadio larvale e la respirazione branchiale, le due paia posteriori di archi scompaiono affatto, mentre le anteriori subiscono variazioni di posto e di forma e più o meno fortemente si ossificano (fig. 73 B,C).

Nel genere *Spelerpes*, che possiede una lingua protrattile, il pezzo laterale o dorsale del primo vero arco branchiale, ossia il così detto epibranchiale primo si attenua in un lungo filo cartilagineo che si estende fin sotto la pelle del dorso (fig. 73 D) (Wiedersheim).

L'apparecchio ioideo e branchiale degli anuri subisce una notevole regressione, e riguardo alla permanenza dell'io-mandibolare se ne può dire poco di sicuro, come negli urodéli. Del resto, non è impossibile, come già vedemmo, che la columella ad esso corrisponda. Mentre gran parte dell'apparecchio branchiale scompare, le porzioni basali, poste sul fondo della cavità boccale, confluiscono in una larga piastra osseo-cartilaginea. I processi che ivi si trovano corrispondono in parte all'arco dell'ioide, la cui estremità prossimale dal lato esterno si fissa alla capsula uditiva e in parte agli archi branchiali dal primo al quarto. Per i particolari, vedi la figura 74.

Anche gli stegocefali appartenenti al periodo carbonifero possedevano già lo stesso numero d'archi branchiali delle attuali larve di urodéli, ed è interessante sapere che anche essi subivano già una metamorfosi, poichè già possedevano la respirazione per polmoni. Lo stesso vale, per esempio, per il *Branchiosaurus*. Solo dopo la metamorfosi, si giungeva alla completa formazione della caratteristica armatura der-

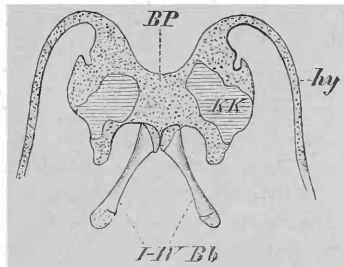


Fig. 74. — Apparecchio branchio-iodineo del *Bombinator igneus*. BP Piastra basale con cartilagine calcificata, KK, *hy* Ioidi, I-IV Bb Primo-quarto arco branchiale.

matrice, di cui la larva possedeva appena i primi rudimenti (Credner).

D. Rettili.

Quant'è stretta la parentela tra il cranio dei rettili e quello degli uccelli, tant'è grande la distanza che separa quello degli anfibi da quello dei mammiferi.

Il cranio primordiale cartilagineo, fatta eccezione della regione naso-etmoidale, va scomparendo in causa d'un esteso processo d'ossificazione, che abbraccia l'intero scheletro cefalico. Solo nei sauri (specialmente nell'*Hatteria*) esso è ancora talvolta alquanto sviluppato; in breve, il cranio dei rettili ha un carattere complessivo di solidità e forte ossificazione.

La cavità cranica si estende, negli ofidii e nelle anfibene, tra le orbite fino alla regione etmoidale, e nei lacertini, chelonii e coccodrilli invece, in cui esiste un *setto interorbitale* membranoso-cartilagineo, trapassato dai nervi olfattorii, si arresta assai più indietro.

Il parasenoide, osso di copertura così importante nei pesci e anfibi sulla volta della cavità boccale, comincia qui a ridursi, e al suo luogo figura sulla base del cranio una serie longitudinale di ossa preformate con cartilagine, detta *basioccipitale*, *basisenoide*, e *presenoide*. In contrapposto agli anfibi, esiste, per l'articolazione con la colonna vertebrale, un solo capo articolare *impari*, che, però, dev'essere considerato come formato di 3 parti.

Nella regione della volta cranica si sviluppa, come nei teleostei, un gran complesso di ossa, e invece le masse tubercolari (*alisenoide e orbitosenoide*) nella vita postembrionale regrediscono assai, oppure, come nei serpenti, sono in parte sostituite dai processi dell'osso frontale e parietale che si innalzano ad angolo retto. Esse sono pari solo nelle tartarughe, ma in tutti gli altri rettili, durante la vita postembrionale, sono impari (1). Il foro parietale, che già trovammo nel cranio degli anfibi (fig. 75 *Fp*), si trova anche in molti sauri, p. es. nella *Lacerta* e nell'*Anguis*.

Pei rapporti topografici delle diverse ossa, vedi fig. 75, 76, 77, 78. Ivi si esplica quello stesso disegno che già vedemmo negli urodeli. Di nuovo c'è solo un *postorbitale* (2), un lacrimale, un bastoncino osseo che unisce il parietale col pterigoide, la cosiddetta *columella* (Epipteri-goide), e finalmente un *Os transversum* che si estende come un pilastro di sostegno tra il mascellare e il pterigoide (fig. 75-79, *Ts*).

Alla *finestra ovale* della capsula uditiva (ossificantesi anche qui per mezzo di vari centri), si aggiunga nei rettili anche una *finestra rotonda*. Di solito, la cavità timpanica comunica con la faringea per mezzo della tuba d'Eustachio. Serve da osso risonatore la *columella auris* la cui parte distale fuoresce dall'estremità superiore del primo arco branchiale mandibolare (io-mandibolare) (3).

(1) Lo stesso vale per l'osso frontale di parecchi sauri e di tutti i coccodrilli. Anche il premaxillare per lo più è impari.

(2) È notevole anche un anello osseo *circumorbitale* negli anfibi fossili (fig. 75, *O, O*).

(3) L'allogamento della *Columella auris* nella estremità superiore dell'arco ioideo, è un adattamento secondario.

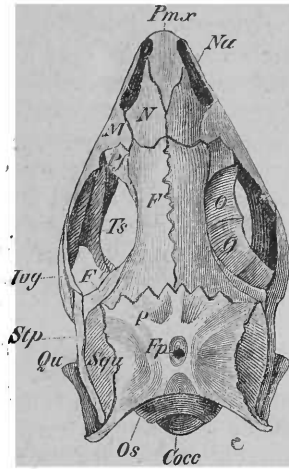


Fig. 75.

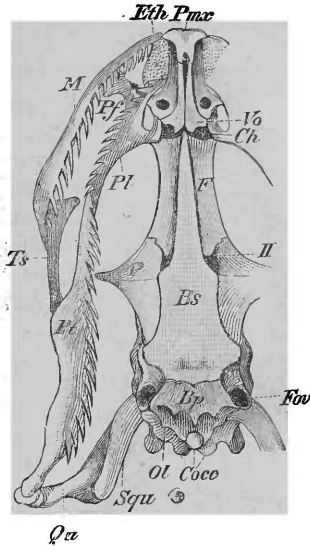


Fig. 76.

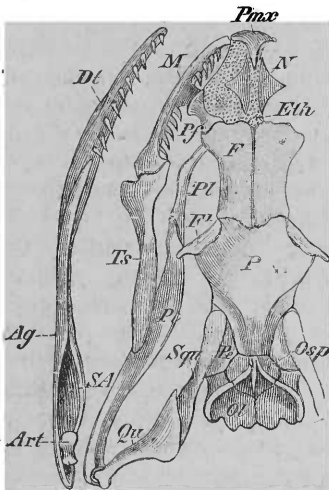


Fig. 77.

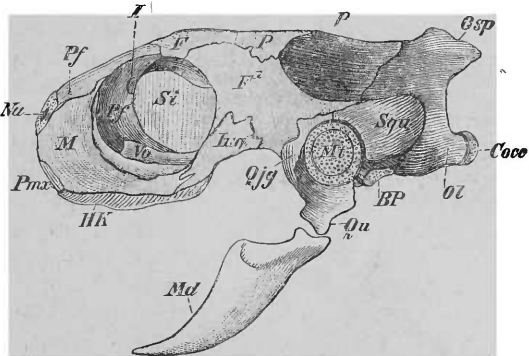


Fig. 78.

Fig. 75. — Cranio di *Lacerta agilis*. Fig. 76, 77. — Cranio di *Tropidonotus natrix*. Cocc Condilo occipitale, Os, Osp Occipitale superiore, Ol Occipitale laterale, Fov Finestra ovale, Pe Petroso, P Parietale, Fp Foro preietale, F Frontale, F¹ Postorbitale, Pf Prefrontale, Eth Etmoidale, N Nasale, Pmx Premascellare, M Mascellare, O Anello orbitale, Ts Osso trasverso, Qu Quadrato, Squ Squamoso, Stp Sovratemporale, Jug Jugale, Art Articolare, Ag Angolare, SA Sovrangularare, Dt Dentale, II Foro ottico.

Fig. 78. — Cranio d'una giovane *Emys europaea* (lateralmente). Cocc Condili occipitali, Ol Occipitale laterale, Osp Occipitale superiore, con una cresta, P Parietale, F Frontale, F¹ Postorbitale, Pf Prefrontale, che prende gran parte alla saldatura anteriore dell'orbita, I Foro d'entrata del nervo olfattorio nella cavità nasale, Si Setto interorbitale, Na Aperture esterne delle narici, M Mascellare, Pmx Premascellare, HK Guaina cornea, Vo Vomere, Jug Giugale, Qjg Quadrato giugale, Qu Quadrato, Mt Membrana del timpano, Squ Squamoso, Bp Sutura cartilaginea tra il basioccipitale e il basisfenoidale, Md Mandibola.

L'apparecchio sospensore della mandibola consta solo del quadrato, il quale può essere unito lassamente col cranio (ofidii (1) lucertole) o anche saldamente unito con esso (Hatteria, Chelonii, Camaleonti, Coccodrilli). V'è un maggiore sviluppo di denti che negli anfibi e, oltre alla mandibola, possono portare denti anche le ossa palatine e pterigoidee (fig. 76 *Pl*, *Pt*). Nei rettili non si trovano più i denti setolosi sfenoidali, e i chelonii sono affatto sdentati. Le loro ossa mandibolari sono coperte da una grossa guaina cornea sugli spigoli liberi.

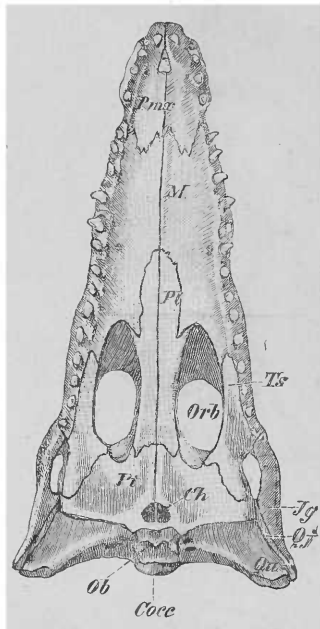


Fig. 79. — Cranio d'un giovane coccodrillo lato ventr. *Coc* condili occipitali, *Ob* Occipitale basilare, *Ch* Coane, *Pt* Pterigoide, *Orb* Orbita, *Pl* Palatino, *M* Processo palatino del mascellare, *Pmx* Premascellare, *Ts* Osso trasverso, *Ig* Iugale, *Qj* Quadrato-iugale, *Qu* Quadrato.

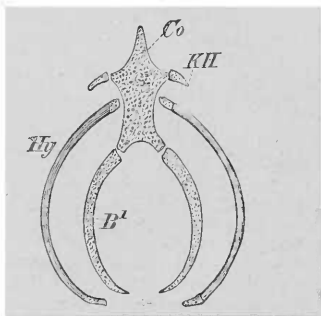


Fig. 80. — Apparato degli archi branchiali dell'*Emys europaea*. *Co* Copula, con le piccole corna *KH*, *Hy* loide, *B¹* Primo osso branchiale.

Di tutti i recenti rettili, solo l'Hatteria possiede un vomere con denti: però, si tratta di un solo dente per parte. In ciò vi è la prova di una costituzione primordiale, come si nota, del resto, in tutto lo scheletro di questo animale (J. Baur).

L'arco pterigopalatino è ben sviluppato in tutti i rettili; ma, mentre negli ofidii e lacertini è più o meno divaricato dalla base del cranio e mobile, nei chelonii e anco più nei coccodrilli, è collocato in tal modo sul lato basale del cranio, che le metà d'ogni lato si toccano sulla linea mediana in tutto e in parte. Siccome anche i processi palatini della mascella superiore (fig. 79 *M*) si allargano e si toccano sulla linea mediana fra di loro, e specialmente coi palatini (*Pl*), ne risulta (e questo importante processo appare qui per la prima volta nel cranio dei vertebrati) una *seconda volta* della cavità boccale, che si eleva dalla vera base del cranio (sfenoidale), e la separa dalla cavità boccale. Lo spazio frapposto tra questa e la cavità del canino sta sul prolungamento posteriore della cavità nasale, la quale perciò appare nettamente distinta dalla cavità boccale, e le cui coane si estendono perciò a modo di lunghi canali, sboccanti molto all'indietro nella regione basioccipitale. V. fig. 79, 83, 84.

Nei coccodrilli le aperture delle coane sono racchiuse dai pterigoidei, invece nei chelonii stanno dinanzi ad essi, in contatto col vomere e coi palatini. In essi i pterigoidei non prendono ancor parte alla circoscrizione del con-

(1) Nei serpenti (fig. 76, 77 *Squ*, *Qu*) esso è unito col cranio solo indirettamente, cioè per mezzo dello squamoso. Inoltre esso si spinge assai indietro, e garantisce così, col l'arretramento del capo articolare della mandibola, un'ampia fenditura boccale.

dotto naso-boccale, e lo stesso vale per gli antenati fossili dei coccodrilli, pel *Belodon* e pel *Teleosaurus*.

Molte ossa fan parte della mandibola, il dentale, l'angolare, il sovrangolare, l'articolare, ecc. (fig. 77, *Dt*, *Ag*, *SA*, *Art*).

L'apparecchio branchiale, in corrispondenza allo sviluppo abran-

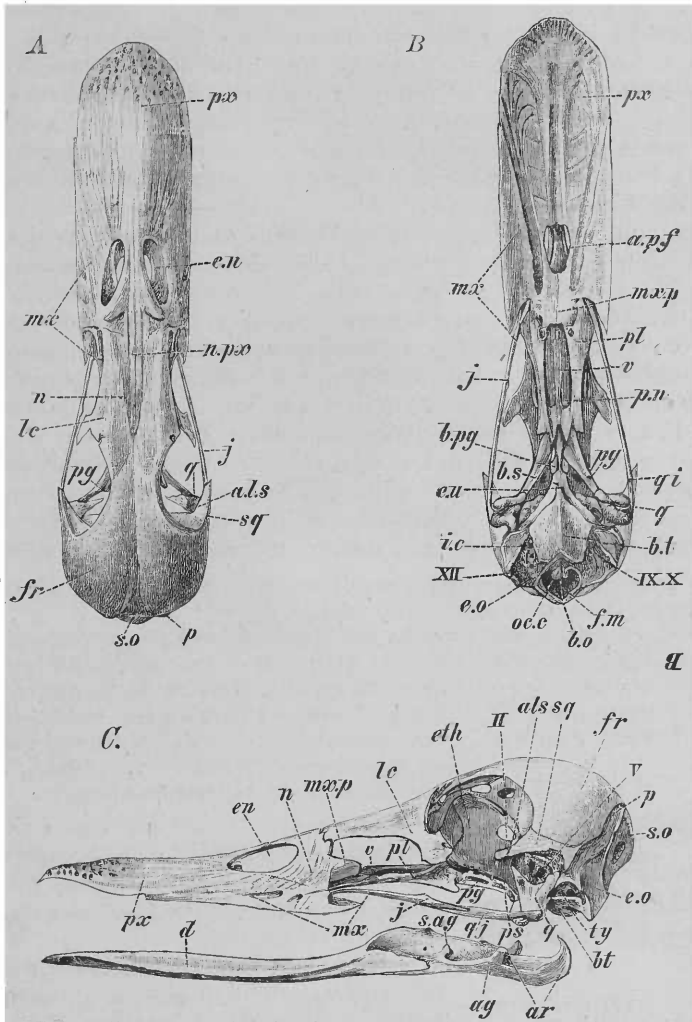


Fig. 81. — *Cranio dell'anitra*, **A** dall'alto, **B** dal basso, **C** da lato. (Da un prep. di W. K. PARKER). *als* Alisfenoide, *ag* Angolare, *ar* Articolare, *a.p.f.* Foro palatino anteriore, *b.t* Basitemporale, *b.o* Basioccipitale, *b.pg* Basipteroide, *b.s* Basisfenoide, *d* Dentale, *e.n* Apertura nasale esterna, *eth* Ethmoide, *e.o* Esoccipitale, *eu* Apertura della tuba d'Eustachio, *fr* Frontale, *f.m* Foro grande, *i.c* Foro per l'arteria carotide interna, *j* Jugale, *lc* Lacrimale, *m.x.p* Processo palatino delle ossa della mascella, *m.x* Mascella, *n* Nasale, *n.p.x* Processo nasale dell'osso premaxillare, *p.x* Premassellare, *p* Parietale, *p.s* Presfenoide, *p.g* Pterigoide, *p.l* Palatino, *p.n* Apertura nasale posteriore (coane), *q* Quadrato, *q.j* Quadrato iugale, *sq* Squamoso, *s.o* Sovraoccipitale, *ty* Cavo del timpano, *v* Vomere, *II* Apertura del nervo ottico, *V*, *IX*, *X*, *XII* Apertura del trigemino, glossofaringeo, vago e ipoglosso.

chiato dei rettili, ha poca parte e regredisce fino a traccie minime, tanto che nei serpenti rimane solo l'*ioide*, e non sempre. Nelle tartarughe persiste ancora la copula, nonchè il primo arco branchiale.

E. Uccelli.

Come ho già detto, il cranio degli uccelli si avvicina assai a quello dei rettili, e specialmente dei lacertini. Però, van notate alcune differenze.

Anzitutto, la capsula cranica, in corrispondenza all'elevato grado cerebrale, è molto spaziosa. Le ossa che, contrariamente a quelle dei rettili, posseggono una struttura fragile e spugnosa (pneumatica), mostrano la tendenza, mercè la chiusura delle suture, a fondersi in una sola massa (fig. 81, A,C) (1).

Il condilo occipitale non istà più nella parte posteriore del cranio, ossia non è più sul prolungamento assiale della colonna vertebrale, ma è vólto più in avanti e in basso sulla base del cranio, cosicchè l'asse longitudinale del cranio sembra come ad angolo retto con quello della colonna vertebrale, come avviene ancor più decisamente in alcuni mammiferi.

L'orbitosfenoide e l'alisfenoide, posti nella zona trabecolare, sono meglio sviluppati che nei lacertini. Il quadrato è unito mobilmente col cranio. Fra le fragili lamelle pterigo-palatine da un lato e il vomere impari ed incostante dall'altro, possono esistere svariate connessioni, fino alla completa fusione. Non v'è un palato duro, a mo' dei cocodrilli, poichè gli archi palatini rimangono più o meno distanti fra loro sulla linea mediana. Le coane stanno sempre tra il vomere e il palatino.

Pel fragile ponte zigomatico tra la mascella e il quadrato, e per la disposizione relativa delle altre ossa, vedi la fig. 81.

Ciò che ho detto, nel capitolo sul cranio dei rettili, a proposito della capsula uditiva, composta di diversi centri ossei, vale anche per gli uccelli in cui v'è la stessa disposizione della finestra della cavità timpanica e delle tube d'Eustachio; solo che queste sboccano alla base del cranio in un'apertura comune. Fino a che punto poi la staffa o la columella siano omologhi all'apparecchio risonatore dei rettili, dev'essere chiarito da più ampie ricerche.

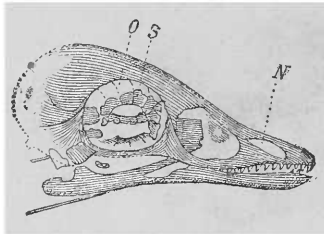


Fig. 82. — Capo dell'*Archaeopteryx lithogr.*, da DAMES.

Solo nelle cavità del naso, delle cui disposizioni morfologiche ci occuperemo di nuovo a proposito degli organi olfattorii, restano per tutta la vita permanenti grandi masse di cartilagine.

Gli uccelli fossili del giurese e del cretaceo provano che in origine gli uccelli possedevano denti (fig. 82). Gli uccelli del terziario non presentano più denti, e, come pare, i denti non appaiono nell'ontogenia di nessun uccello attuale.

Ognuna delle due metà della mandibola, che originariamente è

(1) Fa eccezione il cranio del pinguino; e anche il cranio dello struzzo ritorna allo stato primitivo quanto a questa disposizione. L'*Archaeopteryx* presenta già, quanto a ciò, una struttura simile a quella degli uccelli attuali.

composta d'un gran numero di ossa, nel periodo postembrionale ha un carattere unitario, e nell'estremità anteriore si rassoda in sinostosi col pezzo opposto. Una guaina cornea ricopre le mascelle e anche l'intermascellare, in parziale compenso della mancanza dei denti.

Lo scheletro viscerale è molto regredito: però, il 1.^o arco branchiale non solo persiste, ma può anche accrescersi al punto da formare una lunghissima trabecola che abbraccia l'intero cranio al di dietro e al di

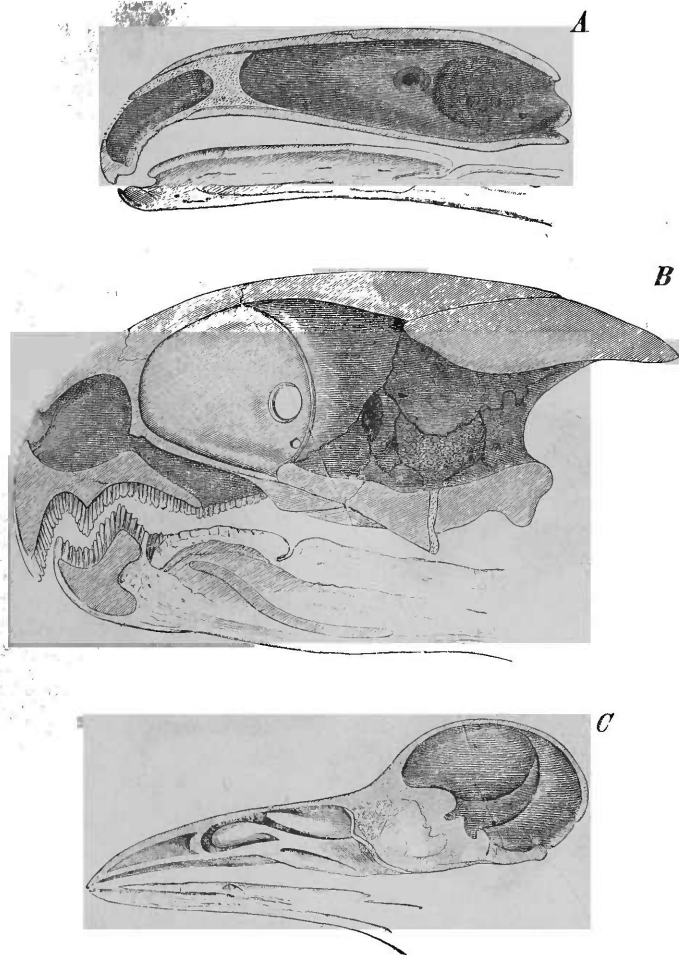


Fig. 83. — Sezione lungo la linea mediana del capo della *Salamandra macul.* A, della *Chelonia midas* B, e del *Corvus coronae* C. Si noti il rapporto fra il cranio e la cavità nasale.

sopra (picchio). I copulari esistono in forma d'un basi-iale e basi-bran-
chiale I e II. Il primo, che s'insinua nella lingua, ne forma il solido sche-
letro: l'osso *entoglossa*.

F. Mammiferi.

Nei mammiferi l'unione tra la parte cefalica e viscerale del cranio, è assai più intima che non nei vertebrati finora studiati.

Tanto la parte cefalica, quanto la viscerale del cranio dei mammiferi a completo sviluppo, si mostra, ad eccezione dell'arco mandibolare, formata di un sol pezzo, e nei tipi superiori, come nell'uomo, si distingue un cranio facciale o faccia, dal cranio propriamente detto o capsula cerebrale. Essi sono disposti in modo che il primo, di mano in mano che si sale nella serie dei mammiferi, tende a disporsi sul lato inferiore o basale del secondo, tanto che nelle forme superiori non si trovano l'uno dopo l'altro, ma l'uno sotto l'altro. Inoltre, la faccia, appartenente alla vita vegetativa, va riducendosi nel tipo superiore, cioè nell'uomo, in contrapposizione alla grande scatola cerebrale adattata a un elevato stadio d'intelligenza, e l'angolo della base del cranio in rispetto all'asse della colonna vertebrale è assai più marcato che negli uccelli.

La base del cranio, insieme all'intera regione etmoidale, è (come nei rettili e uccelli) preformata da cartilagine, mentre la volta cranica si sviluppa direttamente da un abbozzo fibro-membranoso.

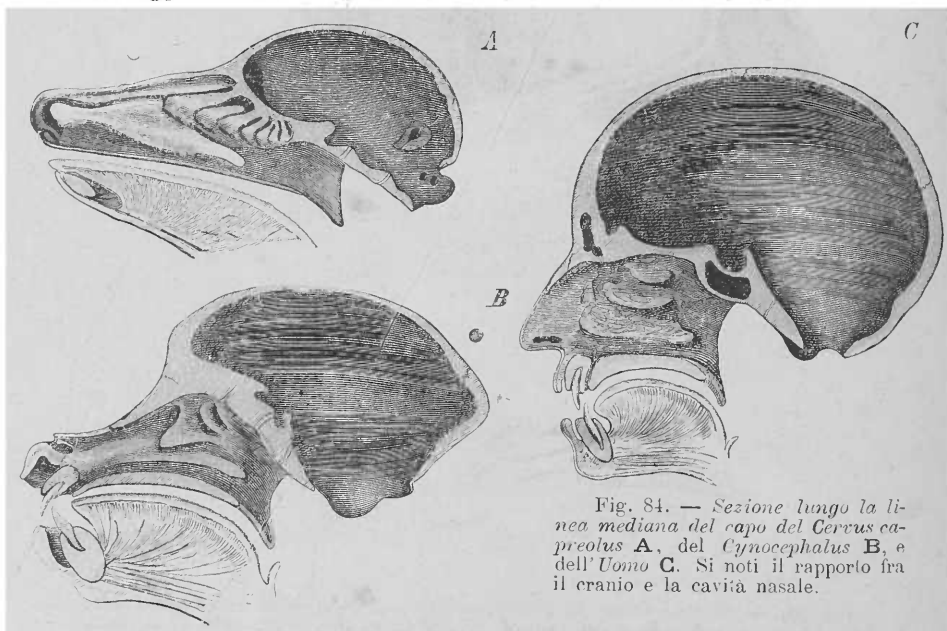


Fig. 84. — Sezione lungo la linea mediana del capo del *Capreolus* A, del *Cynocephalus* B, e dell'Uomo C. Si noti il rapporto fra il cranio e la cavità nasale.

Come dappertutto, anche nel cranio dei mammiferi vi sono diversi centri ossei nell'occipitale, cioè un sopra-occipitale ed un basi-occipitale e due occipitali laterali portanti i capi articolari. I condili occipitali sono quindi pari.

Al dinanzi del basi-occipitale trovasi un basi-sfenoide e un presfe-

noide formanti la base del cranio, con delle appendici aliformi chiamate ali maggiori (alisfenoide) e ali minori (orbitosfenoide). Mentre queste due ossa hanno una posizione all'incirca orizzontale e prendono parte alla formazione delle fosse craniche e delle pareti laterali, si avvanza ad angolo retto verso il basso processo pterigoideo fuso con l'osso pterigoideo che ne deriva (fig. 85 B-D). Quest'ultimo si unisce col palatino, formando l'arco pterigo-palatino.

Al pre-sfenoide si oppongono anteriormente le ossa frontali; queste ultime comprendono una parte dell'etmoide, cioè la lamina cribrosa trassata dai nervi olfattori, e in tal modo avviene la chiusura anteriore del cranio.

Nella regione della capsula uditiva hanno luogo anche qui, come dappertutto, parecchi centri di ossificazione, per cui essa si distingue in parte *epiotica* o mastoidea, *opistotica* e *prootica* o petrosa,

Tutt'e tre, massime l'ultima, partecipano alla formazione della base del cranio. Vi sono, inoltre, verso l'esterno due ossa di copertura, lo squamoso e l'anello timpanico (1) il quale, accrescendosi a mo' di tubo nei tipi superiori, forma la parte ossea del condotto uditivo esterno. Dall'unione di queste cinque ossa si forma l'osso temporale nel senso dell'anatomia umana, e tale disposizione manca solo ai marsupiali. La base del cranio così formata è coperta dal sopra-occipitale, dall'interparietale, dal parietale e dal frontale pari o impari.

Il frontale può portare corna decidue o permanenti, e nel primo caso assume corone frontali che sostengono la parte dermatica. Nella pelle avviene un'ossificazione e la parte ossificata si unisce alla corona del frontale; finito il suo sviluppo, si dissecca e dopo la stagione degli amori si stacca. Solo nel miocene comincia la distinzione tra ruminanti a corna decidue e a corna permanenti; prima di questo periodo non si potevano ancora distinguere le capre dalle antilopi.

Nello scheletro nasale, la cui cavità può essere in comunicazione con gli spazi pieni d'aria delle ossa vicine (V cap. sugli organi dell'olfatto), hanno grande importanza i turbinati o labirinti dell'etmoide. V'è anche una piastra cartilaginea (mesetmoide) che si avvanza ad angolo retto dalla lamina cribrosa, cioè dalla linea anteriore di fusione delle trabecole e divide la cavità nasale in due cavità. Da essa deriva, come osso di copertura, il vomere, dappriocipio pari. Nella regione del setto nasale e del naso esterno, si trovano allo stato adulto delle parti cartilaginee, cioè la *cartilagine alinasale* e *aliseptale*. Le due metà della mascella non preformate da cartilagine, tra cui si insinua anteriormente il premaxillare portante gli incisivi, formano la base della faccia e partecipano in gran parte alla chiusura del cavo nasale. Da esse partono processi palatini orizzontali che si fondono sulla linea mediana come quelli dell'osso palatino che sta loro dietro e producono così un palato duro e la divisione della cavità boccale dalla cavità nasale.

(1) Quanto alle specialità e soprattutto alla così detta *bolla timpanica*, vedi il trattato esteso.

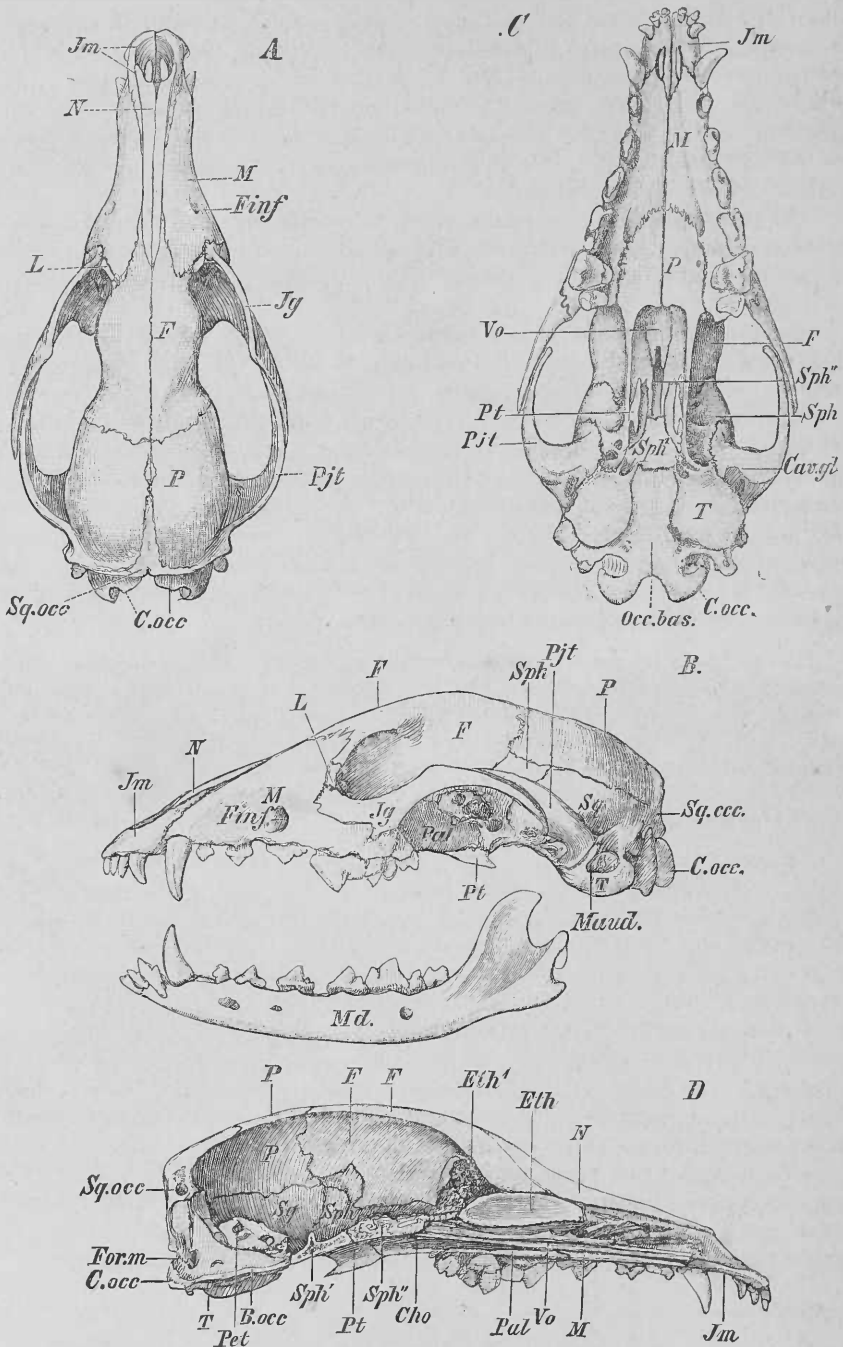


Fig. 85. — Cranio del veltro. **A** dall'alto, **B** lateralmente, **C** dal di sotto, **D** in sezione mediana, dal lato della cavità. *Jm* Intermascellare, *N* Nasale, *M* Mascellare col

Raramente (negli sdentati e cetacei) partecipano a ciò anche i pterigoidei. Nell'*Echidna*, *Dasypus*, *Myrmecophaga* e in alcuni cetacei il palato duro raggiunge una straordinaria lunghezza, in modo che le coane si arretrano assai.

Di solito, i mascellari sono uniti per mezzo del iugale, nelle regioni delle guance, al processo dello squamoso. A ciò fanno eccezione solo gli

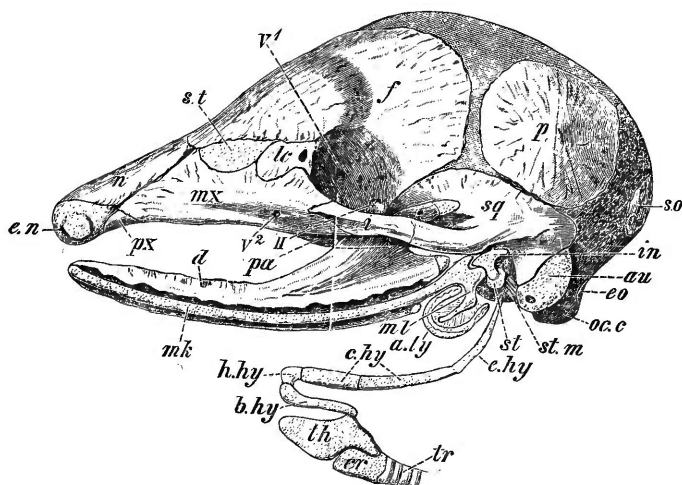


Fig. 86. — Cranio della *Tatusia (Dasypus) hybrida* da un preparato di W. K. PARKER. Le parti cartilaginee son punteggiate. *a ty* Anello timpanico, *b hy* Basi-iale, *h hy* Ipo-iale, *c hy* Cherato-iale, *e hy* Epi-iale, *tr* Trachea, *cr* Cartilagine cricoide, *th* Cartilagine tiroide, *mk* Cartil. di Meckel, *d* Dentale, *ml* Martello, *in* Incudine, *st.m* Muscolo stapedio, *st* Staffa, *au* Capsula uditiva, *oc.c* Condilo occipitale, *eo* Esoccipitale, *so* Sovroccipitale, *sq* Squamoso, *p* Parietale, *i* Jugale, *pa* Palatino, *f* Frontale, *l* Lacrimale, *mx* Mascellare, *s.t* Scheletro nasale cartilagineo (regione dei turbinati superiori), *n* Nasale, *pa* Premascellare, *e.n* Apertura nasale esterna, *V¹V²* 1.^o e 2.^o ramo del N. trigemino *II* Apertura per l'uscita del N. ottico.

sdentati. Spesso (solidungoli, ruminanti e primati) lo squamoso si unisce anche col frontale, cosicchè l'orbita è separata dalla fossa temporale mercè una piccola fessura (fessura orbitale inferiore).

Riguardo al permanere dell'osso quadrato nei mammiferi, le opinioni sono ancora assai divise e non si può ancora ben distinguere se ad esso corrisponda o no il già notato processo zigomatico dello squamoso, ossia della squama temporale. Se corrisponde, non v'è più alcuna difficoltà per ritenere che l'articolazione mandibolare dei mammiferi è una speciale formazione *non omologa* a quella degli altri vertebrati, e deve essere considerata come una articolazione quadrato-mandibolare o quadrato-articolare.

La soluzione di questo problema è di grande importanza per la spiegazione morfologica degli ossicini dell'orecchio e ora mi tratterò alquanto sul

foro infraorbitale *Finf*, *Jg* Iugale, *Pjt* Processo jugale dell'osso temporale, *L* Lacrimale col canale lacrimale, *P* Parietale, *Sq. occ* Squama dell'osso occipitale (sovroccipitale). *C. occ* Condili occipitali (occipitale laterale), *B. occ* Basioccipitale, *Pal* Palatino, *Pt* Pterigoide, *Sph* Alisfenoido, *Spl¹* Basisfenoido, *Sph²* Presfenoido, *Sq* Squama temporale, *Maud* Meato uditivo esterno, *T* Timpanico, *For m* Gran foro occipitale, *Pet* Petroso, *Cho* Coane, *Vo* Vomere, *Eth* Lamina perpend. dell'etmoide. *Eth¹* Lamina cribrosa, *Cav. gl* Cavità glenoidea per la mandibola.

loro sviluppo passando, poi a un breve cenno sullo scheletro viscerale del cranio dei mammiferi e in generale.

L'estremità prossimale del primo arco branchiale (mandibolare) è, durante il tempo embrionale, articolato in due punti. Dal primo pezzo si forma l'incudine, dal secondo il martello; l'ultimo pezzo più lungo è la cartilagine di Meckel. Quest'ultima, su cui si forma la mandibola col mezzo di un osso di copertura (dentale), si presenta nella fig. 86 completamente unita al martello. Il terzo ossicino dell'orecchio, la staffa, consta di una piastra che deriva dalla sostanza della capsula uditiva cartilaginea e da un pezzo a forma di arco che prende la sua origine dalla parte superiore dell'arco ioideo. I tre ossicini sono disposti attraverso la cavità timpanica come una catena di pezzi articolati, e di essi il martello si appoggia al timpano e la staffa alla finestra ovale (Vedi cap. sull'organo uditivo).

L'arco ioideo si unisce, dopo l'articolazione della staffa con la base della capsula uditiva dal lato prossimale e col terzo arco viscerale, ossia col primo vero arco branchiale, dal lato distale. Il tratto che sta di mezzo dappprincipio cartilagineo, può in tutto o in parte ossificarsi, ma per lo più è fibroso e quasi rudimentale. La parte prossimale diventa il processo stiloide dell'osso petroso, la distale si trasforma nelle piccole corna dell'osso linguale. Questo è composto, inoltre, da un corpo mediano e dalle due grandi corna che gli stanno dietro. Il corpo mediano deve considerarsi come un basibranchiale, e le corna come gli archi branchiali corrispondenti. L'intero apparecchio ioideo così formato è unito da una membrana (*legamento tiro-ioideo*) al margine superiore della laringe, la cui cartilagine di copertura nasce dal quarto arco viscerale (fig. 86). Nei mammiferi i denti sono limitati ai mascellari e premaxillari e alla mandibola. Essi differiscono assai per numero, forma e grandezza, e ce ne occuperemo nel capitolo sull'intestino.

Bibliografia.

- F. Ahlborn. *Ueber die Segmentation des Wirbelthierkörpers* Zeitschr. f. w'ss. Zool. Vol. 40, 1884.
- Baur G. *Ueber das Quadratum der Säugethiere*. Biol. Centralbl. Vol. 6, 1887.
- Dohrn A. *Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers*. Mitth. a. d. Zoolog. Station zu Neapel. Vol. III, e seg.
- Dursy E. *Entw.-Gesch. des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere* Tübingen, 1869.
- Froriep A. *Bemerkungen zur Frage nach der Wirbeltheorie des Kopfskeletes*. Anat. Anz. II, anno 1887.
- Gegenbaur C. *Unters. z. vergl. Anat. der Wirbelthiere*. III, p. *Das Kopfskelet der Selachier*. Leipzig, 1872. — Idem, *Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskeletes*. Morphol. Jahrb. Vol. 13.º 1888.
- Hallmann. *Die vergl. Anat. des Schläfenbeins*, 1837.
- Hertwig O. *Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XI, Suppl. 1874.
- Milnes Marshall A. *The segmental value of the cranial nerves*. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XVI. — Idem, *On the head cavities and associated nerves in Elasmobranchs*. Quart. Journ. of microsc. Science, Vol. XXI, 1878.

- Müller I. *Vergl. Anatomie der Myxinoiden*. Berlin, 1834-1845.
 Parker W. K. Numerosi articoli sull'intera serie dei vertebrati nelle *Transactions of the Royal — Linnean — e Zoolog. Society* degli ultimi 25 anni.
 Parker W. K. e Bettany G. T. *Morphology of Skull*.
 Salensky W. *Beitr. z. Entw.-Geschichte der knorpeligen Gehörknöchelchen bei Säugethieren*. Morph. Jahrb. Vol. 6.^o
 Wiedersheim R. *Salamandrina perspicillata*. Vers. einer vergl. Anatomie der Salamandrinen. Genova, 1875. — Idem, *Das Kopfskelet der Urodelen*. Morph. Jahrb. Vol. III, 1877. — Idem, *Die Anatomie der Gymnophionen*, Jena, 1879.
 Wijhe J. W. van. *Ueber die Mesodermsegmente und die Entwicklung der Nerven des Setachierkopfes*. Amsterdam, 1882.

6. Arti.

Gli arti od estremità, che costituiscono gli organi appendicolari del corpo, fungono in prima linea da organi di sostegno e di movimento, ma possono anche essere foggiate per la prensione. Si distinguono in pari ed impari, e furono, si gli uni come gli altri, studiati con precisione in questi ultimi anni per riguardo al loro sviluppo e precisamente presso quei primitivi gruppi di pesci di cui trattammo a proposito dello scheletro cefalico, i selaci. In essi cominciano a svilupparsi alcune pieghe cutanee, cioè una impari dorsale e un paio laterali (fig. 87 A, D, SS). Le pieghe pari si formano, come fu dimostrato da DOHRN, dall'uno e dall'altro lato dietro le ultime fessure branchiali, e si spingono all'indietro in modo da avvicinarsi a poco a poco alla linea mediana ventrale, e, fondendosi fra di loro verso la regione caudale, si continuano con la piega dorsale impari. Dalle pieghe laterali prendono origine gli archi pari, cioè la pinna toracica e addominale (fig. 87 B, BrF e BF): dai relativi metameri escono due sporgenze muscolari che più tardi si staccano, dividendosi ciascuna di nuovo in un fascio dorsale e in un fascio ventrale. Tra le due prende origine un raggio cartilagineo accompagnato dal relativo nervo. Più tardi, nel posto delle pieghe laterali in cui si formano le pinne toraciche e addominali, ha luogo la formazione di espansioni molli (fig. 87 B); e, convergendo ad esse molti fasci muscolari, raggi cartilaginei e nervi, si possono spiegare le estremità come formazioni originariamente metameriche e distinguere le pieghe laterali in separate espansioni metameriche dei segmenti (1).

Questo modo di vedere è fortemente appoggiato da ciò, che anche i metameri posti tra la pinna toracica e la pinna ventrale producono durante lo sviluppo due sporgenze muscolari ciascuna, come i miotomi che prendono parte alla muscolatura delle pinne; queste sporgenze embrionali, poi, si atrofizzano.

(1) Queste scoperte di DOHRN furono recentemente confermate da VAN BENMELEN che studiò gli embrioni degli ofidii.

a) *Arti impari.*

Le indicate pieghe dermatiche ventrali e dorsali possono o rimanere invariate nella loro completa estensione, o ha luogo un processo di riduzione, per cui si localizzano le pinne dorsale, adiposa, caudale, e anale (fig. 87. B). Ad esse accedono non solo muscoli e nervi, ma an-

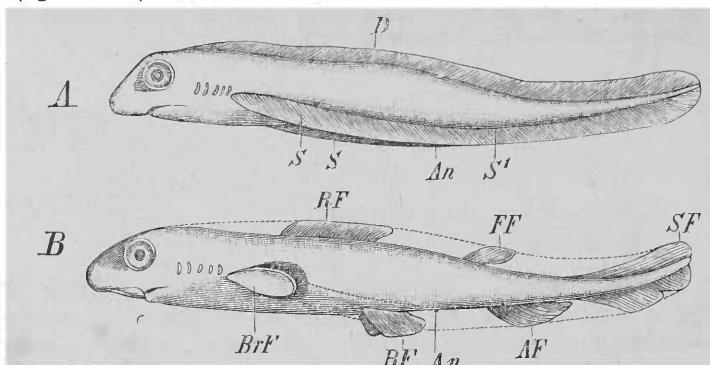


Fig. 87. — Schema dello sviluppo delle pinne pari ed impari. A Pieghe laterale e dorsale continua SSD. S' indica il luogo in cui le pieghe laterali diventano ventrali (dietro l'ano An). B Pinne definitive. RF, BrF, BF, AF, SF, FF. Pinne dorsale, pettorali, ventrali, anale, caudale, adiposa, An Ano.

che pezzi scheletrici cartilaginei o ossei, o sostegni delle pinne. Questi si sviluppano a sè, e solo secondariamente si uniscono con la colonna vertebrale. Questa entra in intima unione con la pinna caudale, che è il più efficace organo di locomozione dei pesci.

I raggi pinneali stanno piuttosto dal lato basale o prossimale della pinna, mentre la maggior parte è sostenuta da fili cornei stipati. In tal modo questi organi acquistano una gran superficie, e lo stesso vale per le pinne pari dei selaci.

L'Amphioxus e i ciclostomi hanno solo pinne impari, ma non è inverosimile che questi ultimi ne possedessero originariamente delle pari, in seguito regredite (Dohrn).

Si trovano tracce di arti impari anche negli anfibi, o allo stato adulto (ictiodi e alcune salamandrine), o nel periodo larvale (urodeli, gimnofoni). Costano di lembi dermatici continui, sviluppati specialmente nei tritoni durante il periodo della riproduzione, al lato ventrale e dorsale della coda, che possono anche estendersi per tutto il dorso fino al capo in forma di una cresta. Però queste sono affatto diverse da quelle dei pesci, perchè mancano di elementi di sostegno solidi, derivanti dallo scheletro interno o esterno. È incerto se nei rettili vi siano ancora tracce di arti impari, e quelli appartenenti alle forme superiori (cetacei) sono da considerarsi come secondarii.

b) *Arti pari.*

Gli arti pari non sono localizzati in un determinato segmento del corpo, ma, si nella loro disposizione, che nel numero dei nervi che ad essi accedono, si comportano in modo assai variabile.

Nella parte anteriore e nella posteriore del tronco si osservano due segmenti lamellari chiamati *cinto toracico* e *cinto addominale*; ognuno si divide in una parte ventrale ed una dorsale e nella linea che divide queste due parti si trovano le estremità libere (fig. 88 *Sd*, *Sv*, *F*).

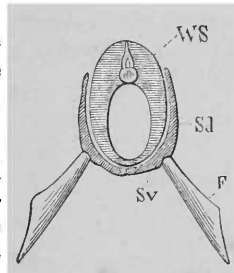


Fig. 88. — *Schema del cinto toracico e della pinna pettorale.* WS Colonna vertebrale. *Sd*, *Sv* Parte dorsale e ventrale dell'arco toracico, *F* Estremità libera (pinna pettorale).

Sulla storia primordiale dei due cingoli nulla finora si può dire di sicuro, poichè anche l'opinione di Gegenbaur che il cinto toracico sia un arco branchiale trasformato, è diventata più che dubbia, insieme alla teoria dell'archipterigio oramai inaccettabile.

Su questo campo si attendono nuove ricerche, e frattanto rimane ancora insoluta la questione se i due cingoli siano omologhi. Tuttavia, si può fin d'ora ritenere, appoggiandosi alle prove ontogenetiche, che queste due parti assai verisimilmente non sono omologhe, ma omodinamiche; forse un diretto confronto non è possibile (vedi bacino dei dipnoi).

Cinto toracico.**Pesci.**

Nell'*Amphioxus* e nei ciclostomi mancano tanto gli arti pari, quanto i cingoli toracico e addominale. Nei selaci v'è un arco cartilagineo ventrale semplicissimo ialino o fibroso, omologo a quello presentato dagli embrioni dei ganoidi o dei teleostei.

In seguito si sviluppa nei ganoidi e nei teleostei una serie di ossa derivanti dal pericondrio, in modo che il loro cinto toracico può chiamarsi osseo o secondario in contrapposizione al primario o cartilagineo dei selaci. L'estremità libera o pinna si unisce con la circonferenza posteriore esterna del cingolo toracico, e partendo da questo punto si può distinguere in esso un segmento superiore o dorsale e uno inferiore o ventrale.

Il segmento dorsale che si unisce col cranio corrisponde alla parte scapolare dei vertebrati superiori ai pesci, mentre il segmento ventrale corrisponde al relativo coracoide e procoracoide (clavicolare) (1).

(1) Il cinto toracico dei dipnoi sta di mezzo fra quello dei selaci e quello dei ganoidi. Però, è così singolare per la forma e la posizione, che non intendiamo descriverlo più minutamente.

Anfibi e rettili.

Non v'è un immediato nesso coi pesci: invece, il cinto toracico di tutti i vertebrati superiori è foggiato ne' suoi punti fondamentali come quello degli anfibi.

V'è sempre una piastra dorsale cartilaginea od ossea, la *scapola* (1), curvata lateralmente lungo il tronco, con due processi ventrali, uno anteriore, *clavicola* o *procoracoide*, e uno posteriore, *coracoide* (fig. 89, *S*, *Cl*, *Co*).

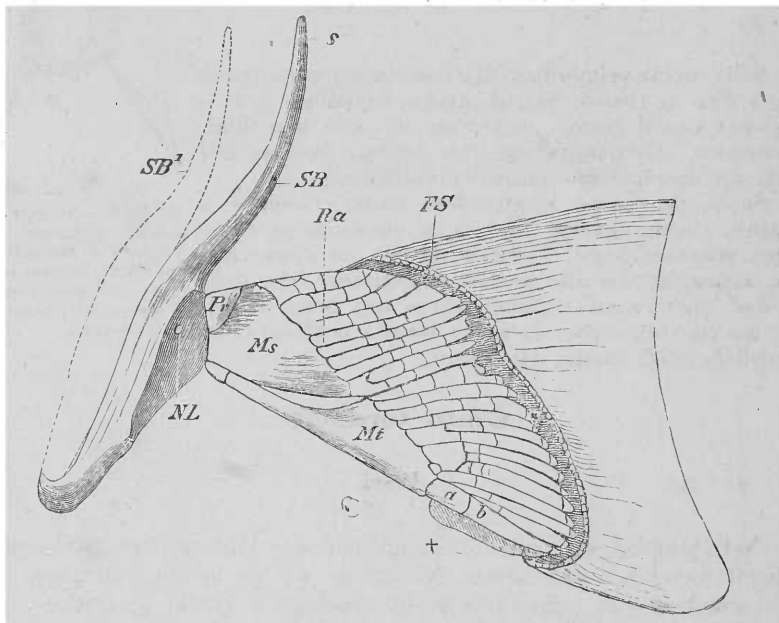


Fig. 89. — Cinto toracico e pinna pettorale dell'*Heptanchus*. *SB*, *SB*¹ Cinto toracico, *NL* foro nervoso, *Pr*, *Ms*, *Mt* i tre pezzi basali della pinna, pro-meso e metapterigio. *Ra* Raggi pinneali cartilaginei, *a*, *b* Raggio principale posto nell'asse del metapterigio, † Raggio d'un altro lato dell'asse (segno di un tipo biseriale), *F'S* fili cornei in sezione.

Non v'è più alcuna unione col cranio, ma un'unione pettorale con lo sterno e con l'episterno. Le due piastre coracoidi si dispongono sulla linea mediana ventrale in modo embriacato, oppure i loro margini liberi si uniscono e si fondono.

Il primo caso ha luogo negli urodeli (fig. 92) e in alcuni anuri (per esempio nel *Bombinator* e nell'*Hyla*) (fig. 94); l'altro caso ha luogo negli anuri (*Rana*). In entrambi i casi, però, il procoracoide, all'opposto di quello degli urodeli, ha una disposizione più trasversale, in relazione

(1) Ad essa si può unire anche una soprascapola.

con la saldatura dell'estremità libera mediana col coracoide e ha luogo in seguito a ciò anche la formazione di vani o finestre. Avviene anche un'estesa formazione ossea derivante dal pericondrio, cosicchè l'intero apparato acquista una completa solidità (fig. 94, 95).

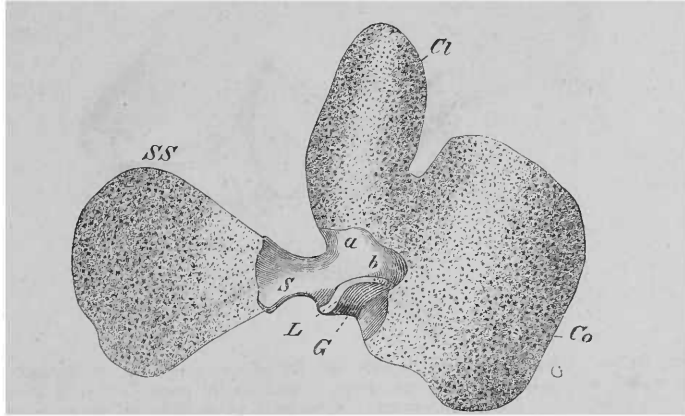


Fig. 90. — Cinto toracico della *Salamandra maculosa*. Lato destro, assai ingrandito ed esteso orizzontalmente. SS Sovrascapola, S Scapola ossificata, Co, Cl Coracoide, Clavicola in cui si stendono processi ossei a, b, G cavità articolare, circondata da un lembo cartilagineo L.

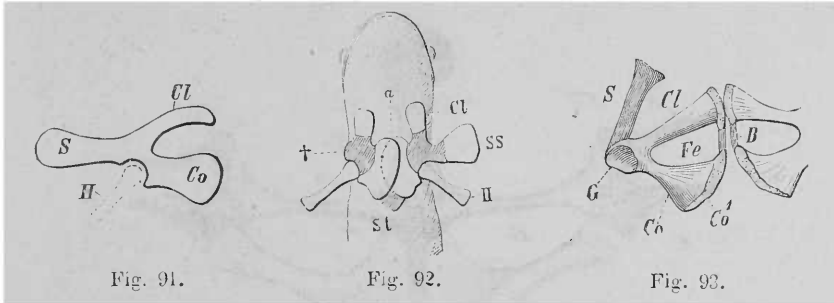


Fig. 91. — Schema fondamentale del cinto toracico dei vertebrati dagli anfibi ai mammiferi. S Scapola, Co Coracoide, Cl Clavicola (Procoracoide), H Omero.

Fig. 92. — Disegno semischematico del cinto toracico e dello sternò degli urodeli. St Sterno, a punto d'unione delle due piastre coracoidi, Cl Clavicola, SS Sovrascapola, estesa in fuori a sinistra, † Scapola ossea, H Omero.

Fig. 93. — Cinto toracico d'una tartaruga, lato ventrale. S Scapola, Co Coracoide, Co' Epicoracoide, Cl Clavicola, B Legamento fibroso fra questi due pezzi, Fe Finestra, G Cavità articolare.

Come nello scheletro dei rettili in generale, anche nella scapola il tessuto osseo è predominante. La disposizione primitiva ci è offerta dai chelonii (fig. 93), in cui è facilmente riconoscibile e ricorda quella degli anfibi. Lo stesso vale anche per la *Hatteria*.

Anche nei saurii è facile ristabilire il tipo originario: solo la clavicola è tanto emancipata dal resto del cingolo, che non ha più con essa una continuità cartilaginea; però non si può sconoscere che il suo blastema originario, composto ancora di cellule indifferenti, sta in diretta

unione con la scapola (Götte). In seguito la clavicola non ha più alcun fondamento cartilagineo, ma si ossifica direttamente e nei rettili appare

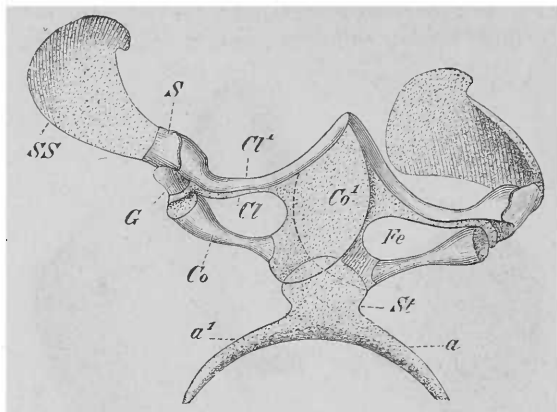


Fig. 94. — *Cinto toracico e sterno del Bombinator igneus.* *St* Sterno con le sue appendici *a*, *a'*, *S* Scapola, *SS* Soprascapola, a sinistra in posto, a destra estesa orizzontalmente, *Co* Coracoide, *Co'* Epicoracoide, incastrato da un lato nel margine sternale superiore, *Cl*, *Cl'* Clavicola cartilaginea e ossea, *Fe* Finestra tra la clavicola e il coracoide, *G* Cavità articolare per l'omero.

come un osso secondario che si estende come una sottile lamella dalla

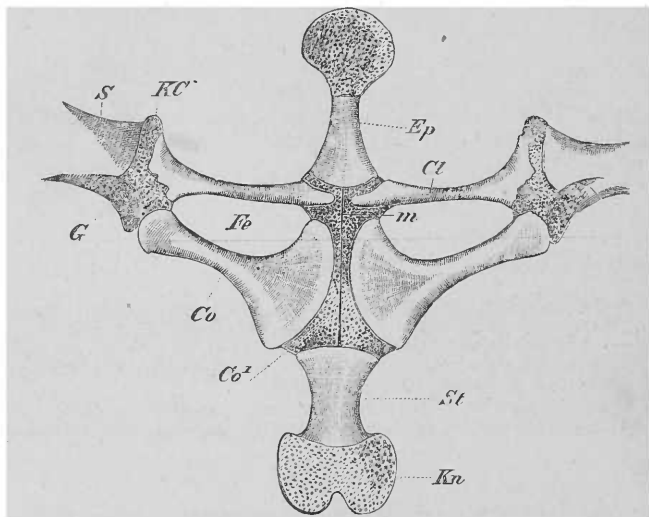


Fig. 95. — *Parte ventrale del cinto scapolare della Rana esculenta.* *St*, *Kn* Sterno osseo e cartilagineo, *S* Scapola, *KC* Commessura cartilaginea tra la scapola e la clavicola (*Cl*), *Co* Coracoide, *Co'* Epicoracoide, *m* Sutura fra gli epicoracoidi, *G* Cavità articolare per l'omero, *Fe* Finestra tra il coracoide e la clavicola, *Om* Omosterno.

scapola (a cui è fissato da tessuto connettivo) fino all'estremità dell'apparecchio episternale.

Per più esatti dettagli, v. fig. 96.

Ai coccodrilli e ai camaleonti la clavicola o manca completamente, o è ridotta a un rudimento.

La presenza d'un cinto toracico in numerosi rettili apodi (scincoidi, anfisbene) indica l'antica presenza d'estremità. Talvolta ve n'è traccia nell'embriologia, ma poi completamente si atrofizza (*Anguis fragilis*). Anche negli ofidii v'è

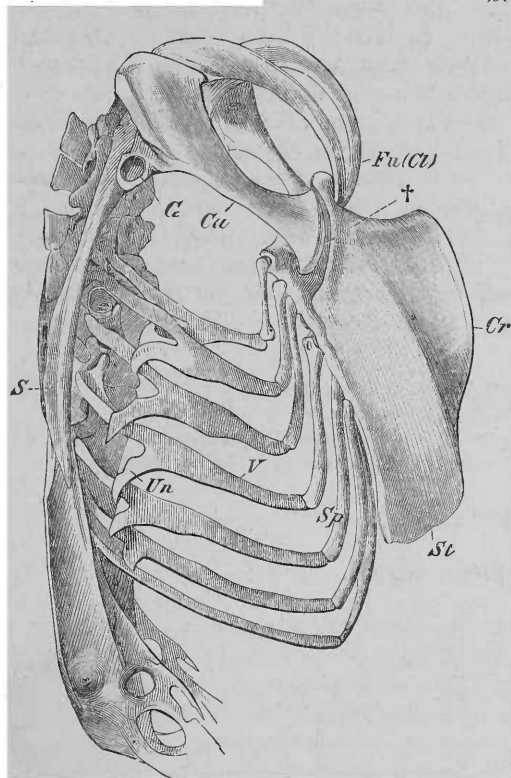


Fig. 97. — Scheletro dorsale del Falco. S Scapola, G Superfici articolari di questa coll'omero, Ca Coracoide, articolato con lo sterno St in †, Fu (Cl) Forchetta (clavicola), Cr Carena dello sterno, V Parte vertebrale delle coste, Sp Parte sternale delle coste, Un Processi uncinati.

talora traccia d'estremità (Van Bemmelen).

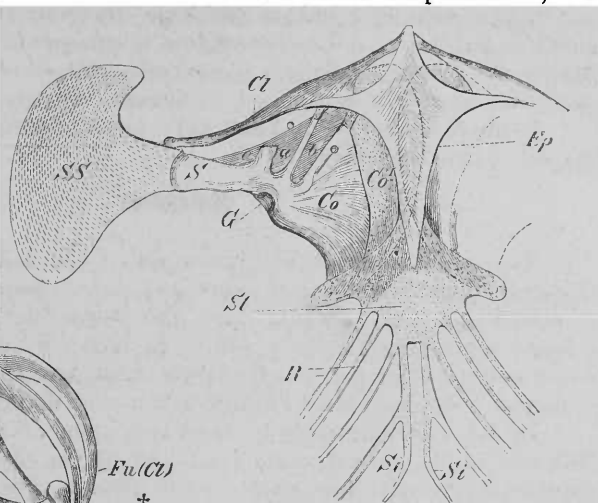


Fig. 96. — Cinto toracico e sterno dell' *Hemidactylus verrucosus*. St Sterno, R Coste, Si Appendici cartilaginee (liste sternali), a cui si annette l'ultima costa R, SS Soprascapola, S Scapola, Co Coracoide, Co' Epicoracoide cartilagineo, Ep Episterno, a, b, c Finestre membranate nel coracoide, Cl Clavicola, G Cavità articolare per l'omero.

Uccelli.

La scapola è una sottile lamella, che spesso si arretra assai, e con essa fanno un forte angolo i robusti coracoidi (1) (fig. 97, S e Ca).

L'estremità inferiore è fissata in una scanalatura nel margine sternale superiore: l'estremità superiore prende parte alla formazione della cavità articolare.

In tutti gli uccelli volatori la clavicola, formantesi come osso di copertura da elementi cartilaginei, è assai sviluppata, e

(1) Il coracoide fenestrato dello struzzo africano ha dei rapporti con quello dei chelonii e d'alcuni sauri. Il procoracoide è più marcato nei ratiti che nei carinati in cui è regresso o atrofizzato (FÜRBRINGER).

i due pezzi laterali si uniscono formando la così detta forcola. Questa, per adattamento alla funzione del volo, ha forma e grandezza assai variabile e può essere anche regredita o atrofizzata (*Dromaius*, *Casuaris*, *Rhea*, *Struthius*, *Apteryx*, alcuni psittacidi, ecc.). Quanto ai suoi rapporti col cinto toracico e con lo sterno, vedi fig. 97

La fossa articolare per l'omero è formata contemporaneamente dalla scapola e dal coracoide.

Mammiferi.

Tra i mammiferi solo i monotremi, che hanno disposizioni generalmente primitive nel loro cinto toracico, presentano un coracoide che si estende dal lato del petto fino allo sterno (fig. 53); in tutti gli altri è assai regredito. Tuttavia, entra, in forma di uno speciale centro di ossificazione, a far parte della cavità articolare della spalla. Il processo coracoide sembra essere l'ultimo rudimento dell'epicoracoide (Howes).

In tal modo la scapola diventa a poco a poco l'unico sostegno dell'estremità, epperò assume una grande estensione, e alla sua parte dorsale si sviluppa una gran cresta (*spina della scapola*), in corrispondenza con la muscolatura sempre progrediente delle estremità; la spina finisce lateralmente coll'*acromio*. Entrambi devono considerarsi come un nuovo acquisto dovuto all'adattamento ad una sempre crescente muscolatura. All'acromio si unisce l'estremità laterale della clavicola, mentre l'estremità mediana entra in articolazione col margine superiore dello sterno.

Nei mammiferi, le cui estremità anteriori godono di una varia e libera mobilità, la clavicola assume un grande sviluppo. In altri, come nei carnivori e negli ungulati, essa può essere rudimentale o mancare affatto; nel primo caso variano anche i suoi rapporti di posizione con la scapola.

Cinto pelvico.

Pesci e dipnoi.

La più antica forma di bacino deve ritenersi quella dei dipnoi.

Essi hanno una piastra cartilaginea posta sulla linea mediana ventrale, in cui si osservano due paia di processi, uno anteriore e uno posteriore. A questo (fig. 98 *b*) si articolano le estremità posteriori, mentre quello deve forse considerarsi omologo ai due processi iliaci dei vertebrati superiori (fig. 98 *a*). Questi processi variano assai di forma ed estensione e, come nei giovani esemplari di protoptero, possono essere involti in un *miocomma* (1), ed estendersi assai tanto lateralmente che superiormente (Wiedersheim).

(1) I processi iliaci devono considerarsi come direttamente derivanti dal miocomma, e ricordano per ciò le coste ventrali dell'*Hatteria* e dei cocodrilli. In esemplari giovanissimi la fusione sulla linea mediana ventrale è secondaria: tuttavia, necessitano altre ricerche. Ad ogni modo, i rapporti genetici dei miocommi dei grandi muscoli dorsali col primo abbozzo di un bacino, sia pur rudimentale, dei vertebrati, mi sembrano di grande importanza.

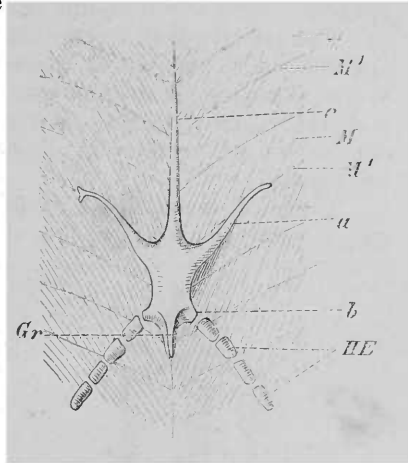
Da questo punto di vista si considerano anche altre parti scheletriche dei vertebrati superiori, come la cartilagine epipubica, lo sterno e l'episterno degli anfibi (Wiedersheim).

Tra essi si innalza, dal mezzo del margine anteriore della piastra, un sottile processo bacillare, che si estende assai all'innanzi sulla linea mediana ventrale (fig. 98 c).

Dal bacino dei dipnoi non si può far derivare il così detto *bacino* dei selaci. Infatti, le piastre cartilaginee pari ed impari dei selaci non si formano come condrificazioni del miocomma fra i muscoli dorsali, ma come fusione di alcune cartilagini basali delle pinne ventrali. Per i selaci e per i teleostei non si può parlare di bacino nel senso dei dipnoi.

Solo nel *Polypterus* tra i ganoidi par che esistano punti di contatto col bacino dei dipnoi (Wiedersheim).

Fig. 98. — *Bacino del Protoptero, lato ventrale.* a Processo iliaco, che può essere forcuto all'estremità, b Processo per l'unione con l'estremità posteriore HE, Cr Lembo muscolare acuto, c Processo impari, M, M Miomeri M', M' Miocommi.



Anfibii.

Come negli altri vertebrati superiori, si può distinguere nel bacino degli anfibia (che è sempre posto nella parte posteriore del tronco, al dinanzi dell'apertura intestinale e dell'apparecchio urogenitale) una lamina dorsale che si unisce alle vertebre sacrali e due lamine vertebrali. La prima chiamasi *parte iliaca*: delle altre due, l'anteriore parte pubica e la posteriore parte ischiatica. A queste si unisce un quarto elemento posto tra la parte pubica e le cavità articolari, cioè la parte acetabolare. Nel punto di unione di tutte queste parti sta la cavità articolare del femore (*acetabulum*).

Nel bacino degli urodeli e degli anuri trovasi, dall'uno e dall'altro lato ventrale, una sola piastra che si incontra con quella opposta, formando una sinfisi (fig. 99 *Sy*). Essa è completamente ossificata o rimane sempre cartilaginea nella sua parte anteriore, come avviene negli urodeli (fig. 99 *P*). Se questo segmento debba considerarsi come parte pubica, o, come è più verosimile, come parte acetabolare, non si può ancora determinare con certezza. La parte posteriore, sempre ossificata, è certamente una

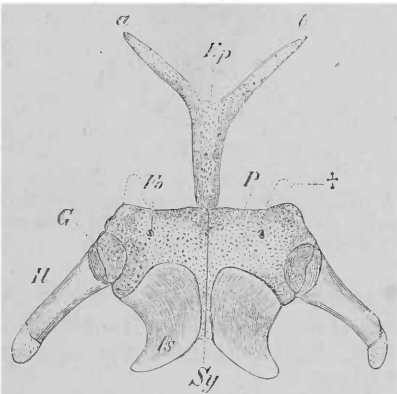


Fig. 99. — *Bacino della Salamandra mac. lato ventrale.* Il Ileo, Is Ischio, P Pube (?) (Parte acetabolare?), Fo Foro oturato, Sy Sinfisi ischio-pubica, † Due protuberanze comuni agli urodeli, Ep Cartilagine epipubica con le sue estremità a forza a, b, G Cavità articolare per il femore.

parte ischiatica (*Is*). Dal punto di mezzo del margine anteriore del bacino degli urodeli, si avanza una sottile asta cartilaginea, che si divide dal lato prossimale in due rami (fig. 99 *Ep*, *a*, *b*). Essa si presenta negli anuri, e, alquanto modificata, anche nella *Dactylethra capensis*, e ricorda i suddescritti bacilli cartilaginei dei dipnoi (98 *c*).

Indicata dapprima come cartilagine ipsiloide o epipubica, è meglio ora chiamarla cartilagine marsupiale, perchè è da essa che più tardi si sono sviluppati, probabilmente, nei vertebrati superiori, le ossa marsupiali (1). Altre ricerche occorrono per dimostrare se le restanti parti del bacino dei vertebrati terrestri sono omologhe a quelle del bacino dei dipnoi.

Come adattamento al modo di locomozione degli anuri (salto), in essi la parte iliaca d'ogni lato si estende in una lunga asta (fig. 100 *Il*),

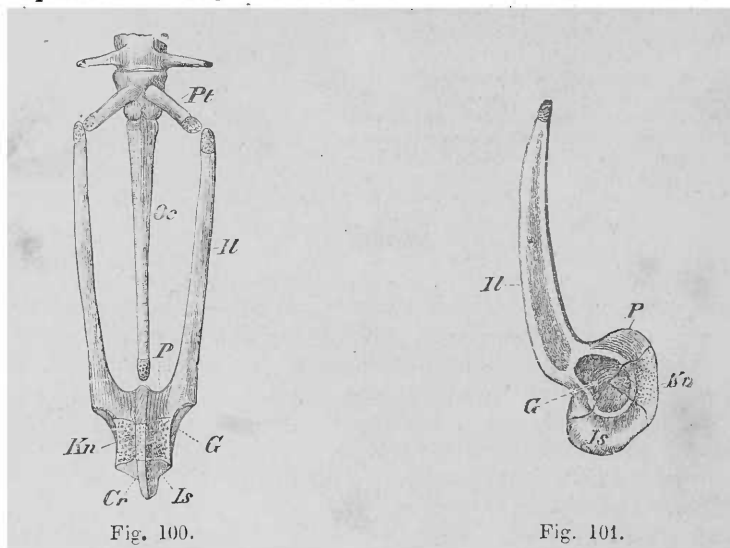


Fig. 100 e 101. — *Bacino della rana*, lato ventrale (100) e profilo (101). *Il* Ileo, *Is* Ischio, separato dall'osso pubico (*P*) mercè la parte acetabolare cartilaginea *Kn*, *Cr* Cresta ischio-pubica che si innalza nella linea mediana ventrale, *Oc* Osso del cocchige, *Pt* Processo trasverso della vert. sacrale.

e le due mezze piastre ventrali degli urodeli, che stanno orizzontalmente nel piano ventrale, s'incontrano in modo, che ne risulta un cono rialzato. La cartilagine *Kn* corrisponde certamente a una *parte acetabolare*.

Sulla presenza dell'osso pubico nel bacino degli anfibi, ci son pochi dati sicuri: tuttavia, le scoperte paleontologiche indicano che quell'osso, riscontrabile in forma rudimentale nei fossili, andò smarrendosi col tempo.

(1) La cartilagine marsupiale non trovasi in tutti gli urodeli: per es. manca allo *Speleperpes*, al *Proteus*, ecc.

Rettili.

Nei rettili le parti ben ossificate del bacino sono assai differenziate; ed essendo le ossa pubiche per lo più decisamente dirette all'avanti nella parte mediana, si forma tra esse e l'ischio un gran foro (foro cordiforme), il quale nelle lucertole, nei coccodrilli e nelle testuggini di mare, è diviso in due parti da un cordone fibro-cartilagineo (figg. 102, *Kn*, *Kn'*, *B*). Nelle tartarughe di terra e d'acqua dolce, in cui le estremità mediali delle ossa pubiche e del bacino, al posto dell'indicato cordone dei saurii e quindi sulla linea mediana, si uniscono reciprocamente dall'avanti all'indietro, il relativo foro (*F*. otturato) è circondato ad anello dall'osso (1).

Nei coccodrilli troviamo, per la prima

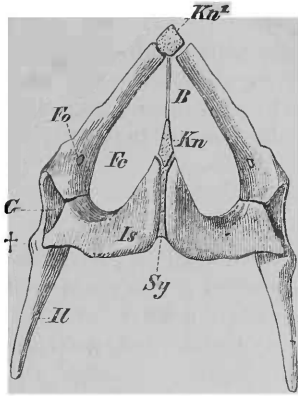


Fig. 102. — *Bacino della Lacerta muralis*. Lato ventrale. *Il* Ileo, *Is* Ischio, *Fo* Foro otturato nell'osso pubico, *Kn*, *Kn'* Pezzi cartilaginei, nelle sinfisi ischiatica e pubica, *B* Legamento fibroso fra essi, *F* Foro cordiforme, \dagger Tubercolo dell'osso iliaco, *G* Fossa articolare.

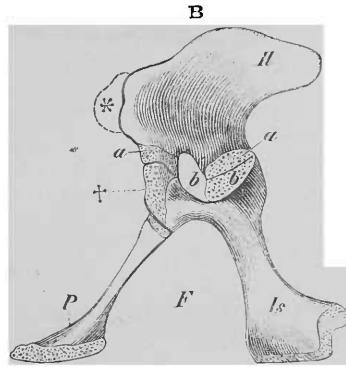
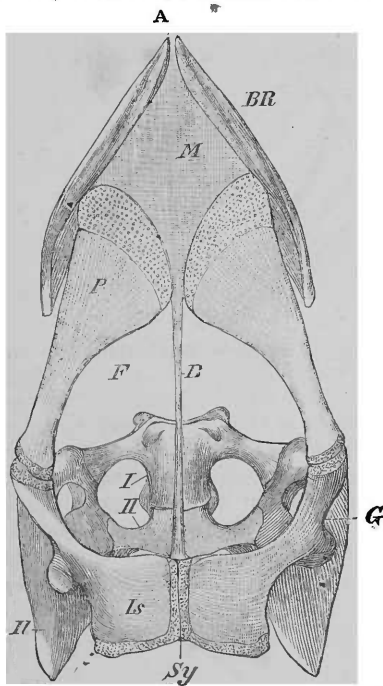


Fig. 103. — *Bacino d'un giovane Alligator lucius*. **A** lato ventrale, **B** di fianco. *Il* Ileo, *Is* Ischio, *P* Pube, *Sy* Sinfisi ischiatica, *F* Foro cordiforme, \dagger otturato, *B* Legamento fibroso fra la sinfisi del pube e dell'ischio, \dagger Apofisi cartilaginea del processo ventrale, acetabolare dell'ischio, che s'insinua tra il processo *a* dell'ileo e il pube, *b* Foro nella cavità articolare, limitato posteriormente dai due processi *ab* dell'ileo e dell'ischio, * Indicazione della protrusione anteriore dell'ileo nei dinosaurii e uccelli, *G* Fossa articolare pel femore, *I*, *II* prima e seconda vertebra sacrale, *M* Membrana fibrosa tra le estremità anteriori delle due ossa pubiche e dell'ultimo paio di coste ventrali *BR*.

(1) Gli scinchi posseggono rudimenti dell'ileo, i tortricini, tiflopidi e peropodi quelli del pube e dell'ischio.

volta, una grande estensione della parte iliaca, ed essa, inoltre, si avvanza all'avanti e all'indietro, in modo da lasciar distinguere una parte *pre-acetabolare* e una parte *postacetabolare*. La prima (fig. 103 B*) è poco sviluppata nei rettili, ma raggiunge la preponderanza sulla posteriore nel bacino dei dinosaurii e degli uccelli (fig. 104).

L'osso pubico dei coccodrilli, che nello stadio embrionale è disposto trasversalmente, più tardi si dirizza decisamente in avanti, e viene staccato dalla cavità articolare per mezzo della parte acetabolare (fig. 103, B, †). La cavità è forata, e il foro è coperto da tessuto fibroso.

Uccelli.

Il sottile pube, in contrapposto a quello dei coccodrilli, è decisamente diretto all'indietro, ed è parallelo all'ischiatico e alla parte acetabolare dell'ileo. Questa disposizione si forma a poco a poco nel tempo embrionale, chè dapprincipio il pube e l'ischio hanno una posizione ventrale, che ricorda quella dei saurii fossili e recenti.

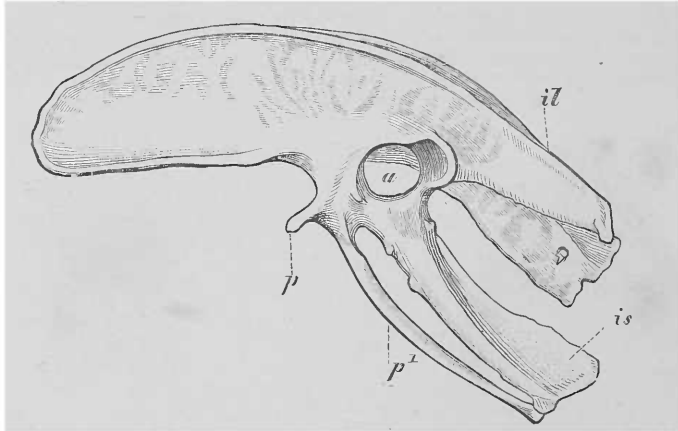


Fig. 104. — *Bacino dell'Apteryx australis*, lateralmente. Da MARSH. *il* Ileo, *is* Ischio, *p* Pubico, *p¹* Postpubico *Sp* Spina iliaca, *a* Acetabolo.

Le tre parti principali del bacino degli uccelli si formano, affatto distinte, da ossificazioni indipendenti, e poi si uniscono in una sola massa. Inoltre, la *parte acetabolare* guadagna a poco a poco in grandezza, nè si deve più considerarla come un organo rudimentale. Geneticamente la parte acetabolare appartiene al segmento dell'ileo che entra a formare la cavità articolare, e pur essa si ossifica. Questa spina iliaca è, dunque, da considerarsi come una formazione secondaria, acquistata direttamente dagli uccelli, e non ereditata dai rettili (Mehnert).

Mammiferi.

I quattro pezzi del bacino rimangono lungamente separati da zone cartilaginee, ma più tardi si fondono in una massa. In ogni caso il pubico ha una parte secondaria nel formare l'acetabolo, in rispetto alle

altre ossa, anzi può esserne escluso affatto. L'angolo fra l'asse dell'ileo e del sacro diventa sempre più acuto, fuorchè nei monotremi, nella serie dei mammiferi fino ai rosicanti.

Il tipo primordiale d'una sinfisi pubica si trova nei marsupiali, in molti rosicanti, negli insettivori e negli ungulati. In parecchi insettivori, nei carnivori e, meglio ancora, nelle più alte forme dei primati, ci avviciniamo sempre più all'unione delle due ossa pubiche (sinfisi del pube).

In nessun gruppo v'è una così grande varietà nella formazione del bacino, quanto negli insettivori. Il foro otturato è sempre limitato da un anello osseo (1).

Nei monotremi, prosimii e chiroterri non si trova la parte acetabolare, ben sviluppata, invece, in numerosi rappresentanti di tutti gli altri gruppi di mammiferi. Relativamente assai sviluppata trovasi nella talpa, dove essa esclude dalla cavità articolare l'ileo e il pube. Negli individui adulti essa può

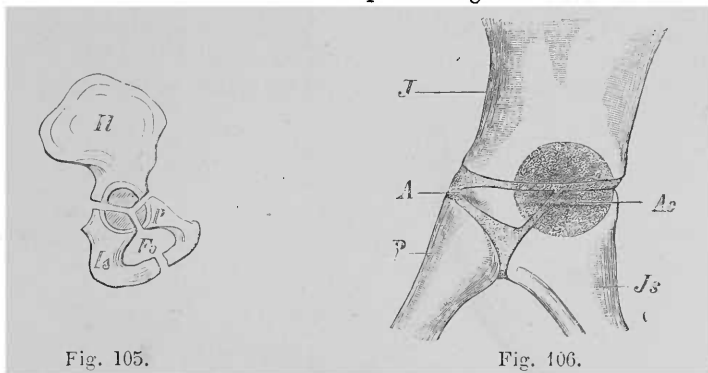


Fig. 105. — *Bacino dell'uomo, metà destra dall'esterno.* Le tre ossa ileo, ischio, pube (II, Is, P) formano l'acetabolo, Fo Foro otturato.

Fig. 106. — *Rapporti topografici della parte acetabolare con le altre ossa del bacino dei mammiferi.* Ac Acetabolo, A Parte acetabolare, I Ileo, Is Ischio, P Osso pubico.

fondersi con ciascun osso del bacino; per es., nei marsupiali e nell'uomo si fonde col pube. Nei pinnipedi le quattro ossa del bacino partecipano tutte alla formazione dell'acetabolo.

L'osso acetabolare appare molto più tardi delle altre ossa del bacino, e molto più tardi anche si ossifica.

Nei marsupiali e monotremi dell'uno e dell'altro sesso, si innalzano dal margine anteriore dell'osso pubico, a destra e a sinistra della linea mediana, due forti ossa che si dirigono all'innanzi curve o rettilinee, e chiamansi *ossa marsupiali*. È difficile determinare sicuramente il loro valore morfologico; tuttavia, sembrano ricordare la cartilagine impari del bacino dei dipnoi e degli urodéli, ossia la cartilagine epipubica.

(1) La scomparsa delle estremità posteriori influisce anche sul bacino, il quale nelle balene è ridotto a due ossa poste nella parete ventrale. Esse sono da considerarsi come ossa ischio-pubiche rudimentali e sono ancora in unione con la colonna vertebrale. La balenoptera e la megaptera hanno, inoltre, un rudimento del femore, la balena un rudimento della tibia. I denticeti non hanno alcuna traccia di queste ossa.

Nel capitolo sulla muscolatura parleremo delle loro relazioni col muscolo piramidale.

In conclusione bisogna notare che il cinto pelvico, come il cinto toracico, non è localizzato in un determinato segmento del corpo, ma entrambi sono ontogeneticamente e filogeneticamente sottoposti a vari spostamenti.

Arti liberi.

Pesci e dipneusti.

Presso i selaci la pinna pettorale si unisce col cinto toracico per mezzo di tre pezzi ossei, e questi devono considerarsi come derivati da un più gran numero di raggi speciali più piccoli.

In questi tre pezzi basali, detti *pro-meso-metapterigio*, stanno ordinati in serie, a mo' di mosaico, varii ossicini, saldati fra loro da tessuto connessivo breve e resistente. Alla periferia terminano i già in-

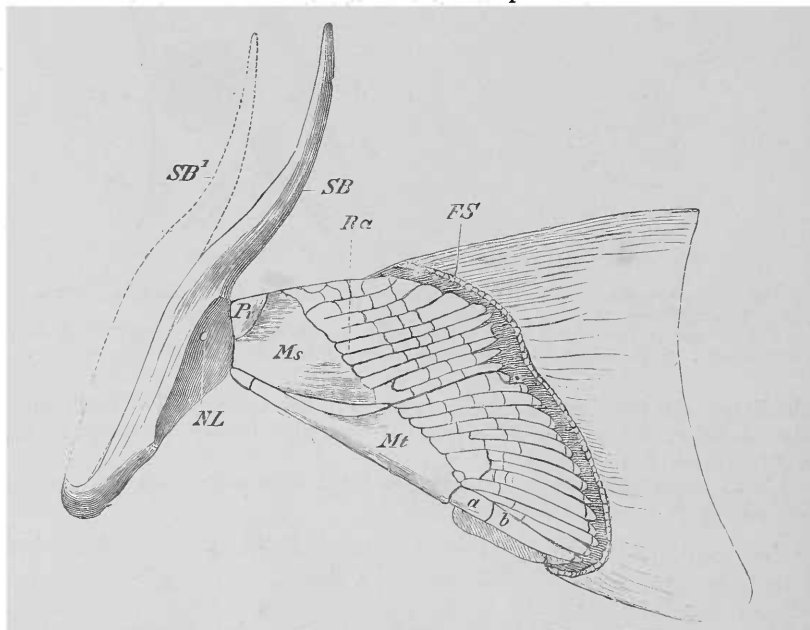


Fig. 107. — Cinto toracico e pinna pettorale dell'*Heptanchus*. *SB*, *SB'*, Cinto toracico, *NL* Foro nervoso, *Pr*, *Ms*, *Mt* I tre pezzi basali della pinna, pro-meso e metapterigio. *Ra* Raggi pinneali cartilaginei, *a*, *b* Raggio principale posto nell'asse del metapterigio, † Raggio d'un altro lato dell'asse (segno di un tipo biseriale), *FS* fili cornei in sezione.

dicati fili cornei da cui, in unione con la pelle, l'intera pinna riceve una notevole espansione superficiale.

Dei tre accennati pezzi basali, il posto più importante spetta al metapterigio che per primo si forma nell'embrione, e le lamine carti-

laginee periferiche che stanno nel suo prolungamento assiale formano con esso il raggio principale dell'intera pinna. Ad esso si aggiungono i raggi secondari e ciò ha luogo da un solo lato (tipo uniseriale); solo in pochi casi si trovano tracce di raggi simmetrici (tipo biseriale). Questo tipo trovasi nei dipnoi e specialmente nel *Ceratodus*, in cui non hanno luogo così forti riduzioni come nel protopero (fig. 67) e nella lepidosirenna. Nel *Ceratodus* ci si offre una caratteristica forma biseriale e l'estremità anteriore coincide con la posteriore. In entrambe si distingue un raggio principale o mediano costituito di pezzi cartilaginei articolati, ai cui due lati si schierano molti raggi secondari parimenti articolati senza che vi sia una completa simmetria. Questa disposizione ricorda quella d'una penna e la comparazione diventa sempre più stretta, dacchè vi sono alla periferia molti fili cornei tra loro stipati (fig. 108).

Il pezzo superiore o basale del raggio principale, privo di raggi secondari, è articolato col cinto toracico e corrisponde sicuramente a uno dei tre pezzi basali delle pinne dei selaci, ma non si può distinguere se meglio ricordi un mesopterio od un metapterigio.

In seguito a recenti studi non si può dubitare che il tipo uniseriale delle pinne dei selaci deve considerarsi come il più antico: tuttavia, è molto verosimile che le pinne pari dei selaci e dei dipneusti si siano sviluppate indipendentemente le une dalle altre da uno stesso tipo simile a quello offertoci dalle attuali chimere (1).

Le pinne addominali dei selaci somigliano alle anteriori, solo stanno in un grado di sviluppo più basso, consistente, anzitutto, nel limitato numero degli articoli basali.

Non v'è più un mesopterio e anche il propterio può essere più o meno rudimentale o anche completamente mancare (chimere), cosicchè il metapterigio occupa qui il primo posto come nell'estremità anteriore e di tutte e tre le ossa basali quasi solo persiste.

All'estremità distale del metapterigio e precisamente nel suo prolungamento assiale, si uniscono numerosi pezzi cartilaginei, cioè le così dette appendici basali che nel maschio fungono quali organi di accoppiamento. Più semplice dell'apparecchio di molte razze e pescicani, è quello delle chimere in cui si distinguono tre separati bastoncini, due dei quali sono i prolungamenti diretti all'indietro dell'osso basale del metapterigio. Alla superficie

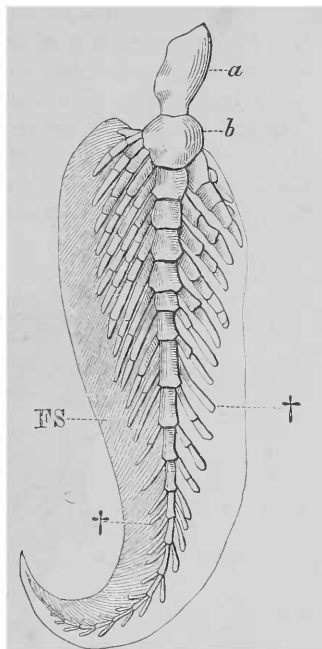


Fig.108. — *Pinna pettorale del Ceratodus Forsteri*. a, b I primi due pezzi del raggio principale assiale, †† Raggi accessori. FS Fili cornei, solo in un lato.

(1) Per la definitiva soluzione di questo problema, è desiderabile che non si faccia più a lungo attendere l'aspettato lavoro di CALDWELL sull'embriologia del *Ceratodus*.

mediana ciascuno di questi possiede una doccia, la quale è ridotta a canale da un terzo pezzo piatto. Nella femmina, al posto di questo complicato apparecchio, vi è solo un sottile bastoncino cartilagineo all'estremità posteriore del metapterigio.

Nei ganoidi e ancor più nei teleostei lo scheletro delle pinne derivante ne' suoi tratti fondamentali da quello dei selaci, subisce una notevole regressione, e in seguito alla presenza dell'elemento osseo può distinguersi in scheletro primario e secondario.

I tre pezzi basali della pinna dei selaci si trovano fra i ganoidi nel *Polypterus*, ma di essi soltanto due, cioè il pro- e il metapterigio si articolano col cinto toracico, mentre il mesoptergio ne è separato.

Quanto alla pinna addominale dei ganoidi cartilaginei, è difficile distinguere se essa abbia subito una regressione o possieda delle disposizioni assai primitive. Manca di solito l'unione delle due metà sulla linea mediana; e, ciò che è più importante, nella maggior parte delle forme, come nel *Polyodon folium* (fig. 109), si osserva la divisione

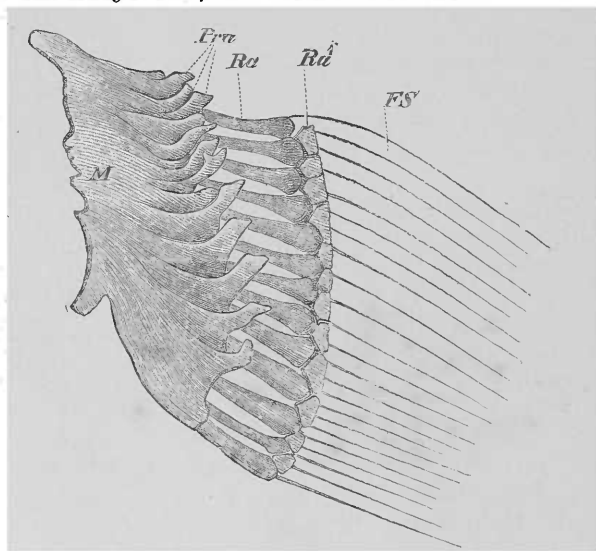


Fig. 109. — *Estremità posteriore destra del Polyodon folium* (esemplare giovane, lato dorsale) *M* Metapterigio, *Pro* Processi uncinati (Processi iliaci di THACHER, MIVART e DAVIDOFF), *Ra*, *Ra'* Raggi di 1.^o e 2.^o ordine, *FS* Raggi pinneali.

del metapterigio in un notevole numero di articolazioni. Ciò è importante per quanto riguarda l'abbozzo originariamente segmentale delle estremità, e, come ho già detto, bisogna ritenere che i pezzi basali della pinna dei selaci derivino dalla fusione di piccoli raggi staccati. In ciò è chiara la prova di una disposizione primitiva.

Nei teleostei le pinne pettorali ed addominali hanno subito una grande riduzione, ma, com'è dimostrato dall'embriologia, il piano fondamentale è lo stesso. Non potendomi estendere su questo punto, rimando al trattato completo.

CONSIDERAZIONI GENERALI
SUGLI ARTI DEI VERTEBRATI SUPERIORI.

Quant'è facile il ricondurre a un unico tipo lo scheletro delle pinne dei pesci d'ogni gruppo, tant'è difficile trovare un punto d'unione tra esso e lo scheletro delle estremità degli anfibi. Par che qui esista una profonda lacuna in seguito alle diverse condizioni di vita, e bisogna rispondere a questa domanda: *Come mai dalla pinna, adattata solo alla vita acquatica, è derivato l'arto d'un vertebrato polmonato, che si muove sulla terra?*

Per rispondere a questa domanda mancano sussidii paleontologici e stadii di passaggio, e bisogna cercar le spiegazioni nelle ipotesi. La leva rigida che troviamo nella pinna e serve completamente al moto nell'acqua, s'è cambiata in un sistema di leve, quando il primo anfibio cominciò la sua vita terrestre. Come avvenne ciò?

In altre parole: quando non si trattò solo di spingere innanzi il corpo, ma di elevarlo dal suolo, le parti scheletriche rigidamente unite nella pinna devono essersi a poco a poco svincolate, adattate ad angolo (ginocchio, gomito) e articolate in parte prossimale e distale. Inoltre, l'estremità dovette passare da una posizione orizzontale a far un angolo sempre più piccolo col piano mediano del tronco, finchè, nei mammiferi, l'asse longitudinale delle estremità nello stato di quiete divenne parallelo al piano mediano del corpo.

Negli animali superiori questa funzione è assunta specialmente dalle estremità posteriori o inferiori (nell'uomo), mentre le anteriori sono suscettibili di varie adattazioni e modificazioni. Diventan, cioè, secondo le condizioni, organi di tatto, di presa, di volo o anche, nei mammiferi che vivono nell'acqua, di nuoto.

Più ancor che nei pesci si può distinguere nei vertebrati superiori un unico tipo fondamentale nello scheletro delle estremità; il già indicato piano fondamentale delle pinne primitive dei pesci, coi raggi principali e secondarii, può riscontrarsi anche negli anfibi e amnioti, come si vede nella fig. 110 e 111. Tirando una linea HS da H per F e $i c c 2$ fino a II , possiamo considerarla come indicante il raggio principale, mentre l'altra linea, pure partente da H e passante per $T, t, 1$ fino a I , è il raggio secondario. Una seconda serie di raggi secondarii si stacca dall'altro lato del raggio principale.

Anche qui si può parlare d'un ordinamento biseriale dei raggi, solo non devesi riguardare questa disposizione come originaria.

Anche l'embriologia prova che gli urodeli attuali, quanto alla struttura delle loro estremità, non si connettono direttamente coi dipneusti; infatti, negli stadii embrionali iniziali non si distingue un raggio principale con raggi secondarii; ciò appare più tardi e deve quindi ritenersi come un adattamento recente.

Quanto alla forma e alla posizione dei singoli pezzi, v'è omologia completa tra l'estremità anteriore e la posteriore. Vi è sempre articolazione in quattro segmenti principali, chiamati braccio, antibraccio, carpo

e mano, oppure femore, gamba, tarso e piede. Mentre l'osso del braccio o della coscia, corrispondente al metapterigio, è sempre impari, nell'antibraccio e nella gamba vi sono due ossa (radio e ulna, tibia e fibula). Anche la mano e il piede si distinguono in due segmenti, metacarpo o metatarso e falangi, che costituiscono le dita.

I due segmenti delle estremità prossimale e distale constano di ossa cilindriche più o meno lunghe, le quali, essendo abbastanza costanti in tutta la serie, offrono meno interesse del variabilissimo scheletro della mano e del piede. Però, anche quest'ultimo

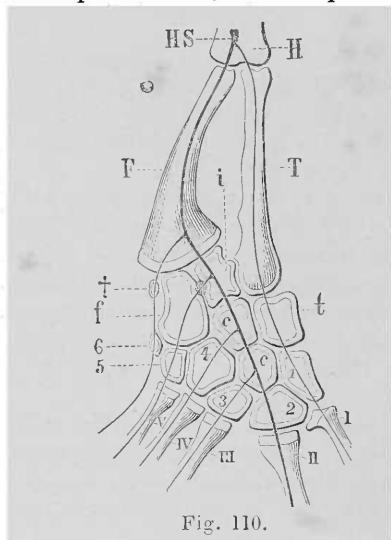


Fig. 110.

Fig. 110. — *Estremità posteriore del Ranodon sibiricus*. *H* Femore, *HS* Raggio principale, *F* Fibula, *T* Tibia, *i* Intermedio, *t* Tibiale, *f* Fibulare, *cc* Due centrali, 1-6 Tarsali in stretto senso, † Traccia d'un sesto raggio fra la serie prossimale, *I-V* Le cinque ossa metatarsali.

Fig. 111. *Schema della disposizione delle estremità libere sul tronco dei pesci (A) e dei vertebrati superiori (B)*. *S* Cinto toracico, *Mt* Metapterigio, che corrisponde al raggio principale ulnare *Ul*, *Rd* raggio secondario radiale.

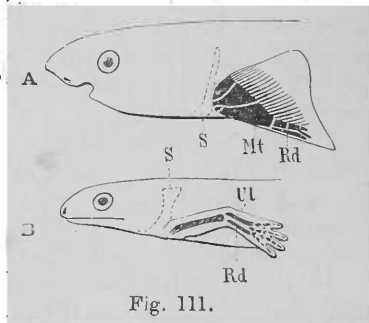


Fig. 111.

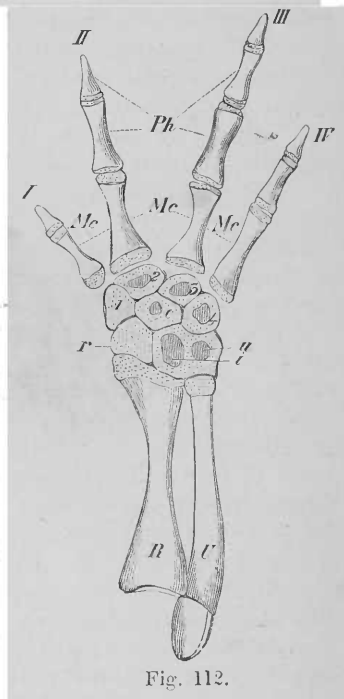


Fig. 112.

Fig. 112. — *Antibraccio, carpo e mano della Salamandra maculosa*. Lato destro visto dall'alto. *R* Radio, *U* Ulna, *r* Radiale, *v*, *i* Intermedio, ulnare, *c* Centrale, 1-4 Carpali, *Mc* Metacarpo, *Ph* Falangi, *I-IV* Dita.

può ricondursi ad un tipo fondamentale. Si tratta sempre di un complesso di piccole ossa o cartilagini. Intorno ad un osso centrale, che può essere anche doppio, v'è una corona di altri pezzi di cui tre prossimali e quattro-sei distali. I primi, per i rapporti topografici con le ossa dell'antibraccio o della gamba, chiamansi *radiale* o *tibiale*, *ulnare* o *fibu-*

lare e intermedio. Gli altri, *carpali* o *tarsali*, dal I al VI. Si contano cominciando dal lato radiale o tibiale (fig. 110-112).

Anfibi.

Mentre le estremità anteriori e posteriori degli urodeli sono costruite più o meno sul tipo descritto (1), negli anuri ha luogo la fusione del radio e dell'ulna, e nel carpo manca l'intermedio. Quest'ultimo è assente anche nel tarso. Nella serie prossimale vi sono solo due ossa cilindriche unite da un rivestimento cartilagineo comune, l'uno corrisponde al tibiale (astragalo), l'altro al fibulare (calcaneo).

Nella serie distale del carpo sono posti originariamente anche quattro pezzi distinti: tuttavia, in seguito a fusione secondaria, questo numero può diminuire. Raramente v'è anche un quinto carpale. Quello che finora si riteneva tale in tutti gli anuri, corrisponde, secondo Howes, a un postassiale centrale. Siccome si trova sempre anche un preassiale centrale, o navicolare (2) degli antichi autori, così gli anuri appaiono i soli tra i più recenti animali, che siano caratterizzati da un doppio centrale del carpo (Howes).

Della serie distale del tarso sono elementi costanti i tarsali II e III, che, però, possono anche fondersi. Il IV e V tarsale sono di solito sostituiti da un legamento; nei discoglossidi il tarsale IV è ancora cartilagineo. Il tarsale I è costante, solo spesso si fonde con quell'elemento che i precedenti autori chiamano navicolare. Quest'ultimo, come Howes ha saldamente provato, corrisponde al *centrale*, il quale non ha nulla a che fare col *raggio del prealluce* presente in tutti gli anuri al lato tibiale del tarso, vale a dire col cosiddetto « sesto dito » a quattro segmenti.

Le ossa metatarsali e le falangi, fra cui si stende la membrana natatoria, sono assai lunghe e sottili negli anuri. Anche le ossa della coscia e quelle della gamba, fuse in un sol pezzo, sono straordinariamente lunghe e si adattano al moto saltatorio. Il processo d'ossificazione è solitamente più forte nello scheletro delle estremità degli anuri che degli urodeli, in cui si trovano ancora molti elementi cartilaginei.

Rettili.

Le tartarughe, le cui estremità possono essere conformate come organi di nuoto, e i saurii si connettono direttamente con gli urodeli (3) quanto alla struttura del carpo, e anche qui si trovano tracce dell'ante-

(1) Ciò non esclude che, come avviene anche per gli anuri, non possano aver luogo numerose fusioni secondarie tra i singoli pezzi carpali o tarsali. L'estremità anteriore possiede di solito solo quattro dita: tuttavia, non manca ragione per credere che anch'essa, come l'estremità posteriore, possedesse un quinto dito. Il numero delle falangi è variabile.

(2) I rapporti di posizione nel navicolare coi circostanti elementi carpali sono assai diversi nelle diverse forme. Esso può anche venire in contatto col radio, ma questo deve sempre essere considerato come un processo secondario.

(3) Ciò vale, anzitutto, per la *Chelydra serpentina*, il cui corpo possiede un doppio centrale. Quest'ultima, però, trovasi anche nell'*Hatteria* e nel *Proterosaurus* fossile.

cedente presenza d'un sesto dito (*Trionyx*, *Chelonia*, *Emys*, ecc.). La tibia e la fibula son sempre distinte.

Nei coccodrilli in cui, come negli anuri, manca qualsiasi traccia

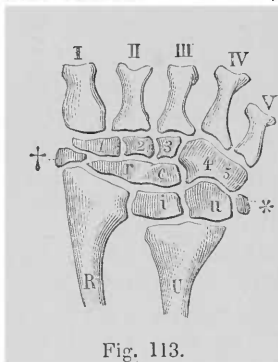


Fig. 113.

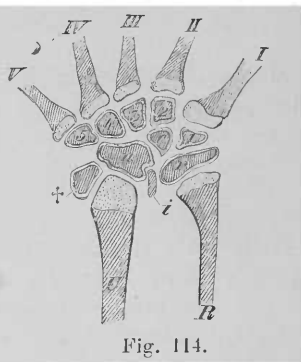


Fig. 114.

Fig. 113. — Carpo dell'*Emys europea*, lato destro dall'alto. R, U Radio, Ulna, r, c Radiale e centrale fusi, i Intermedio, u Ulnare, 1-5 Carpali, di cui 4 e 5 insieme fusi, † e * Osso sesamoideo posto al lato ulnare e radiale (segno di un 6.° e 7.° raggio), I-V Cinque metacarpali.

Fig. 114. — Carpo della *Lacerta agilis*, lato sinistro dall'alto. U, R Ulna, radio, u Ulnare, i intermedio, r radiale, c centrale, 1-5 Carpali, † osso sesamoideo, I-V Metacarpali.

di un intermedio, si trovano, nella serie carpale prossimale due ossa ad ampolla, di cui il più grosso è il *radiale*, il più piccolo l'*ulnare*. A lato di questo esistono anche qui le tracce di un sesto dito. Come negli anuri e nei mammiferi, il centrale si accosta al margine radiale. La serie distale dei carpali è assai più regredita della prossimale (fig. 115).

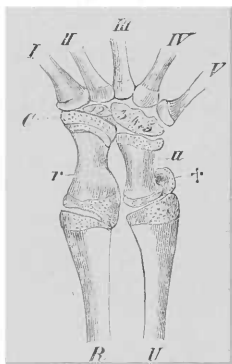


Fig. 115. — Carpo dell'*Alligator lucius*. Anim. giovane, lato destro, dall'alto. R, U Radio, ulna, r Radiale, u Ulnare, C Centrale, 1-5 Carpali non ancora ossificati, di cui il 1.°, il 2.°, il 3.°, 4.° e 5.° sono fusi, † Osso sesamoideo, I-V Metacarpali.

È interessante lo scheletro della mano dei saurii volanti, in cui il quarto o quinto dito (ulnare) si allunga in un grandissimo pezzo bastoniforme articolato, che serve all'estensione della membrana del volo tesa fra esso e l'intero lato del corpo (*Pterodactylus*, *Rhamphorhynchus phyllurus*).

È notevole che in parecchi saurii fossili (*Anomodontia*, *Theriodontia*) nella parte mediana dell'omero v'è un *foro sopracondiloideo* per l'entrata del nervo mediano e dell'arteria brachiale (1). Questo gruppo di rettili triassici è ancor più notevole per ciò, che la disposizione delle ossa dell'avambraccio fa concludere non solo alla possibilità dell'adduzione e abduzione, ma anche a quella della pronazione e supinazione, onde pare che, come in parecchi recenti mammiferi, si tratti di una *mano prensile*.

Il tarso è assai ridotto in tutti i rettili, almeno nel suo segmento prossimale, e si avvicina a poco a poco al tipo degli uccelli.

(1) Anche al lato radiale dell'omero si trova spesso bene sviluppato nei rettili attuali e fossili un canale speciale per il nervo radiale.

Nelle tartarughe (fig. 117) e nei saurii, tutti i pezzi della serie



Fig. 116. — *Pterodattilo*, da Goldruss (Lo scheletro della mano è ritoccato).

prossimale si fondono in un solo osso che corrisponde nei chelonii al

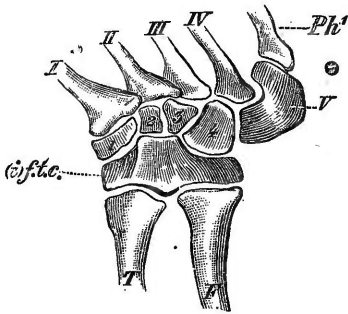


Fig. 117.

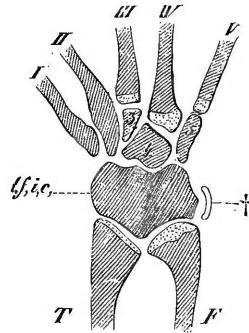


Fig. 118.

Fig. 117. — *Tarso dell'Emys europaea*, lato destro dall'alto. *T* Tibia. *F* Fibula, (*i*) *f. t. c* tarsali fusi (Intermedio?, fibulare, tibiale, centrale) della 1.^a serie, 1-4 Tarsali della 2.^a serie, *Ph¹* Prima falange del 5.^o dito. *I-V* Metatarsali.

Fig. 118. — *Tarso della Lacerta muralis*, dall'alto lato destro. *T* Tibia, *F* Fibula, *t, f, i, c*, ossa prossimali corrispondenti al tibiale, fibulare, intermedio e centrale, † Osso sesamoideo (tracce del 6.^o raggio nel tarso degli ascalaboti), 3-5 Tre tarsali della serie distale, *I-V*, Cinque metatarsi.

tibiale, fibulare e centrale. Nei saurii il centrale del tarso non si trova

neppure nell'embriologia. Vi sono tracce d'un sesto raggio. Nulla si sa sulla permanenza dell'intermedio.

Nella seconda serie vi sono da tre a quattro tarsali distinti che, però, possono in parte fondersi (tartarughe), cosicchè il piede, come avviene negli uccelli, si muove sempre più secondo un'articolazione intertarsale.

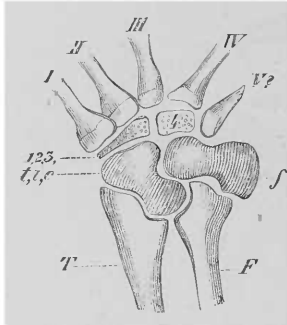


Fig. 119. — *Tarso del cocodrillo*, lato destro dall'alto. T Tibia, F Fibula, t, i, c tibiale, intermedio, centrale, uniti in un astragalo, f Fibulare (calcagno), 1-3 Tarsali fusi, 4 Quarto tarsale, I-IV Metatarsali, V? Tarsale o metatarsale quinto.

Nei cocodrilli vi sono due ossa al lato tarsale prossimale di cui uno corrisponde al tibiale intermedio e centrale, l'altro al fibulare. Il primo dicesi astragalo, l'altro calcagno e su questo si sviluppa per la prima volta nella serie de' vertebrati un tubercolo calcaneare.

Nella serie distale vi sono originariamente quattro piccole cartilagini che più tardi si fondono insieme parzialmente.

Uccelli.

Poichè l'estremità anteriore degli uccelli da un organo di progressione si è trasformato in un organo di volo, essa ha perduto nella parte periferica i suoi caratteri originali e presenta delle regressioni. L'omero e l'antibraccio, per i loro rapporti con la funzione del volo, sono assai sviluppati, massime in lunghezza e, per rispetto all'estremità posteriore, che sopporta l'intero corpo, appaiono più sviluppati (fig. 120).

A ciò fanno eccezione i corridori in cui le estremità anteriori sono regredite.

Durante il periodo embrionale si trovano nel corpo sette pezzi distinti tra cui anche un centrale e un intermedio. Una parte di essi si fonde più tardi con le basi dei metacarpi e nel corpo degli uccelli adulti si trovano solo due pezzi liberi, il radiale e l'ulnare.

Il metacarpo si compone di tre pezzi fusi alla base e in parte anche alla periferia (II e III). Essi comprendono le dita rudimentali, composte di un piccolo numero di falangi. Gli artigli delle dita, che si trovano su tutte e tre le falangi terminali dell'*Archeopteryx*, esistono senza eccezione in tutti i recenti uccelli, come negli struzzi, nel *Megapodius*, ecc.

Come ha indicato il Parker, nella mano degli uccelli, oltre le tre dita definitive, se ne devono contare altre tre fra cui un prepollice (vedi quanto è detto a proposito della mano dei mammiferi). Esso sta all'indietro del primo metacarpo. È assai problematico se in ciò sia da riscontrarsi una prova di una condizione primitiva.

La riduzione delle ossa tarsali che s'avanza sempre più nei rettili, raggiunge il suo massimo negli uccelli. Nell'embrione il tarso è composto ancora di tre pezzi, due piccoli prossimali (tibiale e fibulare) e un largo pezzo distale che corrisponde ai tarsali 1-5.

Il tibiale e il fibulare si fondono più tardi con l'estremità distale della tibia, e i tarsali con la base dei metatarsi, cosicchè il piede di un uccello adulto non possiede più tarsali distinti. Perciò si può dire

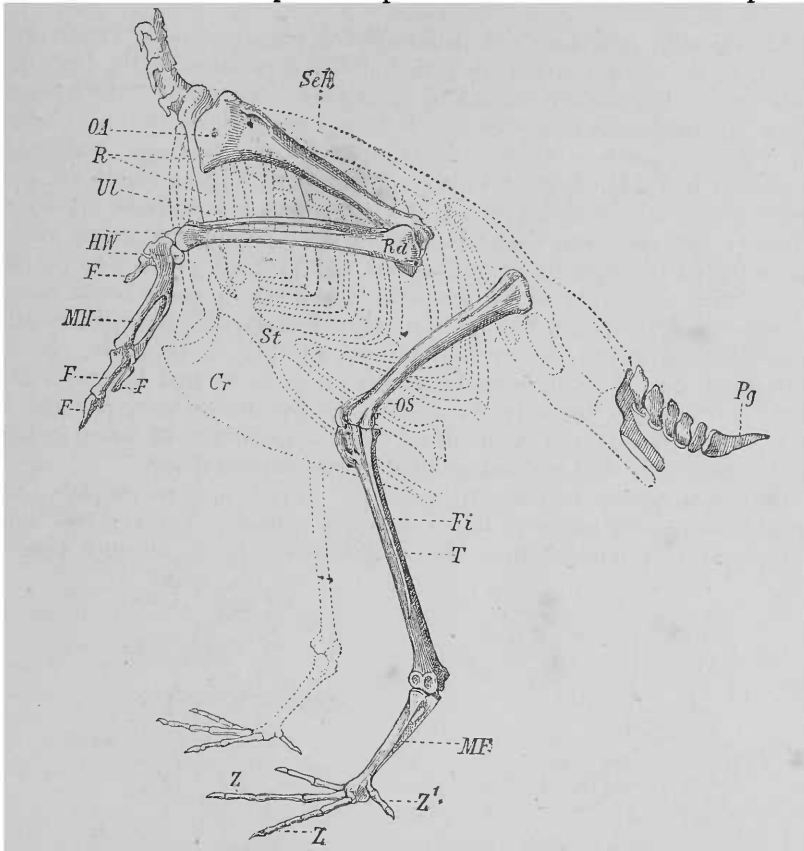


Fig. 120. — *Arti e coda di un uccello (Carinatae)*. Lo scheletro del tronco è punteggiato. *Sch* Squama scapolare, *R* Osso coracoide, *St* sternone e carena *Cr*, *OA* Omero, *Rd* Radio, *Ul* Ulna, *HW* Carpo, *MH* Metacarpo, *F* Dita, *OS* Femore, *T* Tibia, *Fi* Fibula, *MF* Metatarso, *ZZ'* Dita, *Pg* Pigostilo.

che esso, come quello dei chelonii e dei saurii, si muove secondo un'articolazione intertarsale.

Dapprincipio vi sono cinque distinti metatarsi; più tardi, fondendosi essi in gran parte nell'osso del piede, presentano, però, ancora alcune fenditure e incisure nella parte prossimale e distale come segno dell'antica divisione. Il numero delle dita negli uccelli è di quattro, che può ridursi, però, anche a tre, o, come negli struzzi, anche a due.

La fibula, che si riduce sempre ad uno stiletto rudimentale, è più o meno fusa con la tibia che è grossa, e non raggiunge il tarso.

Mammiferi.

L'estremità anteriore dei mammiferi o rimane quale organo gradatorio, o, in seguito a più distinta individualizzazione delle ossa dell'antibraccio, diventa un organo di prensione. Per tale trasformazione le ossa dell'antibraccio, prima fra di loro strettamente unite, si sciolgono a poco a poco, e si articolano in modo che il radio raggiunge una grande mobilità, mentre l'ulna rimane fissa. L'asse ideale del movimento passa, in direzione prossimo-distale, per la estremità superiore del radio, indi percorre l'ulna. Quanto poi allo spiegarsi come mai il radio nella parte superiore si muova sul suo proprio asse, mentre alla parte inferiore si muove su un asse che sta fuori di esso, basta osservare che nel primo caso (nel moto in alto) esso rimane *in loco*, mentre inferiormente descrive un cerchio intorno all'ulna, e la mano, che ad esso si fissa, gira con lui, e ruota perciò sul proprio asse longitudinale. Questo movimento, prodotto da speciali gruppi muscolari, per cui la palma, che prima guardava in alto, viene a guardare in basso chiamata *pronazione*, e il movimento contrario *supinazione*.

Entrambi questi movimenti sono già avviati nei marsupiali, ma raggiungono il loro pieno sviluppo solo nei primati. A tale scopo contribuisce assai la muscolatura, che si differenzia molto durante la filo-

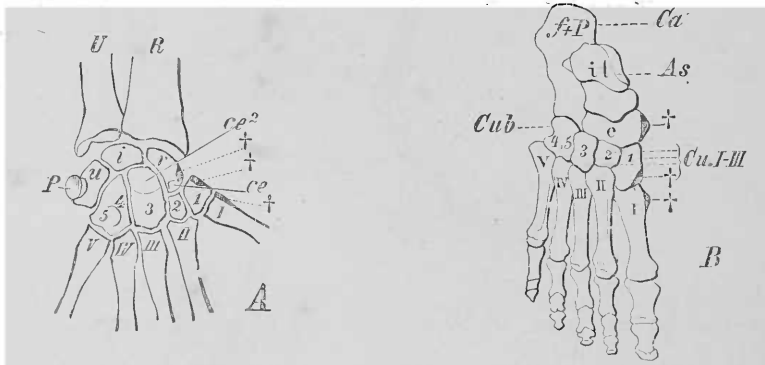


Fig. 121. — **A** Carpo dell'uomo, **B** Scheletro del piede umano. Il prepollice e il prealluce sono in ischema. *U* Ulna, *R* Radio, *r* Radiale (navicolare), *i* Intermedio (lunato) *u* Ulnare (triquetro), *p* Pisiforme, *ce* Centrale unito al radiale, *ce*² Secondo centrale (capo del capitato) (carpale 3), 1-5 Carpali (tarsali) di cui il 4.^o e il 5.^o sono fusi, formando il cuboide o uncinato *Cub.* +++ Tracce del prepollice e del prealluce. Il tarsale 1-3 è indicato come 1-3 cuneiforme *Cu I-III*, *c* Centrale (navicolare) del tarso, *it* Intermedio tibiale = astragalo *As* o tallone, *f+P* Osso pisiforme e fibulare uniti nel calcagno *Ca.* I-V Metatarsali o metatarsali.

genesi, ma non si sa spiegare perchè le ossa omologhe assumano diverse posizioni nell'antibraccio e nella gamba. Qui la tibia è mediana, nel braccio, invece, il radio è laterale durante la supinazione. Nel primo caso troviamo una disposizione primitiva, nel secondo una divergenza. Il motivo di ciò sta in una rotazione dell'estremità distale dell'omero, che si manifesta ontogeneticamente e filogeneticamente.

Il carpo e il tarso dei mammiferi coincidono, per lo più, con quelli degli urodéli e delle tartarughe, e qui come là può avvenire la fusione dei vari pezzi. Ciò è di norma, p. es., per l'intermedio fondentesi col tibiale (astragalo) e pel 4.^o e 5.^o carpale e tarsale, che si fondono, formando nel carpo l'osso *uncinato* e nel tarso il *cuboide*. Dapprincipio si trova il centrale nel carpo di tutti i mammiferi a cinque dita: spesso, però, anche durante il periodo fetale, si fonde col vicino radiale. Questo è il caso del gorilla, del chimpanzé e dell'uomo; però, nell'uomo può talvolta sussistere anche allo stadio adulto (0,4 per 100 dei casi osservati). Nel tarso il centrale si conserva meglio, ed è spesso posto sul margine mediano o tibiale.

Molti fatti anatomici ed embriologici provano la primordiale esistenza di un sesto e settimo dito della mano e del piede dei mammiferi e ve n'è già qualche traccia, come vedemmo, anche negli anfibi e nei rettili. Uno dei raggi scomparsi stava dal lato ulnare o fibulare ed è ora indicato dall'osso pisiforme (fig. 21 p), l'altro si trovò internamente agli alluci ed ai pollici onde quest'osso si chiama prepollice e prealluce (fig. 121 † †). In tal modo si deve considerare come punto di partenza la eptadattilia e non la pentadattilia. È ancora incerto se i singoli tarsali corrispondano ai singoli carpali: ciò vale solo per la serie prossimale compreso il semplice o il doppio centrale; invece, nella serie distale i rapporti non sono chiari e rimando su di ciò alla fig. 121.

È di grande interesse il processo di regressione che ebbe luogo durante le epoche geologiche nello scheletro degli arti degli ungulati.

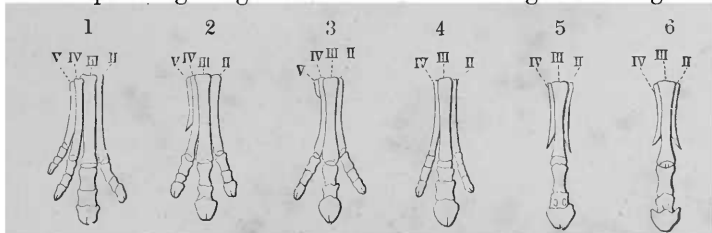


Fig. 123. -- Piede anteriore delle forme progenitrici del cavallo. 1. *Orohippus* (Eocene), 2. *Mesohippus* (Pliocene superiore), 3. *Miohippus* (Miocene), 4. *Protohippus* (Pliocene superiore), 5. *Pliohippus* (Pliocene superiore), 6. *Equus* o cavallo attuale II-V Dita.

Questo gruppo si divide in due grandi sezioni; gli *artiodattili* e i *perissodattili*. Nei primi, che sono biungulati, prevalgono il terzo e il

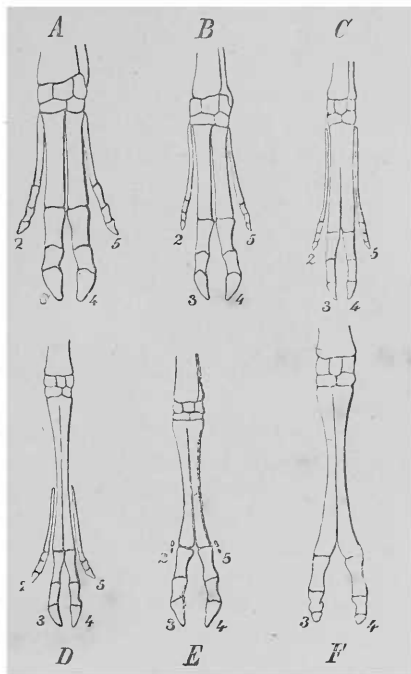


Fig. 122. -- **A** Piede anteriore del porco, **B** dell'*Hyomoshus*, **C** del *Tragulus*; **D** del capriolo, **E** della pecora, **F** del cammello 2-5 Dita (da GARROD. V. Tratt. d'anat. comp. di BELL.).

quarto dito i quali raggiungono il suolo (fig. 122, A. — F), mentre negli altri, o solidungoli, prevale solo il terzo dito (fig. 123, 1-6). Per mezzo d'una gran serie di forme di passaggio (30) del terziario, si può provare che tutti gli ungulati derivano da una forma pentadattila. Però, siccome fin dai primi momenti del terziario, i biungulati e i solidunguli erano già chiaramente differenziati, bisogna cercare la loro comune forma progenitrice nel cretaceo, dalla quale si sono probabilmente staccati anche i proboscidiati.

Non possiamo addentrarci nelle diverse modificazioni che subisce l'estremità anteriore in rapporto al modo di vita, e ricorderò solo la straordinaria lunghezza delle falangi dei chiroterri, le estremità scavatrici della talpa e dei monotremi, la loro trasformazione in pinne nei cetacei, l'opponibilità dei pollici ecc. Tuttociò si spiega facilmente, quando si pensi che un apparecchio così esposto come le estremità anteriori, deve stare in prima linea nella lotta per la vita, e quindi deve risentire più d'ogni altro le influenze esterne.

Nell'estremità posteriore dei mammiferi la fibula ha una importanza secondaria in confronto alla tibia, e il femore è spesso più corto della gamba.

La rotula del ginocchio trovasi già in alcuni saurii (*Varanus*), e anche negli uccelli, dove è assai diffusa. È specialmente sviluppata nei pingoi. Tra i mammiferi manca solo ai cetacei, ai chiroterri e ad alcuni marsupiali. Ovunque appaia, è geneticamente estranea alle ossa della coscia e della gamba, e quindi non è analoga all'olecrano dell'ulna. Essa è piuttosto un osso sesamoideo e deve considerarsi derivata dall'attrito tra il tendine del muscolo quadricipite del femore e la capsula articolare del ginocchio.

Bibliografia.

- Bardeleben K. *Das Os intermedium tarsi der Säugethiere*. Zool. Anz. VI, Jahrg 1883.
 Idem. *Beitr. zur Morphologie des Hand- und Fusskeletes*. Sitz.-Ber. d. Jen. Gesellsch. f. Medic. und Naturw. 1885.
 Idem. *Ueber neue Bestandtheile der Hand- und Fusswurzel der Säugethiere, sowie das Vorkommen von Rudimenten « überzähliger » Finger und Zehen beim Menschen*. Jen. Zeitschr. für Naturwissensch. Vol. XIX N. F. XII, Suppl. III, 1886.
 Baur G. *Bemerkungen über den Astragalus und das Intermedium der Säugethiere*, Morphol. Jahrb. Vol. XI, 1883. Contiene un esteso elenco della recente bibliografia sul carpo e sul tarso. Vedi anche gli altri numerosi lavori di quest'autore nel Zool. Anz. e Anat. Anzeiger, dal 1883 in poi.
 Idem. *Beitr. zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Vertebraten*. I. p. Batraci, Jena, 1888.
 Van Bemmelen J. F. *Over den oorsprong van de voorste ledematen en de tongspieren bij Reptilien*. Koninkl. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. Afdeling Natuurkunde Zitting van 30 Juni 1888.
 Dohrn A. *Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers*. VI. *Die paarigen und unpaarigen Flossen der Selachier*. Mittheil. aus der zoolog. Station zu Neapel. V, 1, 1886.
 Gegenbaur G. *Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere: Schullergürtel der Wirbelthiere. Carpus und Tarsus, und Brustflosse der Fische*. Leipzig, 1864-1865.

- Idem. *Ueber das Archipterygium*. Jen. Zeitschr. Vol. VII.
- Götte A. *Beitr. zur vergl. Morphologie des Skelettsystems der Wirbelthiere: Brustbein und Schultergürtel*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. 14, 1877.
- Idem. *Ueber Entwicklung und Regeneration des Gliedmassenskelets der Molche*. Leipzig, 1879.
- Hoffmann C. K. *Beitr. zur Kenntniss des Beckens der Amphibien und Reptilien*. Niederl. Archiv. f. Zool. Vol. III.
- Howes G. B. *On the skeleton and affinities of the paired fins of Ceratodus with observations upon those of the Elasmobranchii*. Proceed. Zool. Soc. London, 1887.
- Howes G. B. e Ridewood R. *On the Carpus and Tarsus of the Anura*. Proceed. Zool. Soc. London, 1888.
- Kollmann J. *Handskelet und Hyperdactylie*. Anat. Anz. Jahrg. III, 1888.
- Leboucq H. *Resumé d'une mémoire sur la morphologie du carpe des mammifères*. Bull. de l'Acad. r. de médecine du Belgique, 3.^a ser., Vol. XVIII.
- Idem. *Rech. sur la morphologie du carpe chez les mammifères*. Arch. de Biologie, 1884.
- Mehnert E. *Unters. über die Entwicklung des Os pelvis der Vögel*. Morphol. Jahrb. XIII, 1887.
- Rosenberg E. *Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale Carpi des Menschen*, Morphol. Jahrb. I, 1876.
- Thacher J. Th. *Median and paired fins, ecc.* Transact. of the Connecticut Academy, III, 1877.
- Wiedersheim R. *Salamandrina perspicillata, etc.* Genova, 1875.
- Idem. *Die ältesten Formen des Carpus und Tarsus der heutigen Amphibien*, Morph. Jahrb. II, III.

C. Miologia.

I *muscoli* (o, come volgarmente si dice, la carne) si dividono istologicamente in due gruppi, composti di fibre (cellule) *lisce*, o *striate*. I muscoli lisci sono filogeneticamente più antichi, e devono considerarsi come stadio antecedente agli altri (1).

Mentre le fibre muscolari lisce o vegetative dei vertebrati son limitate agli intestini, alla pelle, all'apparecchio urogenitale, e ai vasi, e non sono sottoposti alla volontà, i muscoli striati, quasi senza eccezione soggetti alla volontà, si trovano nellé pareti somatiche e nell'apparecchio motore.

In questo capitolo ci occuperemo esclusivamente di questi ultimi, distinguibili, secondo lo sviluppo, come segue:

(1) Secondo le recenti ricerche, i muscoli striati di tutti i vertebrati finora studiati si possono distinguere in due categorie, istologicamente e fisiologicamente diverse. All'una appartengono i muscoli bianchi o rossicci, con pochi nuclei, all'altra i muscoli rossi, ricchi d'emoglobina e di nuclei. I muscoli bianchi si contraggono rapidamente, lentamente i rossi: inoltre, i bianchi si rilasciano assai più presto dei rossi. In tutti i muscoli esattamente studiati, se ne trovano d'entrambe le specie; e ciò vale specialmente pel tricipite dell'omero del coniglio; e la mescolanza non è capricciosa, ma regolare. Alcuni muscoli ne contengono più dell'una sorte, altri dell'altra, e ciò ha molta influenza sulle loro attività, tanto per l'energia che per la durata dell'azione. I muscoli rossi perdurano in una certa tonicità; i bianchi no.

- | | | |
|--|---|--|
| I. Muscoli parietali,
che prendono origine dai
somiti. | } | a) Muscoli del tronco, compreso il coraco-
ioideo dei pesci e le sue derivazioni
nei vertebrati superiori. |
| | | b) Muscoli degli arti. |
| | | c) Muscoli del bulbo oculare. |
-
- | | | |
|---|---|--|
| II. Muscoli viscerali,
che prendono origine dalle
piastre laterali. | } | Muscoli del capo, ad eccezione di quelli so-
vrassegnati in a) e in c). |
|---|---|--|

Tutti questi muscoli sono di solito in istretto rapporto con lo scheletro, che, per mezzo dei tendini, serve loro di punto d'origine o d'inserzione, e da questo intimo nesso segue che una differenziazione dell'un sistema è sempre accompagnata da una differenziazione dell'altro. Questa muscolatura *scheletrica* può contrapporsi all'altra muscolatura superficiale o *dermatica*.

In ciascun muscolo, nella sua forma più semplice, si distingue un capo od origine, un ventre e una coda o inserzione. Mentre i muscoli del tronco sono generalmente piatti, i muscoli delle estremità sono per lo più lunghi e cilindrici o prismatici. Però, esistono muscoli di varie forme, cioè a parecchi capi, a due ventri, semplici o bifidi, a sega o arialto. In ciascuna forma è naturalmente diverso il rapporto coi tendini.

Nel loro insieme, i muscoli sono avvolti da guaine fibrose o fascie e sono uniti in vario modo fra loro (legamenti intermuscolari) o collo scheletro. Le fascie sono, dal più al meno, prodotti dei muscoli stessi, e possono, come le cosiddette *aponeurosi*, entrare a parte dello scheletro.

In tutti i punti in cui v'è un notevole attrito, può avvenire nel muscolo o nel tendine un'ossificazione (ossa sesamoidee).

La neoformazione, l'origine di più muscoli autonomi da un dato substrato, può avvenire in queste varie guise:

1.° mercè la divisione del muscolo originario in segmento prossimale e distale (con l'intermezzo d'un tendine intermedio).

2.° mercè la divisione d'una massa muscolare in istrati.

3.° mercè la divisione dei muscoli nel senso della lunghezza.

4.° mercè la fusione di due muscoli prima disuniti, non appartenenti alla stessa innervazione.

Con quest'ultimo processo, il numero dei muscoli naturalmente diminuisce.

Variando l'origine e l'inserzione, un muscolo può variare assai di forma e posizione. Se un muscolo diventa inutile, o va ad afforzare i muscoli vicini, o si atrofizza.

Durante il periodo embrionale, i singoli gruppi muscolari, come, per es., l'adduttore superficiale e profondo delle dita nel braccio, o i singoli muscoli masticatorii, non sono ancora distinti l'uno dall'altro, ma compongono un unico blastema (mesodermico), la cui divisione, mercè una parete connessiva introflettentesi, avviene più tardi. Dapprima si differenziano le singole individualità muscolari, e queste s'individualizzano sempre più coll'uso graduale, nel periodo postembrionale. Oltre a ciò, alcuni abbozzi muscolari scompaiono durante l'embriologia, onde hanno luogo degli spostamenti topografici.

I. Muscoli dermatici.

Poco sviluppati nei pesci e negli anfibi, hanno gran parte nei rettili e uccelli, pei loro rapporti con le scaglie e le penne. Soprattutto si sviluppano in molti mammiferi, presso i quali possono trovarsi al dorso, al capo, al collo e sui fianchi (*Echidna*, *Dasyppus*, *pinnipedi*, *Erinaceus*). Nell'uomo se ne trova solo un debole resto sotto forma di *platistima mioide*, che si estende su una parte del petto e della faccia, (v. muscoli mimici).

II. Muscoli dello scheletro.

Muscoli parietali.

Nella loro forma più semplice, stanno ai due lati del corpo, distinti in due metà, dorsale e ventrale. La prima si avvanza anteriormente fino all'occipite, l'altra fino al cinto toracico o anche alla mandibola (1). Entrambe s'incontrano sulla linea mediana laterale, dorsale

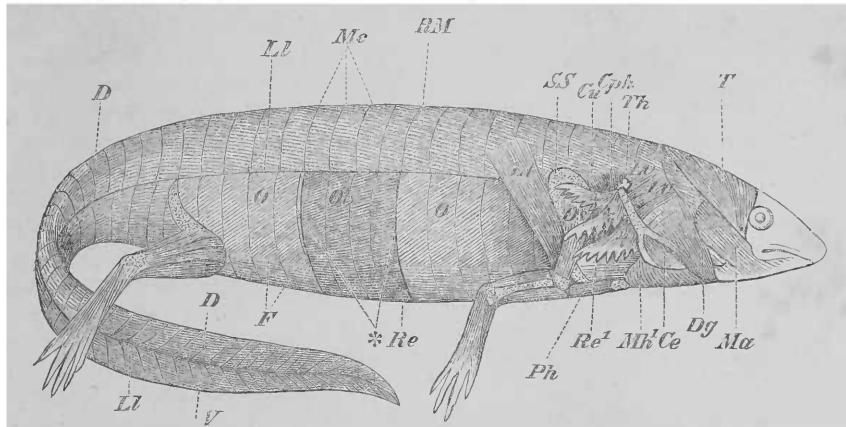


Fig. 124. — Muscolatura completa del *Sirodon pisciformis*. Ll linea laterale, D, V Metà dorsale e ventrale dei muscoli caudali, RM Metà dorsale della muscolatura laterale del tronco (muscoli dorsali), O Strato esterno del muscolo obliquo esterno dell'addome, partecate dalla linea laterale e dirigenzenti alla faccia F. R. * L'è esportata una porzione, in cui si vede il secondo strato Ob di questo muscolo. Il decorso obliquo delle sue fibre passa a retto in Re (differenziamento incipiente del *Rectus abdominis*). In Re¹ si vede il sistema del retto decorrere allo scheletro viscerale. Mc Miocommi della parte dorsale dei muscoli laterali. T Temporale, Ma Massetere, Dy Digastrico della mandibola, Mb¹ Miloioideo (porzione posteriore), Ce Chondroepithelium esterno, Lv Elevatore degli archi branchiali, ††† Elevatore delle branchie, Cph Origine cervicale del costrittore della faringe, Th Glandola timo, Lt Latissimo del dorso, Ds Muscolo dorsale della scapola, Cu Cucullare, SS Soprascapula, Ph Procoraco omerale.

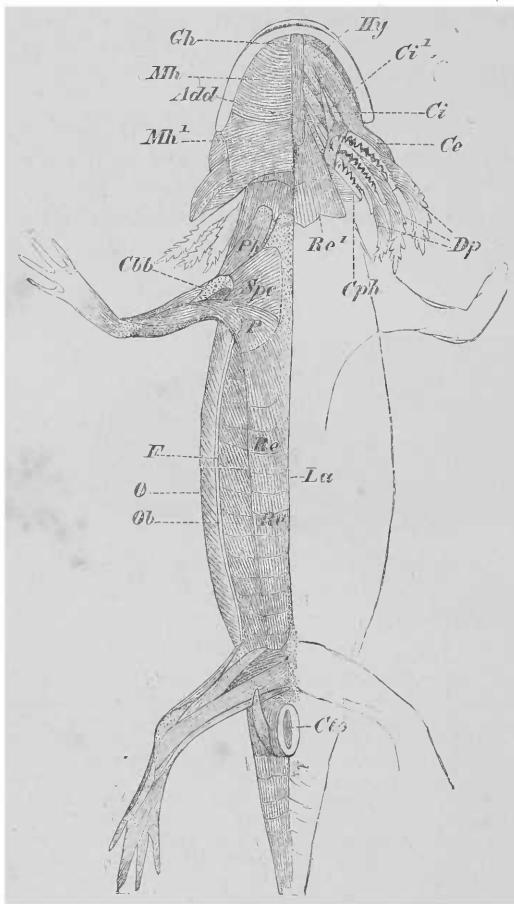
e ventrale, e son composte di molte porzioni muscolari (*miomeri o somiti*), limitate da tessuto connettivo (*miocommi*), e disposte in ordine segmentale, che si estendono, rastremandosi, fino alla coda (fig. 124, 125).

(1) L'*Amphioxus* non possiede alcuna linea laterale, e la metà dorsale e ventrale dei suoi muscoli laterali è ininterrotta.

Questo originario carattere metamerico dei muscoli parietali forma una nota caratteristica di tutti i vertebrati, e sta in corrispondenza con la segmentazione dello scheletro assiale e dei nervi spinali, in modo che ogni miomere corrisponde solitamente a una vertebra e a un paio di nervi spinali.

Pesci, dipnoi e anfibi.

Vi sono disposizioni ancor molto primitive: tuttavia, nei pesci v'è già una differenziazione di diversi complessi muscolari sulla parte centrale del corpo, detti muscoli retti e obliqui dell'addome. Invece la metà dorsale dei muscoli parietali ha un carattere più conservativo o primitivo della



ventrale in tutta la serie dei vertebrati, spiegabile con ciò che la metà ventrale circonda la cavità del corpo, d'assai variabile volume.

Tale differenziamento è ancor più progredito in alcuni dipnoi e specialmente negli anfibi urodeli, nei quali ci sono 4 fasci o strati nella muscolatura ventrale; e nei tipi superiori, quale la salamandra adulta e i tritoni, il retto dell'addome a destra e a sinistra della linea mediana è chiaramente differenziato (fig. 125 Re).

Lo strato esterno del sistema laterale dei muscoli ventrali dell'axolotl e delle larve di salamandra è privo di segmenti e par che ciò s'erediti senz'altro nelle forme superiori, ove si distin-

Fig. 125. — Muscolatura completa del *Siredon pisciformis* dal lato ventrale. O Strato esterno

dell'obliquo esterno, che si connette alla fascia in F; Ob Secondo strato di questo muscolo, Re Retto dell'addome, congiungentesi in Re' alla muscolatura viscerale (sterno-ioideo) e in P al gran pettorale, Mb Mb' Porzione anteriore e posteriore del milioioideo, che è tagliato trasversalmente sulla linea mediana, ove si vede la speciale muscolatura viscerale. Ce, Ci Cheratoioideo esterno e interno. Il primo si fissa all'ioide Hy, Add Adduttore degli archi branchiali, C Costrittore degli stessi, Cph Porzione del costrittore della faringe spiccantesi dagli archi posteriori, Dp Depressori delle branchie, Gh Genioioideo, Ph Procoraco-omerale, Spc Sopracoracoide, Cbb Coracobrachiale breve, Clo Cloaca, Lu Linea alba addominale.

guono, a seconda del loro decorso, in *obliquo esterno, interno e trasverso dell'addome* (fig. 124, *O, Ob*).

In questa sempre progrediente formazione di nuovi e sempre più individualizzati muscoli e gruppi di muscoli, hanno gran parte le varie modalità di respirazione e locomozione.

Mentre il muscolo ventrale esterno e interno va dal capo al bacino, (quest'ultimo, anzi, si continua direttamente nella muscolatura ventrale della coda), il trasverso cessa nella regione cardiaca e sta in istretta unione con la fascia trasversa che riveste la cavità del corpo e rispettivamente col peritoneo, alla cui superficie esterna è posta, disposizione che si osserva, dagli urodéli in su, in tutti i vertebrati.

In contrapposizione alla testè descritta disposizione degli urodéli, sta il sistema muscolare degli anuri, in quanto che essi hanno solo *due* strati di muscoli ventrali laterali, e i caratteri metamerici, che ancor si riscontrano nel periodo larvale, si perdono sempre più in seguito.

Rettili.

I muscoli parietali raggiungono un altissimo grado di sviluppo. È normale in essi una configurazione più fina dello scheletro, che si esplica specialmente nelle coste e nel cinto toracico. Il principio impellente di tal modificazione sta nel modificato modo di respirazione (ritmico), derivante dai polmoni sempre più sviluppati.

Nei rettili è sempre più chiara una divisione in *torace e addome* e sono più che mai sviluppati i *muscoli intercostali esterni e interni*. Nella regione lombare, in cui le coste si svincolano sempre più dalla muscolatura interposta, questa perde il suo carattere segmentato e intercostale, e forma una larga massa compatta, situata fra le ultime coste e il bacino, come il *quadrato* dei lombi che sta lungo la colonna vertebrale.

Il *retto dell'addome*, sempre ben sviluppato, si divide da ogni parte in tre porzioni, cioè in una parte *ventrale, interna* (suddivisione della precedente) e *laterale*.

Mentre nella metà dorsale dei muscoli laterali degli urodéli non v'è ancora un notevole processo di differenziamento, tale processo si nota in alto grado nei rettili. In essi si distingue un muscolo *lunghissimo, ileocostale*, dei muscoli *interspinali, semispinali, moltifidi, splenii, elevatori* delle coste insieme agli *scaleni* che appartengono a quest'ultimo gruppo.

Fatta astrazione della regione cloacale, e della radice della coda, ove può aver luogo la presenza di nuovi muscoli (*Ilio-Ischio-Pubi-Lumbocaudati*), cioè di elevatori, piegatori ed adduttori della coda e di muscoli *anali e genitali*, il resto della muscolatura caudale conserva il suo tipo primitivo o atavico.

Uccelli.

In questi animali il carattere originario della muscolatura del tronco è ancor più ridotto che nei rettili. Ciò dipende, anzitutto, dall'eccessivo sviluppo dei muscoli delle estremità anteriori e in primo luogo del

gran pettorale, e dall'allungamento sempre maggiore dello sterno verso la parte posteriore del corpo.

Siccome poi le ultime coste del bacino sono tra di loro assai avvicinate, lo spazio destinato ai muscoli laterali del ventre è assai limitato.

I muscoli *obliquo esterno e interno* dell'addome si trovano ancora negli uccelli, ma sono poco sviluppati e specialmente è ridotto l'interno che sembra tendere a una vera atrofia. Nella regione ventrale non si trova più alcuna traccia del *trasverso*; invece vi è da ogni lato un *muscolo retto* pari e privo di segmenti. Questo muscolo e i muscoli obliqui dell'addome, servono all'elevamento delle coste quali potenti ispiratori e compressorî della cavità addominale.

Gli intercostali esterni ed interni sono fortemente impiantati, e per la prima volta appare alla superficie interna dell'estremità sternale delle coste un *triangolo dello sterno*, che è l'ultimo resto del *trasverso*.

La parte dorsale della muscolatura è poco sviluppata sul tronco e molto, invece, sul collo.

Negli uccelli questo insieme di muscoli sembra destinato a dare una grande potenza allo sviluppatissimo sistema respiratorio, che profondamente impronta il tipo dell'intero organismo e, inoltre, all'apparato del volo, e in ciò sta una differenza essenziale col sistema muscolare dei rettili (vedi il capitolo sull'apparecchio respiratorio degli uccelli).

Mammiferi.

Vi sono sempre tre muscoli laterali dell'addome, cioè *l'obliquo esterno, l'interno e il trasverso*; fuorchè nella *Tupata*, essi sono affatto asegmentati e costituiscono una larga piastra muscolare unica. Verso la linea mediana ventrale essi si sfilano in forti aponeurosi, che avvolgono il *muscolo retto dell'addome*.

Quest'ultimo è semplice da entrambe le parti e possiede un numero variabile di *miocomimi*; esso non si fonde più, come accade negli urodoli, ai muscoli assiali del collo originariamente appartenenti allo stesso sistema (*sterno-ioideo, sterno-tiroideo*, ecc.), ma fra di essi arriva allo sterno, disposizione che si osserva già nei sauropsidi.

Al lato ventrale del retto dell'addome si nota nei monotremi e marsupiali il forte *muscolo piramidale*. Esso parte dal margine interno delle ossa marsupiali, ha un importante rapporto col marsupio e può raggiungere lo sterno. Con la perdita delle ossa marsupiali il muscolo piramidale subisce nei mammiferi superiori una riduzione o anche interamente scompare. Però, se ne vedono ancora tracce fin nei primati disposte simmetricamente lungo il ramo orizzontale del pube, a destra e a sinistra della linea mediana.

Come nei sauropsidi, troviamo nei mammiferi un muscolo obliquo esterno e interno dell'addome nella regione del torace, sotto forma di muscoli intercostali esterni ed interni.

Ciò che sopra ho detto riguardo al differenziamento della parte dorsale dei muscoli del tronco nei rettili, vale essenzialmente anche per i mammiferi.

Muscoli viscerali.

Essi si dipartono, come vedemmo, dalle piastre laterali (Van Wijhe) e possono chiamarsi muscoli dello scheletro viscerale (*muscoli delle branchie e della mandibola*) (1). Fondandosi sulla diversità dei muscoli parietali e viscerale, si possono notare anche speciali disposizioni dei nervi cranici in contrapposto a quelle dei nervi spinali.

Pesci.

All'infuori dei ciclostomi, che in relazione al loro speciale scheletro craniale (apparecchio succhiatore) e alla gabbia branchiale, posseggono una speciale disposizione nella muscolatura cranio-viscerale, può, invece, la muscolatura considerarsi nei selaci da un unico punto di vista. Essa si divide nei seguenti 4 gruppi o sistemi:

- 1) Muscoli anellari superficiali.
- 2) Muscoli interarchici superiori.
- 3) Flessore medio degli archi.
- 4) Muscoli longitudinali ventrali.

Questi ultimi formano un contrapposto ai primi, che, invece, sono strettamente fra loro collegati.

Il muscolo anellare superficiale, sotto la innervazione del vago, glossofaringeo, facciale e trigemino (ramo III), opera come *costrittore*, ossia restringe la cavità branchio-boccale, chiude le fessure branchiali ed eleva l'intero scheletro viscerale insieme al fondo della cavità branchio-boccale. Esso è diviso in quattro suddivisioni.

I muscoli flessori superiore e mediano cadono per la maggior parte sotto il dominio del vago e del glosso-faringeo, e servono essenzialmente da *adduttori degli archi branchiali*, cioè avvicinano tra di loro gli archi branchiali.

La muscolatura longitudinale ventrale cade sotto il dominio del primo e secondo nervo spinale ed è una diretta continuazione del segmento ventrale della muscolatura del tronco, e quindi deve essere compresa insieme, nei pesci, col sistema dei muscoli retti ancora latenti. La muscolatura longitudinale ventrale possiede, come i muscoli retti, dei miocommi, e si estende dal margine anteriore del cinto toracico fino alla mandibola o solo all'arco dell'ioide (*muscolo coraco-mandibolare e coraco-ioideo*).

Da questo schizzo dei muscoli cranio-viscerali si allontanano abbastanza i ganoidi e i teleostei, e non si vede un diretto nesso coi selaci. La diversità sta specialmente nei diversissimi rapporti dello scheletro, e in ciò anche i ganoidi son chiaramente distinti dai teleostei. In questi si distingue: 1.° la muscolatura della mandibola, 2.° dei muscoli posti all'estremità dorsale degli archi viscerali, 3.° dei muscoli posti all'estremità ventrale.

(1) Bisogna qui notare che alcuni muscoli dell'apparecchio branco-ioideo prendono origine dai somiti, e quindi, come ho già notato, devono considerarsi come muscoli parietali.

In essi l'unico rappresentante del sistema ventrale di muscoli longitudinali, è lo sterno-ioideo.

I tre suddetti gruppi si dividono in sotto gruppi che qui non possiamo seguire in tutte le loro peculiarità.

Anfibi.

Bisogna notare a priori che la muscolatura dello scheletro viscerale degli anfibi branchiati è assai più sviluppata di quelli degli anfibi polmonati. Si tratta di disposizioni più primitive, ristrette alle forme inferiori e che si modificano o regrediscono nelle superiori.

Tra le due metà della mandibola è posto, come ultimo resto del muscolo costrittore dei pesci, un muscolo striato (*M. milo-ioideo*), sotto il dominio del terzo trigemino e del facciale. Esso, come elevatore del fondo della bocca, sta in istretto rapporto con le funzioni della deglutizione e della respirazione, e si continua in tutta la serie dei vertebrati fino all'uomo (fig. 124, 125, *Mh*, *Mh*¹).

Sopra il milo-ioideo, ossia al suo lato dorsale, sta la continuazione della muscolatura del tronco coi suoi miocommi, cioè l'*omo-ioideo*, lo *sterno-ioideo* e il *genio-ioideo* (fig. 125 *Re*¹, *Gh*). Anche questi muscoli, che fungono da abduttori e adduttori dello scheletro viscerale, sono innervati dal primo e secondo spinale.

Al contrario dei pesci, gli anfibi presentano il differenziamento d'una speciale muscolatura della lingua, cioè sono forniti di un *io-glosso* e *genio-glosso*: però, anche questi devono considerarsi derivati dall'estremità anteriore della muscolatura ventrale (Wiedersheim), e procedono dagli anfibi a tutti gli altri vertebrati. Essi sono innervati dall'*ipoglosso*, vale a dire dal primo nervo spinale.

Quanto ai muscoli dell'ioide e degli archi branchiali, essi si dividono, nei perennibranchi e nelle larve di salamandra, in un gruppo dorsale e ventrale, analogamente a quanto avviene nei pesci; invece, nelle salamandre adulte e negli anuri scompare il gruppo dorsale e persiste solo il ventrale. Servono all'elevamento ed abbassamento, oppure all'avanzamento ed alla retrazione degli archi branchiali. Vi sono anche i costrittori della faringe, e, negli animali branchiati, gli elevatori, i depressori e gli adduttori dei ciuffi branchiali (fig. 124, 125). Essi sono innervati dal *vago* e dal *glosso-faringeo*.

I muscoli delle mascelle si dividono in un depressore (*digastrico* o biventrale della mandibola, fig. 124. *Dg*), innervato dal facciale, e in parecchi elevatori della mandibola innervati dal terzo trigemino (*massetere*, *temporale* e *plerigoideo*, fig. 124. *Ma*, *T*). Tutti questi muscoli, che si possono ricondurre all'adduttore della mandibola dei selaci e dei ganoidi, si inseriscono sul cranio e precisamente nella regione della capsula uditiva.

Amnioti.

Semplificandosi lo scheletro viscerale, gli amnioti presentano una notevole riduzione della relativa muscolatura. Naturalmente, mancano tutti i muscoli branchiali, e la muscolatura ventrale, come già notammo,

è anteriormente interrotta dallo sterno o dal cinto toracico. Però, anche qui osserviamo sul collo e sul fondo della cavità boccale i già noti muscoli che vedemmo negli anfibi, cioè il *milo-ioideo*, lo *sterno-ioideo*, l'*omo-ioideo* e il *genio-ioideo*, l'*io-glossso* e il *genio-glossso*. V'è, inoltre, un muscolo *sterno-tiroideo*, e, sulla sua continuazione, un muscolo *tiro-ioideo*.

I muscoli *stilo-ioidei*, *stilo-glosssi* e *stilo-faringei*, soggetti a molte variazioni, e che partono dal processo stilo-ioideo e dal legamento stilo-ioideo, costituiscono un nuovo acquisto dei mammiferi. Essi stanno in parte nel territorio del facciale, in parte in quello del glossso-faringeo, e fungono da retrattori della lingua e da elevatori della faringe e dell'ioide.

I muscoli della mascella sono come negli anfibi, però si differenziano assai più (specialmente i pterigoidei), e son molto sviluppati. Negli uccelli e nei rettili possono trovarsi divisioni secondarie, p. es. nel muscolo temporale,

Muscoli ~~minori~~

mimici

Della muscolatura mimica trovansi già tracce nei vertebrati inferiori; essa, però, raggiunge il suo pieno sviluppo solo nei mammiferi. Ciò vale specialmente pei primati, cosicchè si può dire ch'essa va di pari passo (innervata dal facciale) con lo sviluppo del cervello e delle facoltà psichiche.

Quanto alla sua filogenia, ecco quanto si può dire. La circostanza che tutto questo territorio muscolare è innervato dal nervo facciale, lascia pensare che i muscoli dipendenti da tale nervo, e originariamente estranei alla faccia, siano venuti a farne parte innalzandosi dalla regione nucale e mandibolare, ove entrarono in istretta connessione con le parti molli che circondano l'apertura boccale e uditiva, ossia con le formazioni secondarie delle labbra e del padiglione delle orecchie (1).

Da questi due punti tali muscoli si estendono più in là, e assumono nuovi rapporti coll'occhio, colle aperture nasali, colla regione frontale e temporale (fig. 126, 127).

La regione parietale vien raggiunta contemporaneamente da due parti, cioè dalla parte fronto-temporale e dalla parte occipitale. Questa doppia via, il cui limite di demarcazione è formato dalla regione auricolare, è segnata dalla divisione in due rami (anteriore e posteriore, ossia preauricolare e postauricolare) del nervo facciale subito dopo la sua uscita dal cranio. Entrambi i gruppi muscolari sono strettamente uniti sotto l'orecchia, e solo più in alto, prendendo nuove inserzioni sullo scheletro cefalico che sempre più si sviluppa, venendo, cioè, in rapporto con nuove parti, divengono indipendenti. Qua e là, per aberrazione

(1) I muscoli auricolari *transverso* e *obliquo* che stanno sulla superficie posteriore mediana del padiglione dell'orecchia, appartengono al sistema del *M. auricolo-occipitale*, ossia *auricolare posteriore*, mentre il *muscolo trago-antitragico* deve considerarsi come una propagine dell'*auricolo-labiale inferiore*. I *muscoli dell'elice*, finalmente, compreso il *piramidale (trago-elicino)* appartengono al sistema del *muscolo auricolo-labiale superiore*.

di alcune porzioni muscolari, hanno luogo delle neoformazioni a strati, con aumento della loro azione (Ruge).

In tal modo il *platysma mioides* (*M. sottocutaneo del collo*) appare il punto di partenza dei muscoli facciali; esso è il resto conservato d'una muscolatura che si continua sul capo, e che si mantiene inalterata sul collo (Gegenbaur).

La miglior prova sta nella circostanza che il platysma dell'uomo

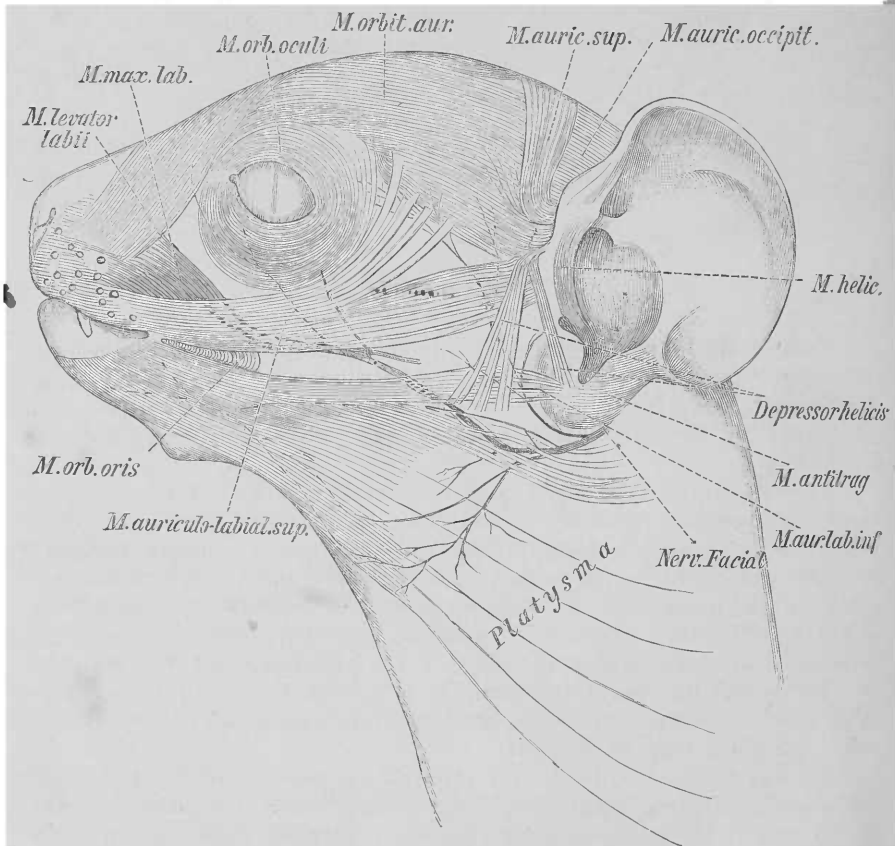


Fig. 126. — Muscoli e nervi della faccia del *Propithecus* (da RUGE). Strato esterno con le diramazioni del facciale. I nomi dei singoli muscoli sono indicati nella figura.

qua e là entra in connessione col zigomatico inferiore, coll'orbicolare dell'occhio, coll'auricolare anteriore e col trasverso della nuca.

È interessante vedere come, allato alla origine di nuovi muscoli indipendenti, vi siano delle trasformazioni nei muscoli del viso, che finiscono con la più o meno completa regressione.

In quest'ultimo caso troviamo delle formazioni tendinee o membranose, cioè delle *fasce* nelle relative regioni, o anche v'è una totale scomparsa. Così al posto dell'*auricolo (temporo-labiale)* dei prosimii, l'uomo ha la fascia temporale superficiale, e al posto dello *sfintere*

del collo la fascia parotideo-masseterica. Gran parte della *galea aponeurotica* dell'uomo consta dei fasci, trasformati in tendini, del muscolo occipitale (Ruge).

Finora discorremmo solo del platisma mioide e dei suoi derivati; ma nei prosimii v'è anche un secondo più profondo sistema muscolare del collo, sotto il primo, cioè lo *sfintere del collo*; da esso derivano i seguenti muscoli dell'osso: *sfintere della bocca, depressore del tarso,*

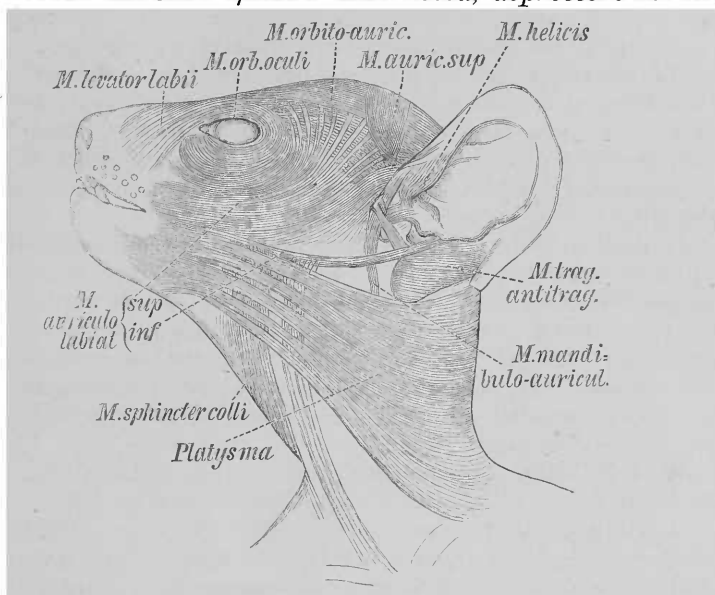


Fig. 127. — *Muscolatura superficiale della faccia del Lepilemur mustelinus* (da RUGE). Lo strato profondo si vede nel collo. I nomi dei muscoli sono indicati nella figura.

canino (elevatore dell'angolo della bocca nell'uomo), *labbio-mascellare*, (elevatore del labbro), *buccinatore*, e i muscoli del naso.

Vediamo, dunque, che i derivati del platisma mioide e dello sfintere del collo si aggruppano specialmente intorno agli apparati sensorii, fungendo da apritori e chiuditori, e, nella regione labbiale, da apparecchi per la prensione dell'alimento.

Col loro differenziamento procede di mano in mano una ramificazione del plesso facciale, che si estende. Quanto alla disposizione delle sue fibre, v. cap. sui nervi cerebrali.

MUSCOLI DELLE ESTREMITÀ.

Come altrove, val qui la legge che solo con la considerazione delle omologie delle parti scheletriche, dei rapporti di posizione con le vicine parti molli e coi nervi (1), si può ottenere qualche soddisfacente risultato per riguardo alla miologia comparata.

(1) Interessantissimi sono i muscoli con doppia innervazione, estesamente descritti da GADOW. Essi si moltiplicano dividendosi, e perciò devono considerarsi come forme assai primitive, rappresentanti filogeneticamente stadii inferiori.

Pur troppo, però, i lavori sulla muscolatura delle estremità non bastano ancora a darci un concetto completo, onde dobbiamo limitarci a uno schizzo sui tratti generali.

Nella sua forma più primitiva, cioè nella muscolatura delle estremità (ancora assai semplici) dei pesci e dipnoi, tutto ci conduce ad ammetterla come derivata dai muscoli parietali, e ciò è confermato anche dallo sviluppo dei selaci.

Nei pesci, e ancor più nei dipnoi, e ciò vale in generale per tutti i vertebrati, la muscolatura delle estremità si può dividere in due sezioni. L'una comprende la muscolatura laterale del tronco, e precisamente parte della metà dorsale e parte della metà ventrale di quella che sta sul cingolo toracico e addominale, l'altra sta proprio sull'estremità libera. Nei pesci e dipnoi la parte libera è costituita dagli elevatori, adduttori e depressori delle pinne, distinti in vari strati superficiali e profondi.

Ma negli anfibi i rapporti si complicano assai in corrispondenza alla trasformazione delle pinne in organi camminatori, ossia in leve a più bracci. Vi sono, cioè, elevatori, depressori, adduttori, retrattori, estensori e rotatori dei cingoli; ad essi si uniscono gli estensori e i flessori delle estremità libere, divisi in quelli del braccio e della coscia, dell'antibraccio e della gamba, della mano, del piede e delle dita. In breve, il numero dei muscoli cresce continuamente dagli urodéli ai rettili, agli uccelli ed ai mammiferi (1).

Essi influiscono sulla conformazione dello scheletro, e massime su quello della faccia, della scapola, del bacino e del tarso.

I più importanti muscoli della spalla, che nelle forme superiori hanno un' inserzione sempre più larga sul tronco, sono il cucullare, lo sterno-cleido-mastoideo con esso morfologicamente connesso, i romboidei e l'elevatore della scapola. V'è anche un rotatore, un abduttore e un adduttore della scapola. Come loro antagonisti, funzionano il muscolo serrato anteriore maggiore e il piccolo pettorale.

Nel bacino, assai meno mobile della spalla, non vi è sempre una completa omologia col cingolo superiore; in molti punti i rapporti sono diversi. Invece, si assomigliano molto le muscolature delle estremità libere anteriore posteriore.

Vi sono pronatori e supinatori del braccio e della coscia e nella parte mediana forti adduttori. In corrispondenza alla diversa posizione degli angoli del gomito e dei ginocchi, gli estensori dell'estremità anteriore stanno alla parte posteriore e quelli dell'estremità posteriore alla parte anteriore; ed ugualmente disposti sono i flessori. Indi derivano i pronatori meglio distinti nell'estremità anteriore che nella

(1) I muscoli della spalla e del braccio degli uccelli hanno punti di contatto con quelli dei coccodrilli, dei saurii ed in parte anche dei chelonii. Il più alto grado di differenziazione sta in uno straordinario sviluppo di quei muscoli che determinano le escursioni principali delle ali. A motivo di questa disposizione anche i muscoli relativi alle vicine parti dello scheletro si sono estesi, onde gli allungamenti, le trasposizioni e gli incrociamenti dei muscoli dorsali e ventrali. In molti casi il sistema scheletrico non basta all'inserzione delle formazioni muscolari, onde vi si aggiungono appendici connessive (membrane del volo) ad aumentare la superficie d'inserzione (FÜRBRINGER).

posteriore. I supinatori derivano dagli estensori. (Confronta sistema nervoso).

Dove avviene un processo di regressione nello scheletro, avviene anche una regressione nei relativi muscoli. Negli scincoidi riducendosi lo scheletro delle estremità, si riduce anche la muscolatura in direzione distale-proximale.

Diaframma.

Le prime tracce d'una parete di divisione muscolare tra la cavità pettorale e l'addominale le troviamo negli urodéli. In essi vediamo l'estremità anteriore del muscolo trasverso dell'addome avanzarsi tra il pericardio e il fegato con alcune fibre anellari o semi-anellari.

Nei cheloní e specialmente nei coccodrilli e negli uccelli (1), ove i fasci muscolari provengono in parte dalla colonna vertebrale, in parte dalle coste, l'abbozzo del diaframma è già assai chiaro, solo la separazione delle due cavità non è completa come avviene nel cuore degli uccelli. Appena nei mammiferi vi è un diaframma completamente chiuso e forma di cupola che prende inserzione alla colonna vertebrale, alle coste e allo sterno, e, come importante muscolo respiratorio, permetta un allungamento del cavo toracico in direzione sagittale. Esso riceve la sua innervazione dal nervo frenico derivante dal plesso cervicale, e nasce da due parti indipendenti tra di loro, una pericardica o sternale e una pleurale o dorsale. La prima è fibrosa, filogeneticamente più giovane e forma il centro tendineo in cui confluiscono i muscoli della parete del corpo (confronta il pericardio). Per il suo intero processo la formazione del diaframma a poco a poco produce la progressiva distinzione dei tre spazi originariamente comuni, cioè il cavo addominale, il cavo pleurale e il cavo pericardico.

Bibliografia.

- Bardleben C.** *Muskeln und Fascie* Jen. Zeitschr. Vol. XV, N. S. \ III.
Dugès A. *Réch. sur l'ostéologie et la myologie des batraciens à leurs différents âges.* Paris, 1834.
Ecker A. e Wiedersheim R. *Die Anatomie des Frosches.* Braunschweig, 1864-82.
Fürbringer M. *Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern.* Leipzig, 1870.
Idem. *Zur vergl. Anat. der Schultermuskeln.* p. 1.^a e 2.^a Jen. Zeitschr. Vol. VII e VIII, 3.^a p. nel Morph. Jahrbuch.
Gadow H. *Ueber die Bauchmuskeln der Krokodile, Eidechsen und Schildkröten.* Morph. Jahrb. Vol. VII, 1881.
Henle J. *Handbuch der systematische Anatomie des Menschen* Braunschweig, 1868.
Humphry. Vedi i suoi numerosi lavori nel Journal of Anatomy and Physiology. Vol. III e VI.
-

(1) È assai desiderabile un nuovo studio su queste disposizioni nei sauropsidi, ove vi è ancora molto d'oscuro.

- Leche W. *Zur Anat. der Beckenregion bei Insectivora*, ecc. K. Schwed Acad. d. Wiss. Vol. XX, N.º 4, 1882.
- Müller J. *Vergl. Anat. d. Myxinoiden*, Berlin, 1834-45.
- Ruge G. *Unters. über die Gesichtsmusculatur der Primaten*. Leipzig, 1887.
- Schneider A. *Beitr. z. vergl. Anat. u. Entw.-Gesch. der Wirbelthiere*, Berlin, 1879.
- Testut L. *Les anomalies musculaires chez l'homme expliquées par l'anatomie comparée*, ecc. Paris, 1884.
- Vetter B. *Unters. z. vergl. Anat. der Kiemen- und Kiefern-musculatur der Fische*. Jen. Zeitschr. Vol. VIII e XII, N. J. Vol. I.
- Van Vijhe J. W. *Ueber die Mesodemsegmente und die Entwicklung der Nerven des Selachierkopfes*. Verhandl. der K. Acad. der Wissensch. zu Amsterdam, 1883.
- Cadiat M. *Du développement de la partie cephalothoracique de l'embryon, de la formation du diaphragma, des pleures, du péricarde, du pharynx, et de l'oesophage*. Journ. de l'anat. et physiol. Vol. XIV, 1878. (V. per il diaframma).
- His W. *Mittheil. zur Embryologie der Säugethiere und des Menschen*. Arch. f. Anat. und Physiol., Anat. Abth. 1881.
- Uskow N. *Ueber die Entwicklung des Zwerchfells, des Pericardiums und des Coeloms*, Arch. f. mikr. Anat. Vol. XXII, 1883.

D. Organi elettrici.

In alcuni pesci si trovano degli organi elettrici, e sono specialmente sviluppati in una raia (*Torpedo marmorata*) dei mari meridionali, in un'anguilla del Sud-America (*Gymnotus electricus*) e in un siluroide africano (*Malapterurus electricus*). Il gimnoto possiede i più potenti organi elettrici e vengono in seguito il malapteruro e la torpedine. Le batterie elettriche di questi tre pesci stanno in diverse parti del corpo; nella torpedine hanno la forma di una larga massa che percorre trasversalmente tutto il corpo ai lati del capo tra i sacchi branchiali e il propterigio (fig. 128 *E*); nel gimnoto sta nella parte ventrale della lunghissima coda (fig. 129-130 *E*); ossia nel luogo in cui solitamente si trovano le metà ventrali del grande muscolo laterale. Nel malapteruro, finalmente, questi organi si trovano alla circonferenza del corpo, si estendono tra la pelle e i muscoli in modo da coprire come un mantello l'intero pesce.

Alcuni pesci, già detti pseudoelettrici, danno scosse assai più deboli: però, la loro forza elettrica fu positivamente accertata con l'esperienza. Appartengono ad essi tutte le razze, ad eccezione della torpedine, diverse specie di *Mormyrus* e il *Gymnarchus* (1). In tutte queste specie gli organi elettrici stanno ai lati della coda ordinati in modo che la stratificazione metamERICA degli elementi muscolari anteriori coincide con essi, cosicchè nei mormiridi vi sono da ogni lato due serie di organi elettrici, una superiore e una inferiore.

(1) Secondo FRITSCH, gli organi elettrici del *Gymnarchus* sono istologicamente più bassi di quelli delle *Rajae*, e verisimilmente non sono volontari; forse si tratta di reti mirabili e non di organi elettrici.

Gli apparati elettrici dei nominati pesci devono considerarsi, tanto anatomicamente che geneticamente, sotto un unico punto di vista. Tutti devono essere ritenuti come fibre muscolari trasformate, e i relativi nervi come omologhi alle piastre motorie terminali, come quelle dei muscoli.

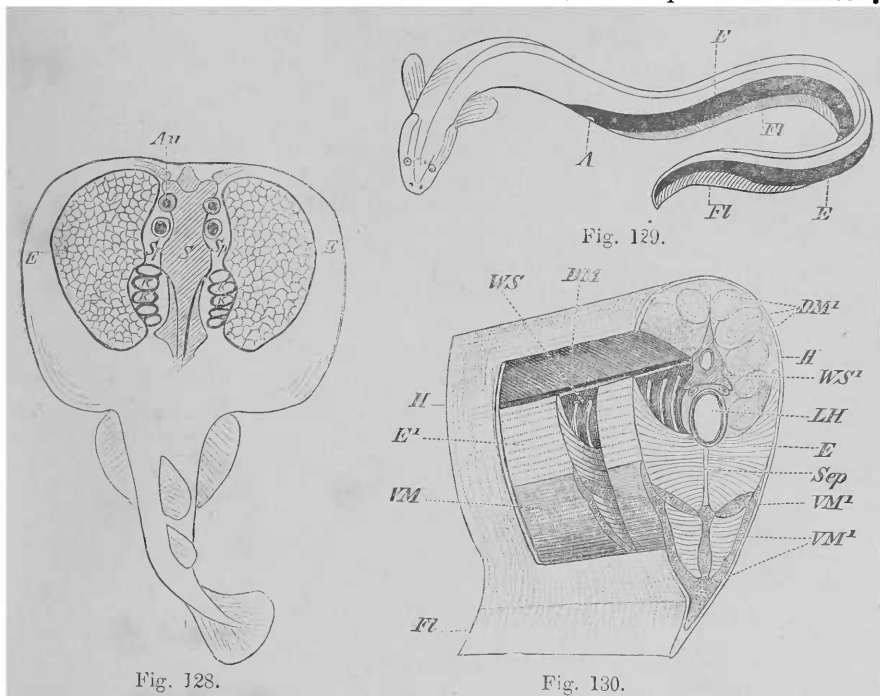


Fig. 128. — *Torpedo marmorata* con l'organo elettrico *E*. *S* Cranio, *Sp* Spiracolo, *KK* Branchie, *Au* Occhi.

Fig. 129, 130. — Organo elettrico del *Gymnotus electricus*. *A* longitudinalmente, *B* in sezione trasversale. *H* Pelle, *Fl* Pinne, *DM*, *DM'* Metà dorsale dei muscoli laterali, visibili in sezione trasversale e longitudinale, *VM*, *VM'* metà ventrale di esse, *E'*, Organo elettrico in sezione trasversale e visto lateralmente, *WS*, *WS'* Colonna vertebrale, lateralmente e in sezione, coi nervi spinali uscenti, *LH* Cavità del corpo, *Sep* Setto sagittale fibroso, che divide l'organo elettrico e la muscolatura ventrale in due metà eguali, *A* Ano.

Con ciò si spiega la loro classificazione nel capitolo relativo al sistema muscolare (1). In tutti questi organi elettrici troviamo un' eguale struttura. L'impalcatura è fatta da tessuto fibroso, disposto a compartimenti longitudinali e trasversali che limitano migliaia di celle poligonali o arrotondate. Essendo esse distribuite in serie lungo l'asse longitudinale del corpo (gimnoto e malapteruro) o in direzione dorso-ventrale (torpedine), ne risultano lunghe colonne prismatiche (fig. 131).

Il tessuto connettivo, che sta tra le pile, è percorso da numerosi vasi e nervi; questi ultimi sono rinchiusi in grossissime guaine e hanno

(1) Questo modo di vedere si contrappone recisamente a quello di FRITSCH, secondo cui gli organi elettrici del malapteruro non deriverebbero dal tessuto muscolare ma da elementi glandolari trasformati.

differenti origini a seconda della specie. Nella torpedine derivano dal *lobo elettrico* che sta vicino al cervello posteriore, e un solo ramo deriva dal *trigeminio*; in tutti i pesci pseudo-elettrici e nel gimnoto (in cui arrivano all'organo elettrico più di 200 nervi) essi provengono dal midollo spinale e sono probabilmente in relazione con le corna anteriori del midollo assai sviluppate negli altri pesci. È notevole che i nervi elettrici del malapteruro provengono da una cellula gangliare gigante posta in vicinanza al secondo nervo cervicale, a cui segue un'enorme fibra nervosa continua che va fino all'estremità della coda, ed è involta in una densa guaina. Se ora investighiamo la fina struttura delle terminazioni nervose periferiche, siamo portati a definire quelle formazioni che si chiamano *piastre terminali* o *elettriche*.

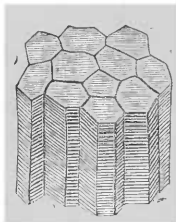


Fig. 131. — Pile elettriche della *Torpedo marmorata* (semischematico).

In tutti i pesci elettrici esse hanno una simile struttura fondamentale.

Dopo che il nervo decorrente nel setto dei compartimenti elettrici ha di mano in mano perduto la sua densa guaina in seguito a un progressivo restringimento, e dopo che ha cessato di possedere un doppio contorno, esso si gonfia a un tratto a forma di clava, e si divide in un gran numero di fibre primitive che

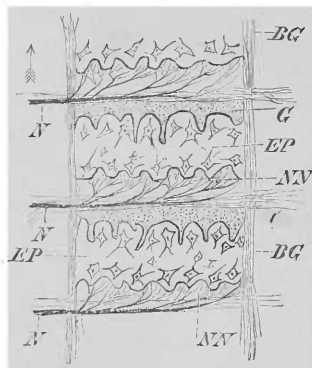


Fig. 132. — Sezione dei compartimenti elettrici. Semischematico, forse ingrandito, BG Impalcatura connettiva, EP Piastre elettriche, N Nervo che sta per entrare nei compartimenti, NN Filamenti terminali del nervo entrato dalla parte posteriore o inferiore del compartimento, G Tessuto gelatinoso. La freccia indica il lato cefalico o dorsale dell'animale.

vanno ramificandosi, senza, però, formare delle maglie chiuse, in modo che non si può chiamarle reti nervose. Nella torpedine, l'espansione nervosa sta al lato ventrale della piastra elettrica (fig. 132, EP); nel gimnoto alla parte posteriore, che guarda la coda. Nel malapteruro il nervo entra, come nel gimnoto, dal di dietro delle piastre elettriche, ma non ci si ferma; le perfora e poi si espande sulla loro faccia anteriore, dal lato che guarda il capo (1). Questa differenza deve essere notata, quale spiegazione della direzione delle scosse elettriche, di cui parleremo poi.

Le piastre elettriche sono dischi omogenei, allo stato fresco trasparente, circondati da una speciale membrana, e nel loro interno si trovano cellule stellate con lunghi processi. Le loro due superfici (fig. 132, EP) presentano dei rilievi irregolari distinti da insenature più o meno profonde, che danno all'insieme un aspetto villosa.

Dal momento che questi dischi, che, come dicemmo, devono considerarsi come trasformazioni di muscoli, sono saldamente uniti con la

(1) BABUCHIN, che poté osservare il malapteruro allo stato fresco, nega decisamente che il nervo perfori le piastre; se con ragione, lo proveranno nuove ricerche.

relativa piastra nervosa, ne risulta che la piastra elettrica non è, come si credeva, una formazione unitaria, ma derivata da due diversi elementi strutturali (muscolare e nervoso). Ogni compartimento non è completamente riempito dalla piastra, ma tra la sua superficie superiore (torpedine) o anteriore (gimnoto, malapteruro) e la parete del vicino compartimento c'è sempre uno spazio, riempito di tessuto gelatinoso e talora anche di un liquido (fig. 132, G).

Al momento della scossa il lato della piastra elettrica, in cui si trova l'espansione nervosa, è *elettronegativo*, e l'opposto è positivo, e, in causa della disposizione contraria delle parti nel gimnoto e nel malapteruro è chiaro che in questi pesci la scossa avrà luogo in direzioni opposte; nel malapteruro dal capo alla coda, nel gimnoto dalla coda al capo. Nella torpedine la scossa va dal basso all'alto.

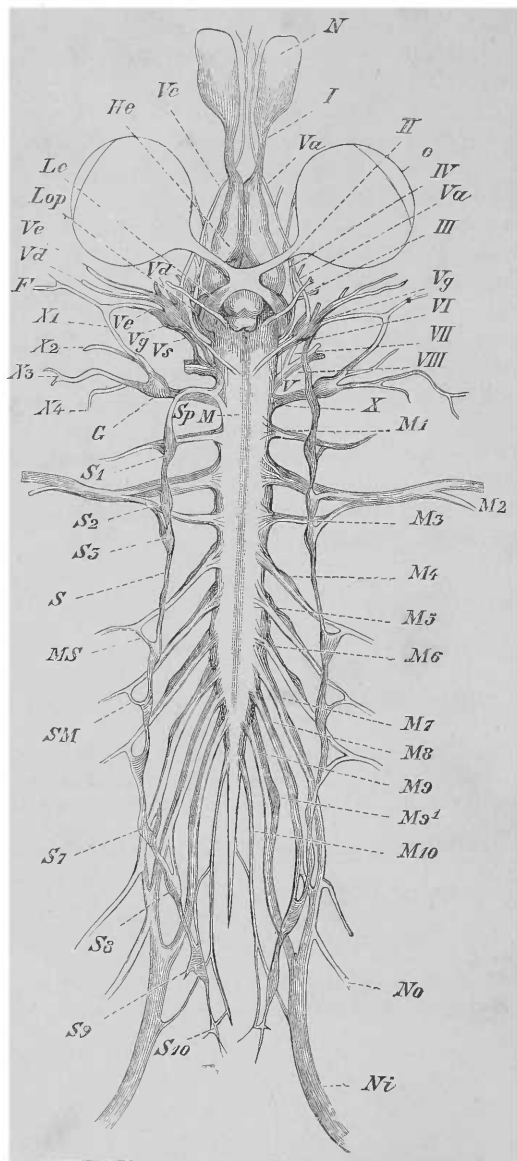
Le esperienze ci insegnano, che tutti i pesci elettrici sono immuni rispetto alle correnti elettriche; però, v'è una limitazione, poichè i muscoli e nervi separati, e anche gli stessi nervi elettrici, vengono eccitati dalla corrente. Du-Bois Reymond dice: « La più alta questione a proposito dei pesci elettrici, è quella relativa al meccanismo, mercè cui le piastre elettriche entrano in tensione passeggera. La risposta a questa domanda, sebbene probabilmente non così difficile come quella del meccanismo dell'accorciamento dei muscoli, è tuttavia ancora da risolvere ». L'unica cosa che si sa di sicuro è che le piastre diventano elettromotrici sotto l'influenza della volontà.

Bibliografia.

- Babuchin.** *Uebers. der neueren Untersuchungen über Entwicklung, ecc. der electrischen und pseudoelectrischen Organe.* Arch. f. Anat. und. Pysiol. 1876.
- Du Bois-Reymond E.** *Gesammelte Abhandl. zur allg. Muskel-und Nervenphysik.* Vol. II.
- Ecker A.** *Entwickel. der Nerven des electr. Organs von Torpedo Galvani.* Zeitschr. für wiss. Zoologie. Vol. I, 1848.
- Idem.** *Unters. zur Ichthyologie.* Freiburg, 1857.
- Fritsch G.** *Die elektr. Fische.* Parte I. *Malopterus electricus*, Leipzig, 1887. (V. anche gli altri scritti di quest'autore nella Sitz. — Berichten der Berliner Accademie degli ultimi 5 anni).
- Sachs A.** *Beobachtungen und Versuche am sudamerikanischen Zitteraate (Gymnotus electricus).* Lettere a Du Bois-Reymond, con osservazioni dello stesso. Arch. f. Anat. und Physiol. 1877.

E. Sistema nervoso.

Gli elementi fondamentali del sistema nervoso (derivante dall'ecto-



derma e che, col suo precoce apparire, dà indizio della sua alta importanza) sono di tre sorta: dapprima le cellule gangliari, in secondo luogo le fibre a doppio contorno e finalmente il neurilemma e la neuroglia che funzionano come guaina e sostanza unitiva (1). Vi sono, inoltre, degli elementi di copertura connettivi, derivanti dal mesoderma.

Il sistema nervoso si divide in centrale, periferico e simpatico. Il primo, che comprende il cervello e il midollo spinale, deriva direttamente dall'ectoderma, mentre i nervi periferici coi loro gangli si formano secondariamente. Per ultimo si forma il sistema simpatico strettamente connesso col periferico. (fig. 133).

Fig. 133. — *Sistema nervoso della rana* (A. ECKER) He Emisfero del cervello (cervello anteriore), Lop Lobi ottici (cervello mediano), Lc Tratto ottico, M Midollo spinale, M¹, M¹⁰ Nervi midollari, che hanno in SM delle connessioni a laccio con i gangli (S, S¹⁰) del simpatico (S), No Nervo otturatore, Ni Nervo ischiatico, I-X dal 1.^o al 10.^o paio di nervi cerebrali (vedi i nomi nel testo), G Ganglio del nervo vago, Vg Ganglio di Gasser, o Bulbo dell'occhio, N Sacco nasale, Va-Ve Rami del trigemino, F Nervo facciale, Vs Unione del simpatico col ganglio di Gasser, X¹-X⁴ Rami del vago. I singoli filamenti del simpatico accompagnano in direzione periferica il vago.

(1) La neuroglia che si trova assai sviluppata, tanto alla parte esterna quanto alla superficie limitante la cavità centrale del sistema nervoso, può essere figurata (cellule con prolungamenti) o anista, e per mezzo della sua struttura reticolata forma una sostanza fondamentale, in cui sono distribuiti gli elementi nervosi (neurospongio o mielospongio). Le cellule della neuroglia possono cornificarsi, e ciò è spiegabile colla loro natura ectodermica.

I. Sistema nervoso centrale.

Il sistema nervoso centrale si forma dapprincipio come un solco dorsale lungo la linea mediana, chiamato solco midollare e formato dall'introflessione della pelle. Esso è originariamente composto di cellule epiteliali isolate; solo più tardi, quando il solco, colla fusione de' suoi margini, diventa un tubo midollare, ha luogo la formazione delle fibre, in direzione centrifuga o centripeta (vie sensibili e motorie).

Fin dai primi momenti si può distinguere, per la sua maggiore estensione, un segmento anteriore o cefalico del tubo midollare, che è l'abbozzo del cervello, e un segmento posteriore assai più lungo e sottile, che dapprincipio sta in comunicazione coll'intestino posteriore per mezzo del dotto neurenterico e forma poi il midollo spinale (1).

Entrambi derivano da uno stesso abbozzo fondamentale e limitano un canale detto *canale centrale* nel midollo e *spazio ventricolare* nel cervello. Dapprima queste cavità sono assai ampie, poi si riducono (e specialmente la prima) di mano in mano che aumenta lo spessore delle pareti.

In molti vertebrati (teleostei, *Salamandra atra*, lucertola, pulcino, molti mammiferi come il topo, il cane, il bue, la pecora e l'uomo) esiste, durante il periodo embrionale, una parziale segmentazione del tubo midollare; però, siccome quest'ultimo (come ho già notato nelle considerazioni generali sulla filogenia dei vertebrati) si forma fin dal principio in un solo pezzo, non si può considerare la sua segmentazione, e quella della colonna vertebrale, come una metameria primaria, ma solo come un fenomeno secondario.

1. Midollo spinale

Mentre il midollo spinale dapprincipio è della stessa grossezza in tutto il suo decorso, col progressivo sviluppo si formano in date regioni dei rigonfiamenti; specialmente nella regione toracica e lombare, donde partono i grossi nervi delle estremità.

Dapprima è lungo quanto il tubo midollare (fig. 134, A), poi in alcuni casi si accorcia e subisce una regressione. In tali casi (primati, chiroterri, insettivori, batraci anuri) la sua estremità si sfibra in un ciuffo di filamenti nervosi, la cosiddetta *coda equina* (fig. 134, B); essa sta pur sempre nel canale vertebrale, e da essa partono i nervi sacrali (2). V'è poi un prolungamento assiale posteriore, ridotto a un sottile filo (*filo terminale*, fig. 134).

La disposizione bilaterale-simmetrica del midollo spinale, si accentua in un solco longitudinale, che decorre al suo lato dorsale e ventrale,

(1) Nei ciclostomi, teleostei e ganoidi ossei vi è un abbozzo del sistema nervoso centrale compatto e la formazione della cavità avviene più tardi. Sebbene ciò non costituisca una differenza fondamentale, tuttavia il fatto è degno di nota.

(2) Negli uccelli non v'è *coda equina*, poiché i nervi uscenti abbandonano tosto il canale. Nella regione del rigonfiamento lombare i cordoni posteriori, di cui in seguito parleremo, si staccano e così si forma il *seno romboidale sacrale*. Manca affatto il *sito terminale* o è assai ridotto.

e unendo con una linea longitudinale i punti d'uscita delle radici nervose dorsali (sensitive) e ventrali (motorie), si può dividere ciascuna

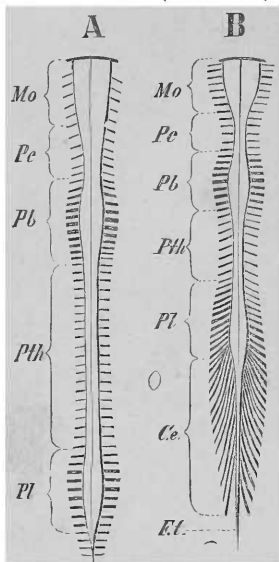


Fig. 134. — Schema del midollo coi nervi che ne escono. **A** Midollo prolungato fino alla coda. **B** Midollo che termina prima, e presenta posteriormente il filo terminale *Ft*. *Mo* Midollo allungato, *Pc* Plesso cervicale, *Pb* Plesso brachiale, *Pth* Nervi toracici, *Pl* Plesso lombosacrale. *Ce* Coda equina.

metà del midollo in tre cordoni, uno inferiore (ventrale), uno laterale, e uno superiore (dorsale). L'anatomia umana adopera i termini di cordoni anteriori, laterali e posteriori.

Istologicamente vi si distinguono due sorta di elementi; la sostanza *bianca* composta di fibre, e la *grigia*, composta di cellule gangliari multipolari. La loro disposizione varia assai nei diversi gruppi animali, e nelle diverse regioni del midollo: però, di solito la sostanza bianca è periferica, e la *grigia* centrale.

Tratteremo poi della guaina midollare.

2. Cervello.

In quella parte anteriore del tubo neurale che già assai presto raggiunge un forte spessore, si formano contemporaneamente 3 distinzioni, cioè le vescicole *anteriori*, *mediane* e *posteriori* (fig. 135, *G*, *I*, *II*, *III*).

Lo spazio racchiuso tra queste vesciche (fra loro omologhe) corrisponde, come già vedemmo, ai *ventricoli* che più tardi si formano, e sta in diretta connessione col canale centrale del midollo spinale.

Col differenziamento del cervello anteriore e posteriore, si formano 5 vescicole. Dall'avanti all'indietro, chiamansi *cervello anteriore secondario*, o cervello p. d., *cervello intermedio*, *mediano*, *posteriore secondario* e *terminale* (1) (prosencefalo, talamencefalo, mesencefalo, metencefalo, mielencefalo di Huxley). Il cervello mediano chiamasi anche regione delle 4 eminenze (espressione dell'anatomia umana), il posteriore cervelletto, il terminale midollo allungato. Quest'ultimo si forma assai presto.

Dal cervello anteriore secondario, che si divide tosto in due *emisferi*, provengono i lobi olfattorii, e ciò perchè quello è filogeneticamente, a quanto sembra, in strettissimo rapporto con gli organi olfattorii.

Siccome la parete basale di tale vescicola si addensa in un grande ganglio, che fa salienza nel lume ventricolare, si può contrapporre

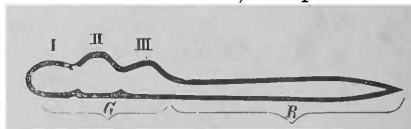


Fig. 135. — Abbozzo embrionale del sistema nervoso centrale (Schema). *G* Cervello colle sue 3 vescicole primitive *I*, *II*, *III*. *R* Midollo spinale.

(1) La vescicola secondaria posteriore e anteriore dev'essere considerata da un altro punto di vista morfologico che le omonime vescicole *primarie* o mediane. Non si tratta di relazioni omodinamiche.

questa parte della vescicola alla parte restante, che chiamasi *zona ricoprente (mantello, o pallio)* (fig. 136, *VH, Olf, Cs*).

Questa parte del cervello è chiamata a compiere le più alte funzioni nella serie animale, e perciò la posizione psichicamente più bassa o più elevata dell'individuo dipende dal maggiore o minore sviluppo e differenziamento istologico della sua zona corticale (sostanza grigia) e dal pronunciarsi di alcune inclinazioni organiche strettamente indipendenti dalla struttura anatomica.

In corrispondenza a ciò, troviamo sviluppatissimo il cervello secondario anteriore nei mammiferi e soprattutto nell'uomo; però, contro la ge-

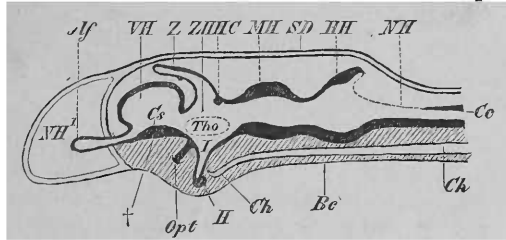


Fig. 136. — Sezione longitudinale del cranio e del cervello d'un embrione di vertebrato (ideale). (In parte da HUXLEY). *Bc* Base del cranio, *Ch* Corda dorsale, *SD* Copertura cranica, *NH* Cavità nasale, *VH* Cervello anteriore secondario; alla sua base il corpo striato *Cs*, sul davanti il lobo olfattorio sporgente *Olf*, *ZH* Cervello intermedio (cervello anteriore primario); alla parte dorsale l'epifisi *Z* e alla base l'infundibolo *I* e l'ipofisi *H*. Anteriormente v'è il nervo ottico *Opt*, e lateralmente la sporgenza ottica *Tho*. *HC* Commessura posteriore, *MH* Cervello mediano, *HH* Cervello posteriore, *NH* Cervello terminale, *Cc* Canale centrale.

nerale opinione, bisogna notare che non tutti i vertebrati posseggono lo strato di sostanza grigia. Essa non appartiene necessariamente al cervello secondario anteriore; a poco a poco, e relativamente tardi, le cellule nervose si riuniscono a formare la zona corticale. Non possiamo, però, trovare una ininterrotta serie evolutiva dalle forme inferiori alle più alte. Grandi lacune si trovano fra i pesci e gli anfibi e tra gli anfibi e i rettili (Edinger).

Anche quando la corteccia cerebrale è formata coi processi del *cylinder axis* provenienti dalle rispettive cellule a modo dei vertebrati superiori, non copre completamente tutto il cervello, poichè anche nell'elevato encefalo dei primati vi sono regioni prive di corteccia (*setto pellucido*). Nei ciclostomi, teleostei e ganoidi, la copertura encefalica consta di un semplice strato epiteliale ed è quindi fisiologicamente latente; negli altri vertebrati è composta di tessuto nervoso; però, la sua regione posteriore contigua all'estremità anteriore del cervello medio, è puramente epiteliale e si inflette nella cavità del cervello anteriore attraverso ai vasi della pia-madre insieme al plesso corioideo.

Tra i due emisferi del cervello esistono alcune *commessure (corpo calloso)* e *vòlte (fornix)*. Vi sono tre commessure che riuniscono fra di loro le parti basali, cioè la commessura anteriore, la media e la posteriore. Di esse solo l'anteriore appartiene al cervello secondario anteriore, le due altre stanno nella regione del cervello intermedio e mediano. Sebbene si trovino travi e vòlte cerebrali nei vertebrati inferiori,

almeno in forma rudimentale, li troviamo, però, completamente sviluppati solo nei mammiferi, anzi nelle loro più alte forme.

In tutti i vertebrati inferiori ai mammiferi la superficie degli emisferi è più o meno liscia; solo nei mammiferi cominciano ad apparire i solchi e le circonvoluzioni. In conseguenza di ciò l'intera zona corticale assume delle pieghe e ne consegue un aumento di superficie nella sostanza grigia.

Nel cervello intermedio, limitato anteriormente dalla *lamina terminale*, si formano i seguenti organi; i *talami ottici*, in seguito all'ispessimento della parete laterale, le *vescicole oculari primitive*, in seguito ad un'estroffessione basilare simmetrica in un colla retina e il nervo ottico. Finalmente dalla volta a doccia deriva l'epifisi del cervello o glandola pineale, e da un insaccamento della base si forma l'*infundibolo* e una parte dell'*ipofisi* del cervello.

Parliamo ora più in particolare dell'epifisi e dell'ipofisi. La epifisi è originariamente un occhio impari, il quale per la disposizione de' suoi elementi retinici, e per la topografia del nervo, in rispetto alla retina, ricorda gli occhi di alcuni invertebrati (*occhio parietale* o *pineale*). Ad eccezione di alcuni sauri, e in gran parte anche in questi, quest'organo è in regressione; la figura 137 indica come esso si comporta nei varî gruppi di vertebrati (1). Originariamente l'occhio parietale di tutti i vertebrati sta alla superficie libera del cranio a livello della cute, o profondamente infisso in essa, e comunica con la sua matrice (cervello intermedio), mercè un foro parietale che caratterizza il cranio di molti sauri attuali. Se, però, questa disposizione persiste nei sauri, nei selaci, nei ganoidi, nei batraci anuri, l'accrescimento del cranio limita quest'organo pur negli stadi embrionali.

In altri casi (molti pesci, tutti gli urodéli, molti rettili, tutti gli uccelli e mammiferi) non si trova nello stato embrionale alcuna traccia dell'organo nè nel tegumento, nè nel cranio, e così viene raggiunto l'ultimo grado della regressione.

Quanto alla struttura dell'occhio parietale, ne parlerò a proposito del cervello dei rettili. Non è facile capire se è filogeneticamente più antico l'occhio pari o l'impari. L'ontogenia dei rettili indicherebbe più antichi i primi, poichè nella *Lacerta* le vescicole pari sono già abbastanza progredite nel loro sviluppo, quando l'estroffessione dell'epifisi compare appena.

L'ipofisi consta di due lobi, uno posteriore nervoso, e uno anteriore glandolare. Il primo, come dicemmo, appartiene al cervello intermedio, e quando si considera il suo primo abbozzo simile all'epifisi o estroffessione oculare, non si può a meno di pensare che anch'essa fosse originariamente un organo di senso. Non ce n'è prova, ma si può esprimere una tale ipotesi.

Il secondo segmento anteriore dell'ipofisi si forma da un progressivo differenziamento dell'epitelio della insenatura boccale primitiva, o più tardi si foggia a mo' di organo glandolare, evidentemente collegato a una funzione secretoria (secrezione del liquido ventricolare?) (2).

Il cervello anteriore primario e secondario di cui finora parliamo

(1) Nella figura pongo anche l'occhio dei tunicati, senza volere con ciò confermare il concetto di B. SPENCER per quanto riguarda la filogenesi di quest'organo.

(2) Quanto più ci innalziamo nella serie dei vertebrati, tanto più grande è l'ipofisi. Ciò vale specialmente pei selaci, ganoidi e dipnoi.

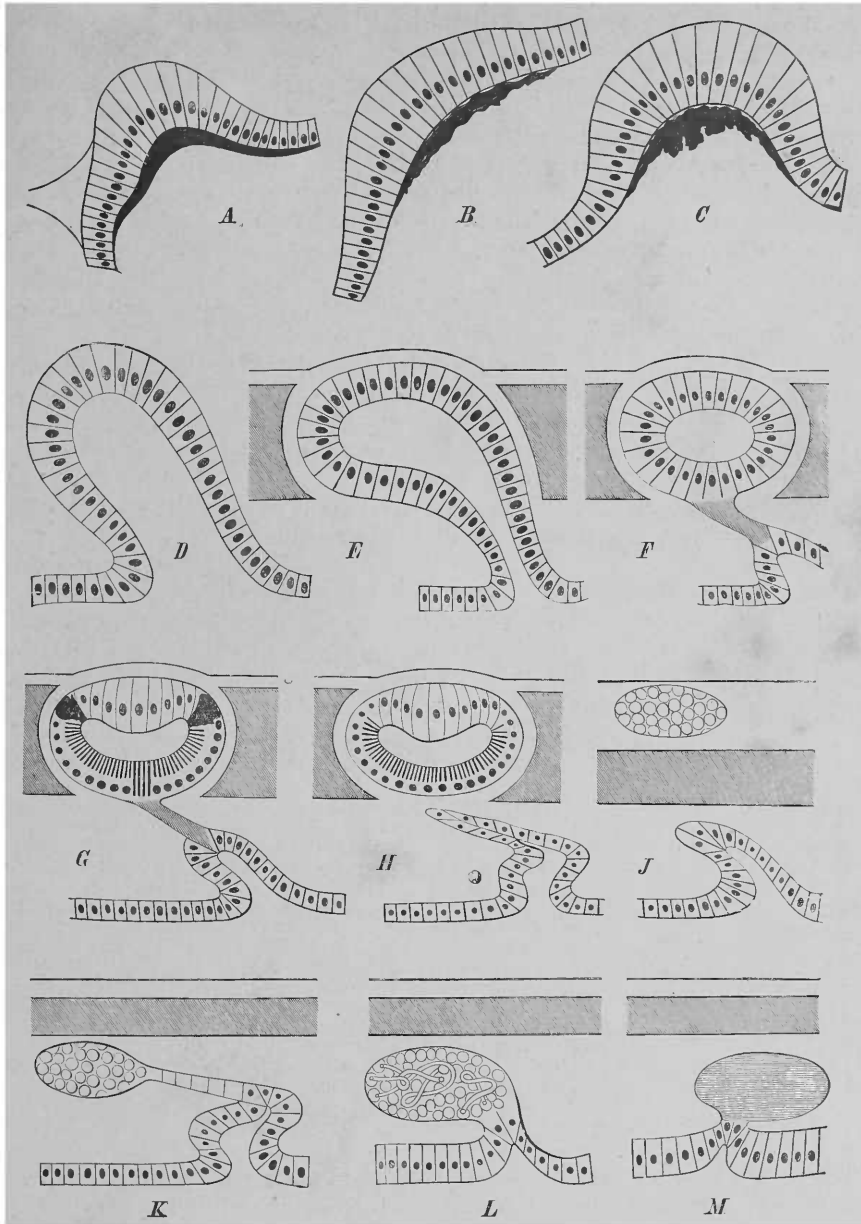


Fig. 137. — Schema dell'occhio parietale dei vari animali (da W. B. SPENCER). **A** Embrione dei Tunicati (dispos. dell'occhio par. negli urocordati?) **B** Larva del *Bufo cinereus*. **C** Ulteriore stadio di sviluppo del *Bufo cinereus*. **D** Abbozzo dell'occhio parietale degli embrioni di vertebrati superiori. **E** *Cyclopus* e *Selaci*. **F** Stadio primordiale dell'occhio parietale negli anuri, lacertini e uccelli; permanente nel camaleonte. **G** Lacertini, labirintodonti (stegocefali), antenati dei sauropsidi. **H** Molti lacertini (*Calotes*, *Seps*, *Leiodera*). **I** Anuri adulti. **K** Alcuni lacertini (*Ceratophora*). **L** Uccelli adulti. **M** Mammiferi adulti. Le parti tratteggiate indicano il cranio, le chiare la pelle (al di sopra).

sta nel segmento precordale del cranio; nella sua filogenesi hanno la massima parte due organi di senso, l'organo della vista e l'organo dell'olfatto.

Le vescicole posteriori del cervello stanno nel segmento cordale; esse diventano sempre più simili al midollo, di mano in mano che si arretrano. Ad eccezione del cervello posteriore secondario, o *cervelletto*, che negli animali superiori si divide in due emisferi e in un segmento mediano che li unisce (il cosiddetto *verme*), esso si differenzia meno dell'anteriore. Notisi, inoltre, che dalla vescicola cerebrale media si forma la già nominata regione delle quattro eminenze, con le *crura cerebri* che le stanno alla base, e che la vólta del midollo allungato si riduce, mentre la base si ingrossa e forma all'innanzi, nella regione del cervello secondario posteriore, il cosiddetto *ponte*.

È degno di nota che nella regione del midollo allungato stanno le origini del maggior numero dei nervi cefalici, condizione che dimostra la grande importanza fisiologica di questa parte del cervello.

Il rimanente sviluppo del cervello è, nei suoi principali tratti, il seguente.

Le pareti delle vescicole si ingrossano sempre più, e i ventricoli quindi si riducono.

Si può distinguere sempre nell'asse longitudinale del cervello un sistema, pari o impari, di ventricoli. Quest'ultimo sta negli emisferi del cervello anteriore (fig. 138 *SV*), distinto col nome di sistema dei ventricoli laterali, I e II, e comunica da ogni lato, per mezzo del *foro Monroi* (*MF*), col sistema

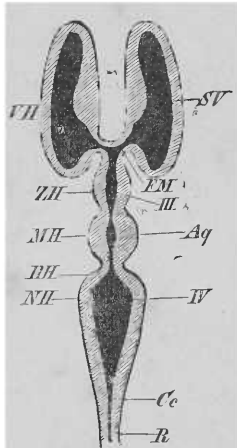


Fig. 138.

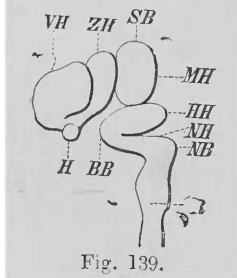


Fig. 139.

Fig. 138. — *Schema dei ventricoli del cervello dei vertebrati.* *VH* Cervello anteriore secondario (emisferi) coi ventricoli laterali (1.^o e 2.^o), *SV* e *ZH* Cervello intermedio col 3.^o ventricolo, (*II*); sulla sua continuazione anteriore sta nei mammiferi il setto pellucido, che inchiude il 5.^o ventricolo (non indicato dalla figura). I ventricoli laterali comunicano col ventric. III mercè lo stretto *Foramen Monroi* (*FM*). *MH* Cervello mediano, che comprende il condotto d'unione tra il 3.^o e il 4.^o ventricolo (acquedotto di Silvio) (*Ag*), *HH* Cervello posteriore, *NH* Cervello terminale col 4.^o ventr. (*IV*), *Cc* Canale centrale del midollo (*R*).

Fig. 139. — *Piegature del cervello d'un mammifero.* *VH* Cervello anteriore, *ZH* Cervello intermedio coll'ipofisi basale (*H*), *MH* Cervello mediano, che in *SB* offre la curva parietale, punto più alto dell'interno tubo cefalico, *HH* Cervello posteriore, *NN* Cervello terminale, formante in *NB* la curva nucale. Alla circonferenza anteriore del passaggio fra *HH* e *NH* si forma la curva del ponte, *R* Midollo.

impari. Il sistema pari non deve ritenersi quale una continuazione diretta dell'originario lume midollare, ma come la ramificazione dorsale di una cavità, che sta all'inizio del canale, anteriormente. Questa cavità è limitata in quella regione che vien determinata in basso dal chiasma dei nervi ottici. Il sistema impari (1) consta del 3.^o, 4.^o e 5.^o

(1) Anche il terzo ventricolo può, del resto, diventar pari, con la formazione di una sacculazione laterale.

ventricolo, cioè del così detto *Acquedotto di Silvio* (1). Pei particolari topografici, vedi la fig. 138. Il quinto ventricolo è, nei mammiferi, in istretta connessione con l'origine del trave e della volta (*septum pellucidum*), oltre ai suddetti. Tuttavia, non ha lo stesso valore degli altri, ma dev'essere considerato da un diversissimo punto morfologico.

Dapprima le 5 vescicole sono disposte in un piano, poi, nel corso dello sviluppo, si formano le *pieghe* del cervello, vale a dire le vescicole descrivono col loro asse una curva aperta dal lato ventrale, cosicchè in un certo periodo il cervello mediano sta alla sommità (fig. 139). Questa è chiamata curvatura parietale, in contrapposizione alle altre due curve, specialmente notevoli nei mammiferi, cioè il ponte, e la curva nucale (*BB*, *NB*). Tanto l'accrescimento del cranio, quanto il rapido allungamento del cervello, hanno in ciò gran parte. Si tratta in parte di un avvolgimento del tubo cerebrale e in parte del suo ripiegamento all'innanzi e all'indietro e di altre svariate curvature.

Mentre queste curvature scompaiono più tardi nei pesci e negli anfibi, persistono, invece, più o meno nei tipi superiori e massime nei mammiferi. La disposizione primitiva si complica in essi, soprattutto per ciò che gli emisferi del cervello secondario anteriore si estendono assai e crescendo all'indietro coprono a poco a poco le restanti parti del cervello. Tale disposizione raggiunge il suo massimo nell'uomo, e in seguito ad essa la consecuzione dei singoli segmenti diventa una sovrapposizione; il cervello intermedio, mediano, posteriore e terminale, stanno alla base degli emisferi.

Membrana del cervello e del midollo spinale.

Dal differenziamento d'uno strato connessivo posto tra gli organi centrali del sistema nervoso e le parti scheletriche che li circondano, derivano le membrane di copertura del cervello. Nei pesci si distinguono solo due membrane, una che copre la superficie interna della capsula cranica (*dura-madre*), ed una che ricopre il cervello (*pia-madre*). Questa corrisponde anche alla *aracnoidea* dei vertebrati superiori, che nei pesci non è ancora differenziata. Entrambe sono vascolarizzate; la prima serve come matrice o pericondrio o periostio della capsula cranica, l'altra, assai più ricca di vasi, serve alla nutrizione del cervello. La *dura-madre* (2) consta di due lamelle, le quali solo nei vertebrati inferiori rimangono distinte per tutta l'estensione del sistema nervoso centrale. Nei vertebrati superiori questa duplicità v'è solo lungo la colonna vertebrale, ma nel cranio avviene una fusione. Siccome il cervello dei pesci non riempie la capsula cranica, vi è tra le due membrane

(1) Così si chiama il canale di connessione tra il 3.^o e il 4.^o ventricolo.

(2) Nei mammiferi si innalzano dei processi verso il cervello che chiamansi *falce* e *tentorio*. La falce, di cui si trovano le prime tracce negli uccelli, si interna come una gran piega sagittale tra i due emisferi, il tentorio è posto, invece, tra i lobi occipitali del cervello e il cervello posteriore, e può anche ossificarsi. La dura madre dei mammiferi circonda i così detti dotti *sanguigni*, che, accogliendo il sangue venoso del cervello, confluiscono nella vena giugulare interna.

un grande spazio linfatico pericerebrale o perimidollare, cui corrisponde lo spazio *subdurale* dei vertebrati superiori.

Un differenziamento di questa primaria membrana del cervello in pia-madre e aracnoidea, si forma a questo modo: laddove ci sono delle

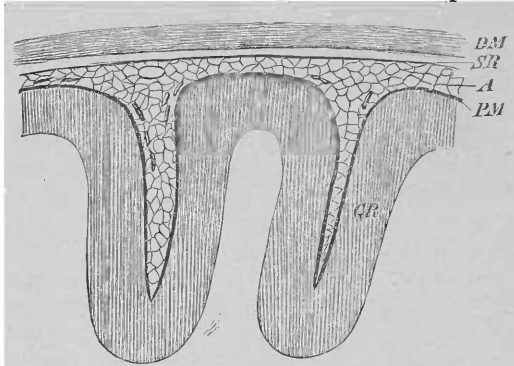


Fig. 140. — *Meningi dell'uomo* (da SCHWALBE). DM Dura madre, SR Spazio subdurale, A Aracnoidea, PM Pia madre, GR Sostanza grigia corticale.

profonde insenature tra le singole parti del cervello, essa si divide in due lamelle, di cui solo la più profonda aderisce al cervello, e sotto forma di *tela coroidea* o *plessi coroidei*, entra anche nei ventricoli, mentre quella più superficiale passa al di sopra delle insenature (figura 140).

In tal modo si forma tra le due membrane uno spazio linfoide, il cosiddetto *cavo sub-aracnoideale*, che, però, non raggiunge mai quel

grado di differenziamento che osserviamo nello spazio subdurale.

Venendo ora ad occuparmi della descrizione del cervello nei singoli gruppi animali, tralascerò quanto riguarda i nervi cerebrali, trattandone poi in apposito capitolo. Del resto, essi sono così esattamente indicati nelle relative figure, che i loro rapporti facilmente si riconoscono. Sono indicati con gli stessi segni e numeri che si usano nell'anatomia umana.

Pesci.

Amphioxus.

Nel rigonfiamento conico della terminazione midollare anteriore, si trova un allungamento del canale centrale da considerarsi come un *ventricolo*. Esso si apre al lato dorsale nella regione ambiente, ed ogni apertura corrisponderebbe a un *neuroporo*, cioè a una comunicazione del cervello con la cute (Hatschek).

Se ciò è vero, non è attendibile l'opinione che la vescicola conica dell'*Amphioxus* corrisponda al cervello anteriore e medio degli altri vertebrati, mentre le parti posteriori del cervello (cervello posteriore e terminale) non si sono differenziate. Non è neppure ben chiaro se vi sia unito un organo olfattorio (vedi in seguito).

Ciclostomi.

I ciclostomi hanno un grado di sviluppo del cervello assai basso, anzi quasi embrionale (fig. 141). Ciò vale, anzitutto, pel cervello dell'*Amocoetes*, lungo e sottile. Le singole parti del cervello stanno press'a poco su di un piano, e la cosa più interessante è questa, che la parte

già indicata come pallio o mantello del cervello anteriore secondario, consta di un solo strato di cellule epiteliali (1).

Esso è coperto dal lato dorsale della pia madre. Nella fig. 141 il mantello è tolto, e solo se ne conserva la parte basale ingrossata.

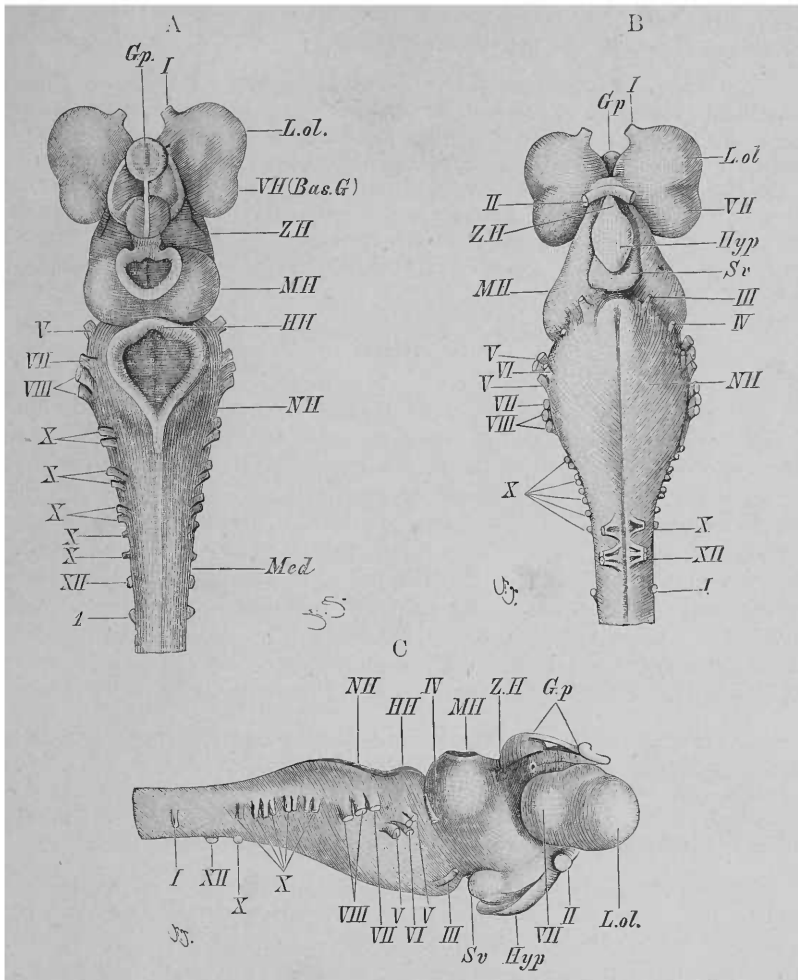


Fig. 141. — *Cervello dell' Ammocoetes*. **A** Dal lato ventrale, **B** dal lato dorsale, **C** di profilo. *VH* Cervello anteriore e suo ganglio basale (*Bas. G.*), *L.ol.* Lobo olfattorio, *ZH* Cervello intermedio, *Gp* Glandola pineale, *Hyp* Ipofisi, *Sv* Sacco vascoloso, *MH* Cervello mediano, *HH* Cervello posteriore, *NH* Cervello terminale, *Med* Midollo, *I-XII* Nervi cerebrali.

Anteriormente esso racchiude i lobi olfattori, in cui si continua il ventricolo (*L.ol.*).

(1) Ciò vale anche per la copertura cerebrale del *Petromyzon*. Nulla si sa a questo proposito relativamente alla *Myxine* e al *Blellostoma*.

In riguardo alla sua lunghezza, il cervello posteriore e terminale dell'*Ammocoetes* ha un tipo midollare. Invece, le singole parti del cervello e specialmente del cervello *medio* del *Petromyzon* e della *Myxine*, la quale sta al di sotto di esso quanto ad organizzazione del cervello, sono più compatte e sviluppate in larghezza. In nessuno dei ciclostomi l'epifisi attraversa la copertura cranica.

Nell'ipofisi dell'*Ammocoetes* e *Petromyzon* si può distinguere una parte prossimale cilindrica, e una distale fatta di vescicole giustapposte. Nella circonferenza ventrale della voluminosa vescicola *dorsale* si trova un epitelio pluristratificato, con striatura radiale e pigmento sparso, *traccie* dell'*occhio parietale*. Non si trova, però, una lente. È interessante questo, che, crescendo l'animale, tale organo va sempre più riempiendosi di pigmento (almeno nei *Petromyzon*; nell'*Ammocoetes* il fatto avviene più di rado), e portasi sempre più al lato dorsale, quasi volesse riconquistare la sua primitiva funzionalità.

Selaci.

Come il cervello dei ciclostomi, quello dei selaci presenta un tipo speciale, però con maggiore sviluppo delle singole regioni che non nel caso precedente. Quanto alla forma esterna del cervello, i selaci possono distinguersi in due grandi gruppi; gli uni (*scimni*, *spinaci* e *notidani*) hanno un cervello lungo e sottile, gli altri un cervello compresso colle varie parti tra di loro avvicinate. In quasi tutti i pescicani il cervello anteriore prevale su tutti gli altri segmenti per le sue grandi dimensioni. Talora esso è chiaramente simmetrico (*notidani*), talora, invece, la simmetria è incompleta (*Scyllium*). Solo in quest'ultimo si trovano tracce del sistema ventricolare bilaterale. Nei selaci non vi è una completa divisione del mantello in due emisferi.

La spiegazione di tutto ciò sta nell'embriologia, la quale prova che la massa principale del cervello dei selaci è composta dal cervello anteriore primario non diviso. Le raie posseggono solo questo, e il mantello si fonde col corpo: i pescicani, invece, mostrano anche i primi abbozzi di un cervello anteriore secondario, che varia nelle diverse specie (Edinger).

Sono notevoli i grossi lobi olfattorii, variabilissimi di forma e di lunghezza, in cui si continuano i ventricoli (V i relativi esperimenti di J. Steiner). Il cervello intermedio, incuneato tra il cervello anteriore e il mediano come una sottile commessura, cresce nella sua parte superiore in forma di una epifisi tubulare, la quale può allungarsi di tanto, da superare notevolmente l'estremità anteriore del cervello. Con la sua estremità anteriore l'epifisi tubulare va fino nella copertura cranica (fig. 137).

Alla base del cervello intermedio e in unione cavitaria con esso, stanno due paia di piccoli lobi, detti *lobi inferiori* e *sacco vascoloso* o *processo* dell'*infundibolo*. Essi hanno relazioni genetiche coll'*infundibolo* e coll'ipofisi.

Il cervello posteriore è assai voluminoso nei selaci; esso può dividersi in più lobi giustapposti, e ricoprire più o meno il cervello ter-

minale. Il cervello terminale dei pescicani è lungo, stretto e cilindrico, mentre quello delle raie è più compatto e triangolare. Alla base del quarto ventricolo stanno nelle torpedini i lobi elettrici, che comprendono una quantità di cellule gangliari giganti. (Per maggiori particolari vedi la fig. 142 A. B. C.).

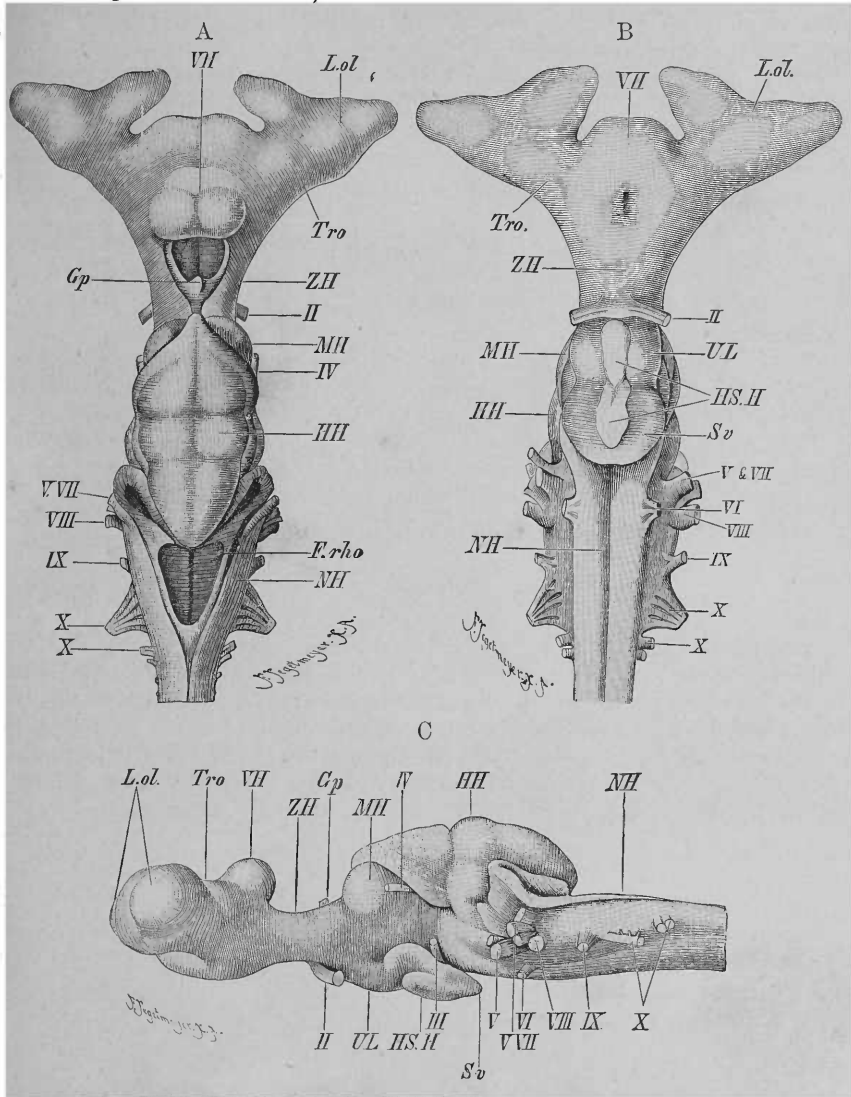


Fig. 142. — *Cervello dello Scyllium canicula*. **A** Lato dorsale, **B** ventrale, **C** di profilo. *VH* Cervello anteriore, *L.ol.* Lobo olfattorio, *Tro* Tratto olfattorio, *ZH* Cervello intermedio, *Gp* Glandola pineale, in sezione, *UL* Lobi inferiori, *HS.H* Ipo fisi, *Sv* Sacco vascoloso, *MI* Cervello mediano, *HI* Cervello posteriore, *NH* Cervello terminale, *F.rho* Fossa romboidale, *I-X* Nervi cerebrali. La fessura tra il cervello intermedio e la f. romb. deve immaginarsi coperta da epitelio e dal plesso corioideo. Non son segnate in **B** le radici del vago.

Ganoidi.

Il tubo cerebrale dei ganoidi, a somiglianza di quello dei selaci e dipnoi, ed anche più marcatamente, è incurvato dal lato ventrale verso il segmento anteriore del cervello mediano, e dal lato basale passa nella parete dell'infundibolo.

Nel mantello cerebrale, che nei selaci consta quasi totalmente di elementi nervosi, si presentano presso i ganoidi delle modificazioni regressive in modo che esso, come già vedemmo nei ciclostomi, consta solo di elementi epiteliali e di ricoperture membranose (1). La presenza di una *falce* mette in evidenza la disposizione simmetrica dei sacchi ventricolari epiteliali.

Il cervello intermedio, affondato tra gli altri, possiede una grande epifisi tubulosa (2), la cui estremità distale è impegnata in una fossa del cranio (3). L'ipofisi, i lobi inferiori e il sacco vascoloso sono assai voluminosi (4).

Il cervello mediano non è così chiaramente distinto in due lobi alla sua parte superiore nello storione come negli altri pesci (ossei); la sua base sta sul diretto prolungamento assiale del midollo allungato.

Quanto al cervello posteriore, esso, come avviene nei teleostei, si avvanza a modo di valvola, nel ventricolo del cervello mediano. Letteralmente, esso sporge a modo di gobba.

Il cervello dell'*Amia* si conforma a quello dei teleostei.

Teleostei.

Anche in essi vi è un mantello epiteliale che non ha alcuna infossazione mediana. Tuttavia, non si può parlare di ventricoli laterali, i quali, d'altra parte, per la loro piccola estensione, potrebbero facilmente sfuggire alla ricerca. Dal lato basale stanno, come nei ganoidi, grosse masse nervose, le quali verisimilmente corrispondono al *putamen* e al nucleo caudato dei vertebrati superiori. Da quelle parti basali del cervello anteriore che sono tra loro unite da una commessura (*com-*

(1) Nell'*Amia*, in cui solo la parete mediana del mantello consta di tessuto connettivo, il processo di riduzione non è così progredito.

(2) Una particolare regressione ci mostra l'epifisi del *Polypterus*. Essa consta di un gran sacco epiteliale mediano, il quale, accrescendosi, viene ad assomigliare ad una delle due vescicole epiteliali degli emisferi. Come essi, il sacco è coperto da un denso tessuto linfoide e corrisponde morfologicamente all'estesissima copertura del cervello intermedio. Questa vescicola si estende su una gran parte della superficie dorsale del cervello, ossia si estende dal cervello anteriore secondario al principio del cervello terminale (Waldschmid).

(3) Occorrono nuove ricerche per constatare se l'epifisi trapassi realmente le ossa craniche degli storioni giovanissimi, come fu sostenuto.

(4) Nel *Polypterus* l'ipofisi ha una struttura chiaramente glandulare. Trattasi di numerosi tubi epiteliali densamente stipati, i quali in parecchi punti si aprono nell'infundibolo; essi evidentemente prendono parte alla secrezione del liquido encefalico. Interessante è la circostanza che nel *Polypterus*, anche durante il periodo postembrionale, persiste un condotto dell'ipofisi aperto verso il lato boccale. Esso, insieme alla massa principale dell'ipofisi involta in un ricco tessuto linfoide, è posto in uno speciale canale osseo distinto dalla cavità cranica. Questo canale è formato dalle pareti craniche che assumono delle trabecole dirette verso la linea mediana (Waldschmid).

messura interlobulare o anteriore (1)) derivano dei processi midollari fibrosi o peduncoli del cervello, i quali attraversano, dal lato spinale, il cervello intermedio e il cervello mediano.

Come in altri ordini di pesci, così anche nei teleostei l'intero cervello è separato dalla parete cranica da un liquido adiposo e linfoide: e quindi quello non riempie l'intera cavità cranica.

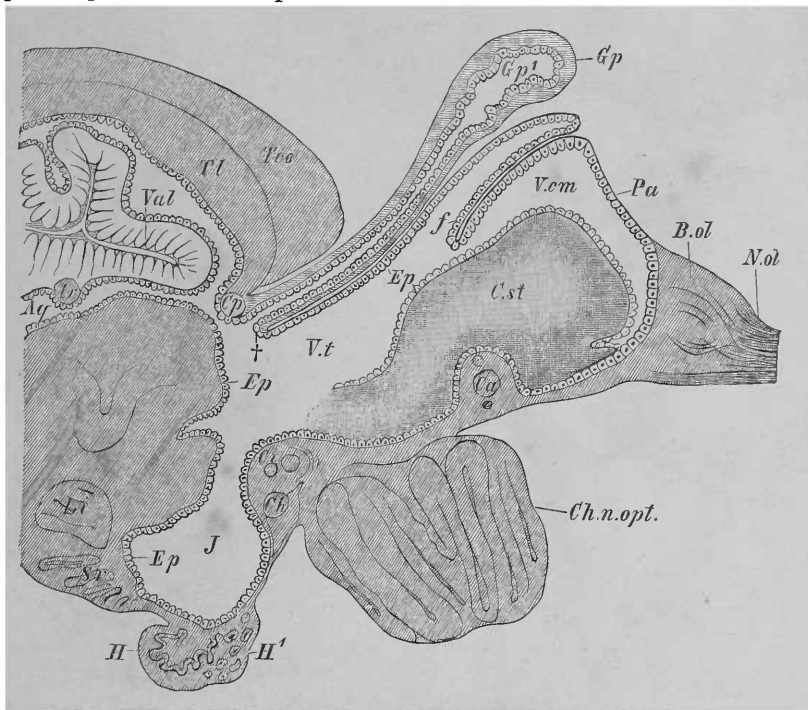
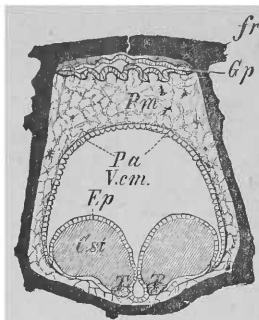


Fig. 143. — Sezione longitudinale della metà anteriore del cervello dei teleostei, fondata su una figura di RABL-RÜCKHARD che rappresenta il cervello della trota. Tco Tetto dei lobi ottici, Tl Toro longitudinale, Cp Commissura posteriore, Gp Glandola pineale con la sua cavità Gp¹. In † la parete anteriore della gl. pineale, rivestita, come l'intera superficie dei ventricoli, dall'ependima Ep trasformasi nella copertura epiteliale del cervello anteriore secondario Pa (Pallio), f Piega di essa, V.cm Ventricolo comune del cervello ant. sec. V.t Terzo ventricolo, B.ol, N.ol Bulbo e nervo olfattorio, Ca Commissura ant. sec. C.st Corpo striato, che deve pensarsi posto lateralmente al piano mediano, in cui l'intero cervello è rappresentato, Ch.n.opt Chiasma dei nervi ottici, Ci Commissura inferiore (GUDDEN), Ch Commissura orizzontale (FRITSCHE), I Infundibolo, H, H' Iposifi. S.v Sacco vascoloso, Li Lobi inferiori, Ag Acquedotto di Silvio, tr Nervo trocleare, Val Valvola del cervelletto.

Se il cervello dei selaci offre molte differenze di forma, quello dei vari gruppi di teleostei ci presenta ben maggiori differenze, anzi presenta le massime varietà che si possono trovare in tutta la serie dei vertebrati. In seguito a ciò, non posso naturalmente tener parola di tutti i casi particolari, ma devo limitarmi ad un riassunto. Anzitutto, bisogna

(1) Nella commissura anteriore stanno dei fasci fibrosi, che uniscono tra di loro non solo i lobi olfattori, ma anche gli emisferi. Vi è, dunque, già nei teleostei un corpo calloso e una commissura anteriore, come nei vertebrati superiori.



notare che la principale differenza, in paragone del cervello dei selaci, sta in ciò che i teleostei posseggono un cervello più piccolo.

Il cervello intermedio è approfondato nei teleostei, come nei ganoidi tra il cervello anteriore e il mediano, e questo è assai sviluppato

Fig. 144. — Sezione trasv. del cervello dei teleostei. *fr* Frontale, sotto cui si vede la sezione della gland. pineale *Gp*, *Pm* Pia madre, *Pa* Palliounistratificato, ossia copertura del cerv. ant. sec. ossia degli emisferi, *V.cm* Ventricolo comune, *Ep* Ependima, *TT* Tratti olfattori alla base dei corpi striati *C.st.*

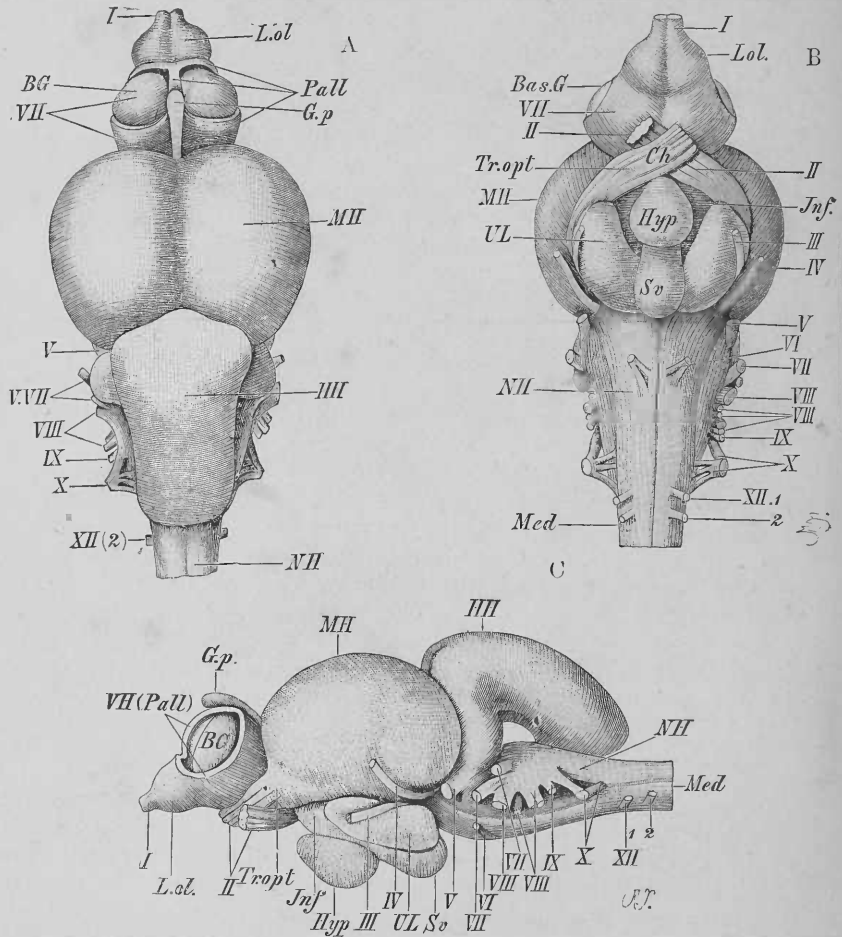


Fig. 145. — Cervello del *Salmo fario*. **A** dal dorso, **B** dal lato ventrale, **C** di profilo **VH** Cervello anteriore, **Pall** Mantello, **BG** e **Bas.G** Ganglio basale di esso, **L.ol** Lobo olfattorio, **G.p** Glandola pineale, **Inf** Infundibolo, **Hyp** Ipofoisi, **Sv** Sacco vascoloso, **UL** Lobi inferiori, **Tr.opt** Tratto ottico, **Ch** Chiasma, **MH** Cervello medio, **HH** Cervello posteriore, **NH** Cervello terminale, **Med** Midollo, **I-XII** Nervi cefalici. Il 12.^o è indicato come primo nervo spinale, 2. Secondo nervo spinale.

(fig. 145). Di solito nei teleostei avviene la protrusione dello sviluppatissimo cervello posteriore nella cavità del cervello mediano (valvola del cervelletto); però, vi sono molte variazioni.

I lobi olfattorii generalmente esistono: invece, l'epifisi è generalmente più regressa che nei ganoidi e nei selaci. I lobi inferiori, l'ipofisi e il sacco vascolare glandulare occupano un luogo importante, sebbene siano soggetti a molte variazioni di forma e di grandezza.

Il cervello dei teleostei nel suo insieme appare come una formazione quasi indipendente; esso pare l'ultimo prodotto di una lunga serie di forme di sviluppo di cui non si può per ora indicare il punto di partenza. Sia esso più direttamente connesso col cervello dei ciclostomi o con quello dei selaci, quanto si può dire di sicuro è questo, ch'esso percorre degli stadi simili a quelli dei ganoidi. Però, abbiamo già veduto che il cervello stesso dei ganoidi presenta già delle parti ridotte.

Dipnoi.

In essi si trovano alcuni punti di unione con gli anfibi. Noto fra questi l'esistenza di un differenziatissimo mantello nervoso, e il grande sviluppo del cervello anteriore. Anche il cervello posteriore si allontana molto nel suo aspetto da quello dei pesci; e non si presenta esternamente così sviluppato come nei selaci e teleostei. D'altra parte, la presenza di una valvola del cervelletto lo riconduce ai tipi inferiori.

Nel *Ceratodus* i due emisferi del cervello sono fusi dal lato dorsale, nel *Protopterus*, invece, la fessura del mantello è completamente divisa, cosicchè solo assai posteriormente vi è una unione tra la parte destra e la sinistra. Distinti lobi olfattorii si trovano solo nel *Ceratodus* e lo stesso vale per il chiasma dei nervi ottici. Nel *Protopterus* esistono pure entrambi coperti dalla relativa parte del cervello.

La glandola pineale è ridotta a un sacco epiteliale, il quale si innalza sul cervello intermedio e non raggiunge il cranio. L'infundibolo e l'ipofisi sono assai sviluppati e quest'ultima si estende fino al cervello terminale.

Come già dissi, il cervello intermedio ed anteriore sono assai depressi dal lato ventrale in confronto alle parti posteriori del cervello.

Anfibi.

Il cervello anteriore si distingue da quello dei dipnoi per un grande sviluppo del mantello, in cui, del resto, come nei dipnoi, si può distinguere uno strato esterno fibroso e uno interno cellulare. Il ganglio basale in queste forme non si arretra, poichè esso è solo un addensamento più o meno grande della parete degli emisferi sporgente nella parete ventricolare. Il cervello degli anfibi, noto ciò espressamente, non forma un grado di passaggio a quello dei rettili, ma si presenta come una formazione a sè. Il cervello anteriore è costituito diversamente che nei vertebrati inferiori ed è sorprendente la grande sem-

plicità del cervello intermedio e mediano, mentre sono complicatissimi quelli dei pesci.

Secondo Edinger il cervello degli anfibi è il più semplice che si trovi in tutta la serie dei vertebrati.

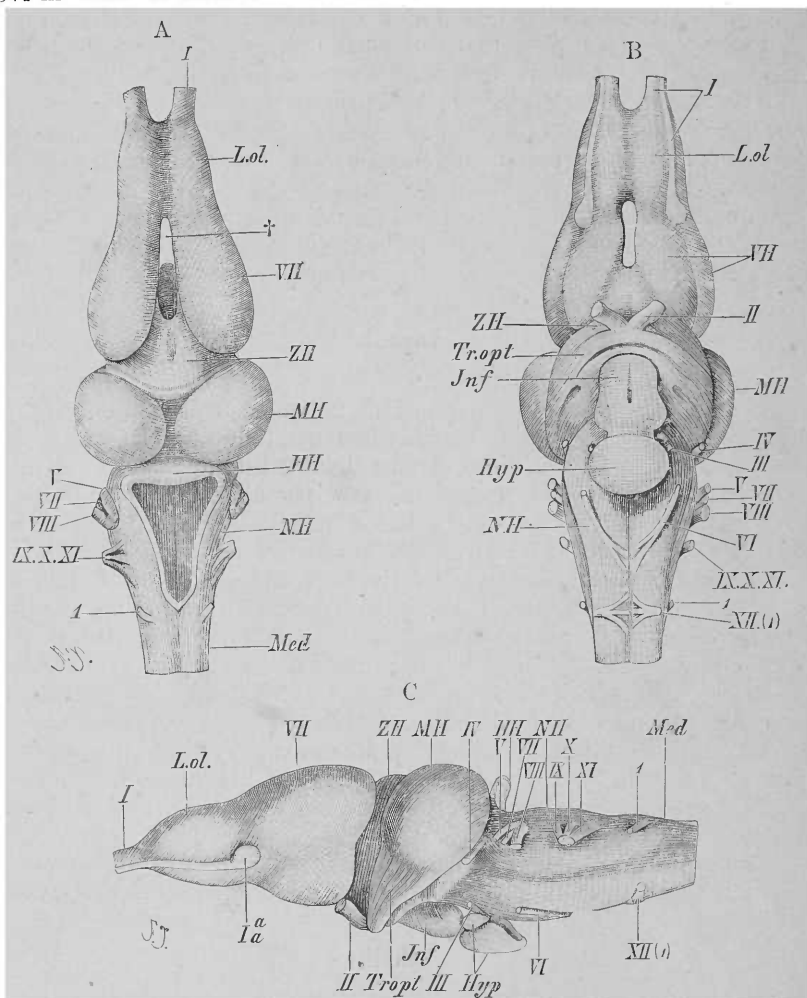


Fig. 146. — *Cervello della Rana esculenta*. **A** Lato dorsale, **B** Lato ventrale, **C** di profilo. *VH* Cervello anteriore, *ZH* Cervello intermedio, *MH* Cervello mediano, *HH* Cervello posteriore, *NH* Cervello terminale, *Med* Midollo spinale, *I-XII* Nervi spinali, *s.* Primo nervo spinale o ipoglosso (*XII*), *L.ol.* Lobo olfattorio, \ddagger Lacuna tra gli emisferi, *Tropt* Tratto ottico, *Inf* Infundibulo, *Hyp* Ipofisi.

Il cervello degli urodeli presentasi inferiore a quello degli anuri. I singoli segmenti sono ancora più sottili e fra loro staccati, e in seguito a ciò meglio appare il cervello intermedio.

Gli emisferi del cervello degli urodeli sono quasi cilindrici e fra loro distinti dalla fessura del mantello fin dietro la commessura ante-

riore (1), mentre essi negli anuri sono fusi fra di loro sulla linea mediana per un certo tratto nella loro parte anteriore appena dietro il lobo olfattorio. Il lobo olfattorio è sempre chiaramente visibile. Il cervello mediano bilaterale e il cervello intermedio sono limitati come nei dipnoi, e formano per ciò solo una sottile commessura a ponte tra il cervello terminale e il posteriore da un lato e il cervello anteriore dall'altro. In contrapposto a ciò, il cervello mediano degli anuri formato da due grandi corpi ovali sporge assai lateralmente e costituisce così il segmento più largo del cervello. Il cervello posteriore degli anuri e degli urodeli si presenta come una molle lamella trasversale con un leggero rigonfiamento della parte mediana; all'indietro allontanando il plesso corioideo e lo strato epiteliale, si apre la fossa romboidale.

Entrando in qualche maggior particolare sul cervello intermedio, osserverò che l'infundibolo e l'ipofisi sono sempre chiaramente sviluppati. Alla parte superiore sta un plesso corioideo e una glandula pineale assai ridotta. Essa è limitata negli urodeli entro la cavità del cranio, mentre nelle larve degli anuri si estende assai, raggiungendo, con la sua parte terminale il livello della pelle. Più tardi essa viene limitata dal cranio osseo, e degenera in tessuto connettivo, prima di diventare un occhio parietale (2).

Quando si pensa che negli stegocefali paleozoici, e nei sauri fossili si trova un *foro parietale* bene sviluppato, il quale non è ricoperto dalle scaglie della pelle nell'*Anthracosaurus raniceps*, ma sta aperto come un'orbita, si può credere che questi antenati degli attuali anfibi possedessero un occhio parietale completamente sviluppato.

Il cervello dei gimnofioni ci presenta degli emisferi più grandi che quelli di tutti gli altri anfibi, con un lobo olfattorio immenso. All'interno si trova un grossissimo ganglio basale coperto dal plesso corioideo. Le altre parti del cervello, che stanno molto all'indietro, sono in gran parte coperte dagli emisferi, e sembrano quasi costipate. L'infundibolo e l'ipofisi stanno molto all'indietro, e quest'ultima si estende fino al lato ventrale del cervello terminale. La glandula pineale è assai più ridotta che in tutti gli altri anfibi (Waldschmidt).

Rettili.

Per la prima volta nei rettili troviamo, come dimostrò Edinger, una corteccia cerebrale tristratificata, caratterizzata da cellule piramidali, la quale sta al lato dorsale degli emisferi. Ad essa si devono riferire in tutte le forme più elevate fino all'uomo le funzioni psichiche.

Ove siano localizzate negli *anamni* le funzioni psichiche, verrà dimostrato da più ampie ricerche sperimentali; tuttavia, pare ch'esse abbian la loro sede specialmente nel cervello mediano e posteriore. (V

(1) La grande massa dorsale fibrosa di questa commessura corrisponde al corpo caloso; la ventrale alla commessura anteriore dei mammiferi. Mentre quella unisce essenzialmente i segmenti dorsali e mediani degli emisferi, questa mette in relazione la loro regione ventro-laterale compresi i lobi olfattori e temporali. Nei rettili vi è la stessa disposizione, ma si può già distinguere un fascio speciale rappresentante la *fornix*. Lo stesso avviene negli uccelli: però, in essi lo sfilacciamento è assai minore che negli anfibi e rettili in corrispondenza alla grande riduzione della parte mediana del mantello (OSBORN).

(2) Nel rospo comune (*Bufo cinereus*) quest'organo contiene anche dei pigmenti.

l'esperienze di Steiner). In tutti i rettili gli emisferi sono ben sviluppati, il che indica che l'organizzazione del loro cervello è molto elevata. Ciò vale in ispecial modo per il sistema delle fibre, come ho già in parte notato (V la nota nella pagina precedente). Soprattutto è da no-

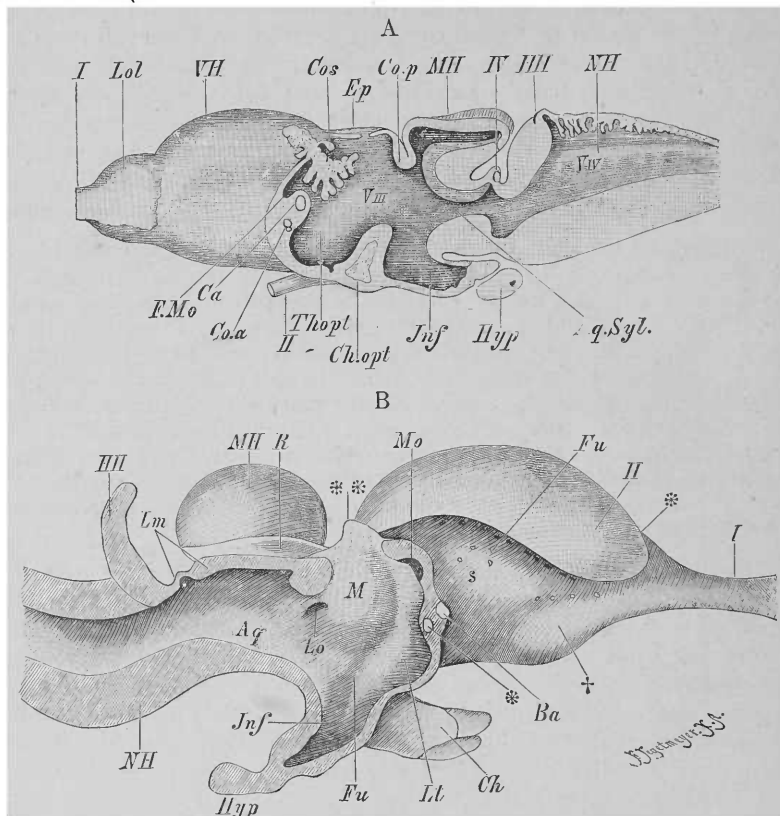


Fig. 147. — **A** Sezione sagittale del cervello della Rana. **B** Sez. sag. del cerv. dell'*Hatteria punctata* (**A** da H. F. OSBORN). Si vedono le cavità ventricolari. VH, MH, HH, NH Cervello anteriore, mediano, posteriore, terminale, H Emisferi del cervello anteriore dell'*Hatteria*, che sulla linea mediana possiede una solcatura (Fu), trappassata da molti vasi sanguigni s; essa divide in * il cervello anteriore dal tratto olfattorio, † Radice principale di esso, Lol Lobo olfattorio, I, II, IV Origini del nervo olfattorio, ottico trocleare; Ep** Epifisi tagliata, Ch.opt e Ch Chiasma dei nervi ottici, Lt Lamina terminale, Co.a Commessura anteriore, indicata con * nell'*Hatteria*, Ba, Ca Travi (corpo calloso), F.Mo, Mo Foro di Monroi. Al Lato dorsale di esso la rana presenta il plesso corioideo loboso, Cos Commessura superiore, Co.p Commessura posteriore, VIII, VI, 3.° e 4.° ventricolo, Th.opt, M Talamo ottico. Alla parete laterale del 3.° ventricolo dell'*Hatteria* sta un foro (Lo) e un solco (Fu). Aq e Aq.Syl. Acquedotto di Silvio, Inf Infundibolo, Hyp Ipofisi.

tarsi la formazione della *fornix*, e bisogna, inoltre, considerare che nei rettili appare per la prima volta la formazione del corno di Ammone, col relativo plesso corioideo. Un secondo importante sistema di fibre riunisce le parti dorsali della corteccia con le posteriori; esso decorre lungo la parete mediana degli emisferi, indi al lato dorsale dei peduncoli del cervello, e giunge verisimilmente fino al talamo.

Negli uccelli, in cui questo sistema è assai sviluppato, è noto già da tempo e si chiama fascio della parete divisoria sagittale (Edinger). I due disegni uniti nella figura 147, che rappresentano il cervello della

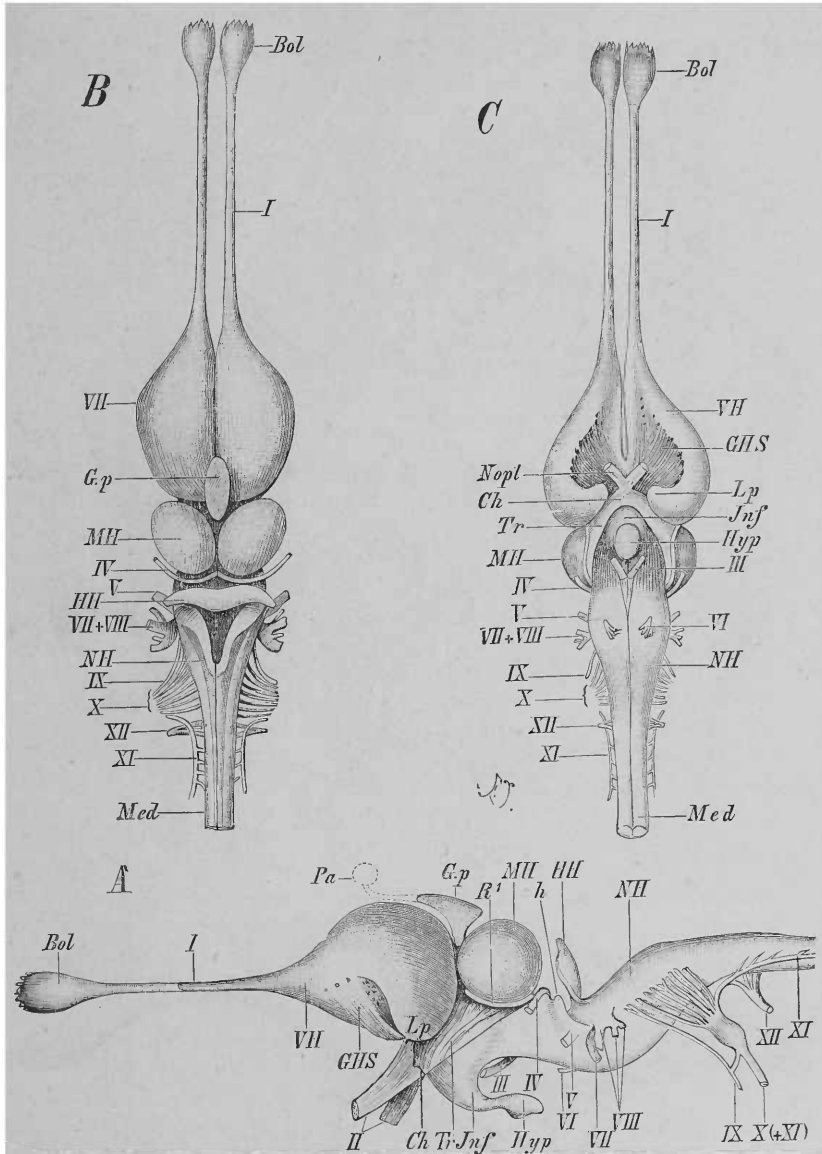


Fig. 148. — *Cervello dell'Hatteria punctata*, **A** Lato dorsale, **B** ventrale, **C** di profilo. VII, MH, HH, NH Cervello anteriore, mediano, posteriore e terminale, Med Midollo, I-XII Nervi cesalici, Bol Bulbo olfattorio, GHS Peduncoli del cervello, Lp Processi lobosi del cervello (Lobi occipitali?), N.opt Nervo ottico, Ch Chiasma, Tr Tratto ottico, Inf Infundibolo, Hyp Ipofoisi, G.p Glandola pineale che termina in Pa coll'occhio parietale (**C**); in **A** il posto della glandola pineale è indicato schematicamente; R' Lista anellare alla base del cervello medio, h Piccola sporgenza del cervello posteriore.

rana e dell'arteria in sezione longitudinale, spiegheranno meglio la cosa. Essi rendono possibile anche l'esame del sistema ventricolare.

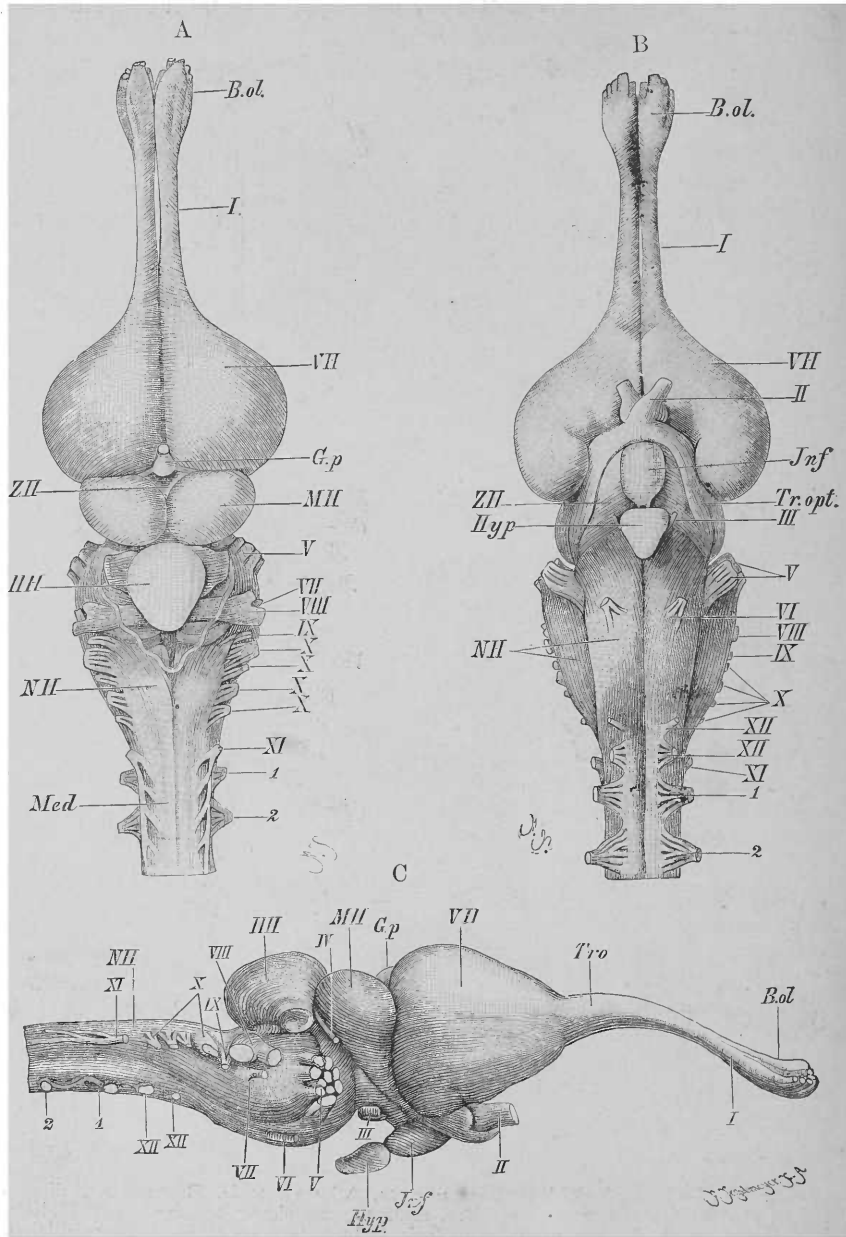


Fig. 149. — *Cervello dell'Alligatore*: A Lato dorsale, B ventrale, C di profilo. VII. ZH, MH, HH, NH Cervello anteriore, intermedio, mediano, posteriore, terminale. I-XII Nervi cerebrali; 1, 2 Nervi spinali. B.ol. Bulbo olfattorio, Tro Tratto olfattorio, G.p. Glandula pineale, Tr.opt. Tratto ottico, Jnf Infundibolo, Hyp Ipofisi, Med Midollo.

L'elevatezza di tipo del cervello dei rettili si esplica anche in ciò, che le singole parti sono fra di loro sovrapposte. Ciò si osserva specialmente negli *agami* e negli *ascaloboti*, un po' meno nei serpenti, nelle tartarughe e nei coccodrilli. Chi ha familiarità coll'anatomia del cranio, si spiegherà facilmente tutto questo e perciò io rimando il lettore a quel passo dell'introduzione sullo scheletro cefalico in cui ho trattato del restringimento interorbitale del tubo cranico.

Come dappertutto, anche nei rettili si trova un ganglio radicale alla parte ventrale della parete esterna del cervello anteriore; esso, però, varia assai di forma e di estensione, e subisce molti differenziamenti. Nell'atteria, la quale, notoriamente, anche nel suo scheletro, presenta molte somiglianze cogli anfibi, questo ganglio è disposto come quello degli urodeli. Le « crura cerebri » di cui ho già parlato a proposito del cervello dei pesci, sono chiaramente visibili come fasci raggianti; i loro elementi sono midollari.

Il lobo olfattorio può essere ben sviluppato, o anche mancare completamente; di solito si trova un bulbo olfattorio posto sopra estesi tratti olfattorii, e da esso derivano i fili olfattorii (fig. 148, 149).

Il cervello intermedio è sempre approfondito e poco o niente visibile dal lato dorsale; è bene sviluppato l'infundibolo e l'epifisi, di cui parleremo in seguito. Il cervello mediano, da cui partono i tratti ottici, si presenta sempre come un segmento di grandi dimensioni, simmetrico o anche quadruplo (1), e nel cervello posteriore si possono distinguere una parte mediana massiccia e due parti laterali lobose o aliformi. Il

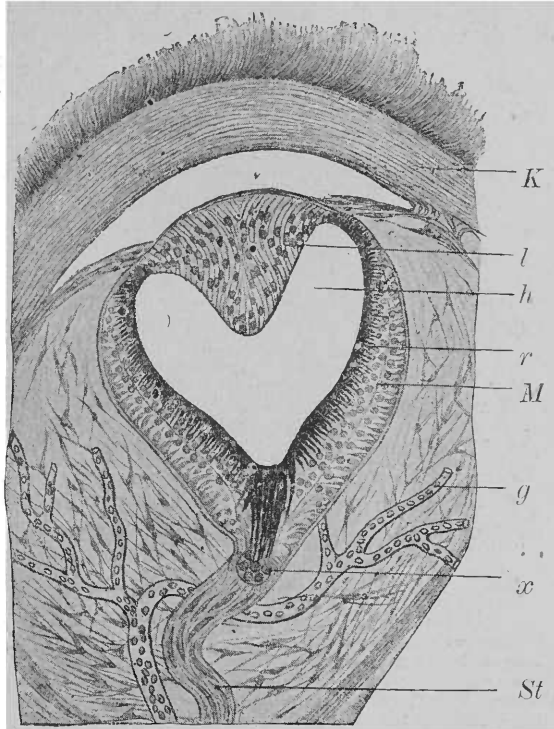


Fig. 150. — Sezione longitudinale della capsula connettiva coll'occhio pineale nell'*Hatteria punctata*. A piccolo ingrandimento; da BALD. SPENCER. La parte anteriore della capsula riempie il foro parietale. K Capsula connettiva, l Lente, h Cavità dell'occhio piena di liquido, r Parte retinica, M Strato molecolare della retina, g vasi sanguigni, x Cellule poste nel peduncolo dell'occhio pineale, St Peduncolo analogo al nervo ottico.

(1) Già da lungo tempo ho dimostrato che qui v'è già un abbozzo d'un paio posteriore di prominenze quadruple. Il diritto di priorità non ispetta, dunque, al BELLONCI.

cervello posteriore oltrepassa spesso per lungo tratto, a guisa di coperchio, la fossa romboidea, ed ha il suo massimo sviluppo nei coccodrilli. In molti rettili, e specialmente nei sauri, esso ha, in contrapposto agli anfibi, un debolissimo sviluppo e si contrappone perciò anche al cervello posteriore sviluppatissimo della maggior parte dei pesci.

Per tutte le singolarità e le variazioni osservabili nei diversi ordini di rettili, non posso più oltre estendermi su questo argomento; vi

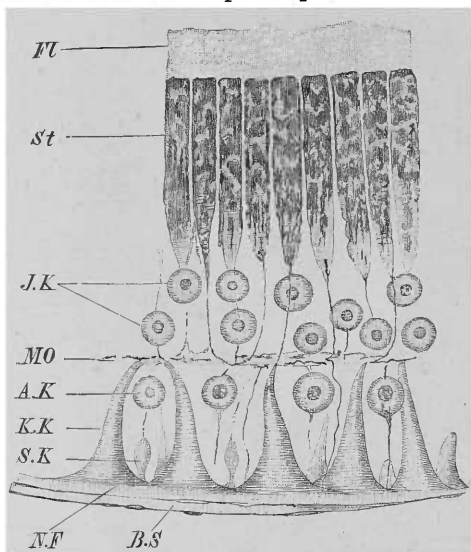


Fig. 151. — Sezione della retina dell'*Hatteria punctata*. Da W. B. SPENCER. *FL* Liquido nell'interno dell'occhio, *St* Bastoncini rivolti al centro della vescicola oculare, circondati di pigmento, *JK* Elementi interni sferici (granuli), *MO* Strato molecolare, *AK* Elementi conici, *SK* Elementi fusi-formi, che stanno in unione col nervo, *NF* Strato delle fibre nervose, *BS* Strato connettivo, che limita anteriormente l'occhio parietale (verso il foro parietale).

testuggine e nell'orbettino è degenerato in tessuto connettivo, e perciò l'occhio pineale è separato dalla sua matrice, ossia dalla parte superiore del cervello intermedio. Nell'insieme esso è assai più semplice nella *Lacerta* e nell'*Anguis* che non nell'*Hatteria*, e ciò vale specialmente per la struttura della retina. In molti casi la pelle che sta sopra l'occhio parietale, come anche il tessuto connettivo e durale, è *privo di pigmento*, talora anche è diafano e trasparente, cosicché può corrispondere ad una sorta di cornea. Ciò giustifica l'opinione che anche attualmente la funzione di quest'organo non sia del tutto perduta.

è un punto, però, in cui il cervello dei sauri offre dei caratteri più primitivi che quello di tutti gli altri, e merita perciò un cenno speciale. Intendo parlare della glandola pineale, la quale ha conservato nei sauri la sua originaria disposizione di organo visivo impari (occhio parietale) che somiglia a quello di parecchi invertebrati.

Si tratta, cioè, della terminazione superiore allargata a vescicola del tubo pineale; quest'organo si trova sotto quella regione del cranio in cui presentasi il foro parietale. La parete superiore è ingrossata in una lente, mentre la base (per lo più appiattita) della vescicola dell'epifisi si presenta come una *retina* a parecchi strati. Esternamente quest'organo è circondato da una capsula connessiva. Nell'arteria e in molti altri sauri si trova un nervo ottico proveniente dal tubo pineale originariamente cavo; esso, però, nella

Uccelli.

Negli uccelli il ganglio fondamentale del cervello anteriore raggiunge una dimensione superiore a quella di tutti gli altri vertebrati, mentre

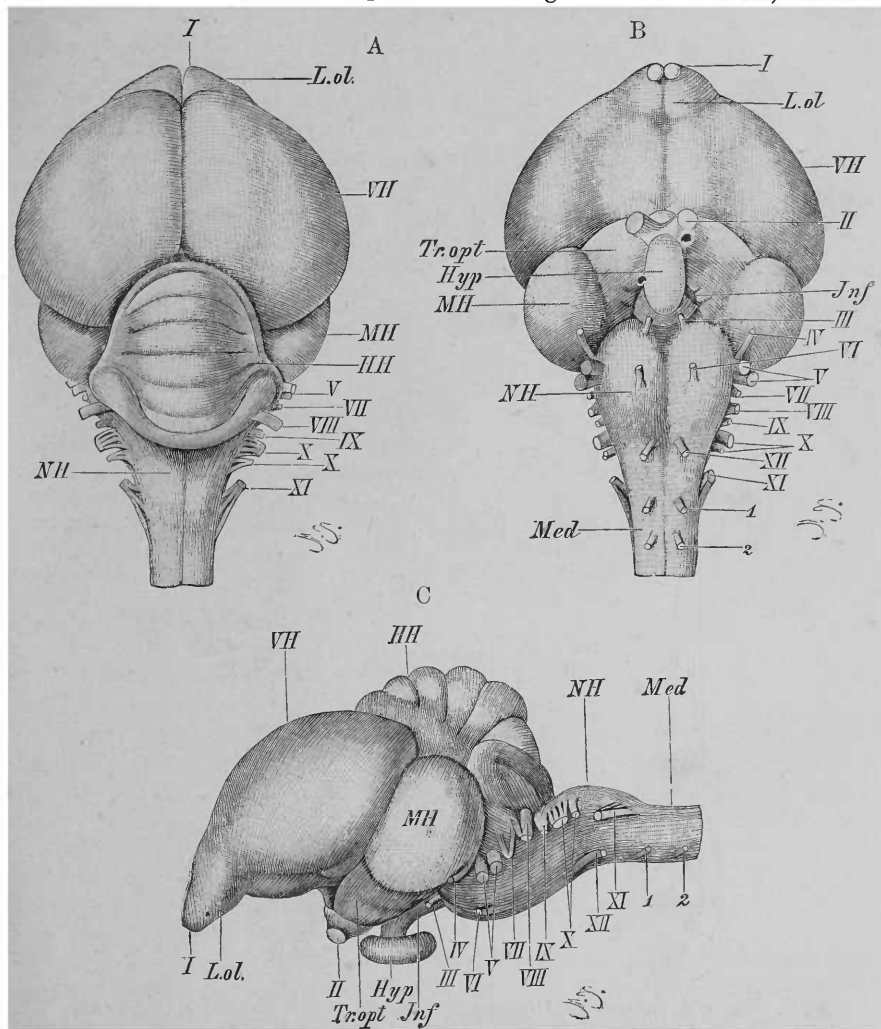


Fig. 152. — Cervello della colomba. **A** Lato dorsale, **B** Ventrare, **C** Di profilo. **VH** Cervello anteriore, **MH** Cervello medio, **HH** Cervello posteriore, **NH** Cervello terminale, **Med** Midollo, **I-XII** Nervi cefalici, 1-2 Nervi spinali, **L.ol** Lobo olfattorio, **Tr.opt** Tratto ottico, **Inf** Infundibolo, **Hyp** Ipofisi.

non vi è alcun essenziale progresso nella formazione corticale in confronto ai rettili. Nell'interno dei gangli si formano nuovi gruppi cellulari e fasci fibrosi; rimangono permanenti i peduncoli del cervello che

già conosciamo dai pesci in poi. Quanto al fascio midollare della parete di divisione sagittale, e quanto al corpo calloso ed alla fornix, vedi ciò che si dice a proposito degli anfibi e dei rettili.

La posizione reciproca delle singole parti del cervello, già stabilita presso alcuni rettili, è ancor più pronunciata negli uccelli in causa della

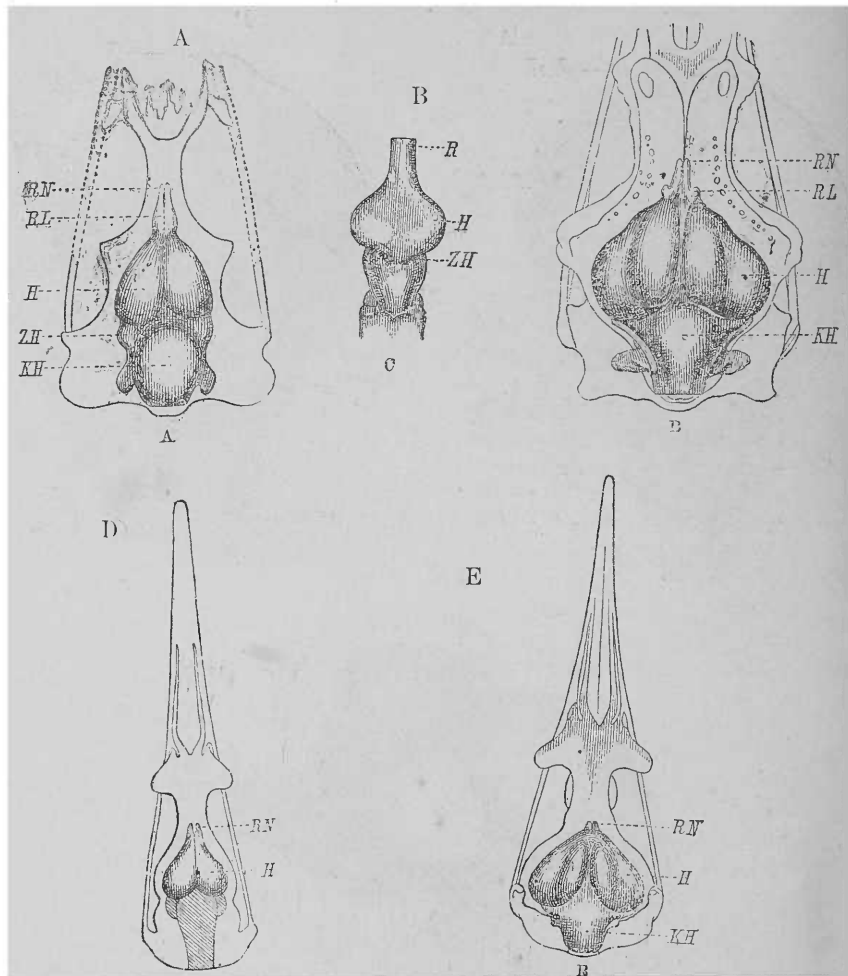


Fig. 153. — **A** Cervello dell'*Hesperornis regalis*, **B** dell'*Alligatore*, **C** del *Colymbus torquatus*, **D** dell'*Ichthyornis*, **E** della *Sterna cantiaca* (da MARSH). *RL* Lobi olfattorii, *RN* Nervi olfattorii (*R*), *H* Emisferi, *ZH* Cervello intermedio, *KH* Cervelletto.

notevole dimensione del cervello anteriore e del suo ganglio fondamentale. Coscicchè le parti posteriori vengono per lo più ricoperte dalle altre e si rivolgono al basso. Solo il cervello posteriore, completamente esteso, rimane scoperto, e rinchiude posteriormente la fossa romboidale. Esso consta di una parte mediana assai sviluppata e ricurva, già visi-

bile nei rettili, e di due parti laterali variabilissime per forma e grandezza (floculi).

Le due metà del cervello mediano (1) sono fra loro disgiunte e volte al basso, e avvicinandosi lateralmente al chiasma degli enormi nervi ottici, vengono a trovarsi nel seno formato dal cervello anteriore, posteriore e terminale. I lobi olfattorii, anche là dove sono presenti, sono pochissimo sviluppati.

La *glandula pineale* può spostarsi in seguito al grande sviluppo del cervello anteriore, e in molti uccelli non è volta all'avanti, ma all'alto e un po' all'indietro. Le sue pareti sono in gran parte degenerate in tessuto connettivo, e la loro estremità distale aderisce sempre alla dura madre; quest'organo ha internamente una struttura epiteliale a glandule tubulose, ed è ricco in tessuto fibroso e vasi. Come dappertutto nell'epifisi del cervello, anche in quella degli uccelli si può distinguere una più voluminosa parte distale, e una parte prossimale allungata, posta alla parte superiore del cervello intermedio, che con la sua parte mediana e anteriore è incuneato nel cervello mediano.

In corrispondenza alla base del cranio, molto saliente, anche l'asse longitudinale del cervello prende una direzione così ripida, da descrivere quasi un angolo retto con l'asse longitudinale del capo formato dal prolungamento all'indietro della fessura del becco. Gli uccelli dentati del cretaceo, e soprattutto l'*Hesperornis*, possedevano un piccolissimo cervello, e quindi piccolissimi emisferi. Il loro cervello sta assai più vicino a quello dei rettili recenti (*Alligator*) che a quello di qualsiasi uccello attuale. I lobi olfattorii, che, come vedemmo, hanno una parte affatto secondaria, erano assai sviluppati negli uccelli dentati. I nervi olfattorii giungono alla cavità nasale per due fori. Il nervo ottico e il cervello posteriore, munito di distinti *floculi*, erano assai grossi.

Mammiferi.

Nei mammiferi la regione corticale del cervello anteriore, ancora incompleta nei sauropsidi, diventa una copertura poderosa dell'intero cervello talora increspata. Molti mammiferi, però, hanno emisferi lisci; negli stadii embrionali il cervello somiglia a quello dei rettili e degli uccelli, in seguito, col notevole differenziamento del mantello, assume il suo carattere speciale. A sviluppo completo la parte corticale si estende, come già notammo, sopra una gran parte del cervello o su tutto.

La ragione delle solcature della corteccia cerebrale sta in due fattori: 1.º nel suo sviluppo indipendente; 2.º nella mancanza di corrispondenza tra l'accrescimento del cervello e quello del cranio

Dalla corteccia derivano molte fibre (corona dei bastoncini). Il loro numero è relativamente alto nell'uomo, ma nei rosicchianti è piccolissimo.

Inoltre, nella corteccia si sviluppa una copiosa rete fibrosa che riunisce tutte le sue parti. Altri potenti fasci attraversano gli emisferi,

(1) Anche nel cervello mediano si trova una parte corrispondente alle eminenze quaduple dei mammiferi.

unendo le singole regioni del loro mantello. Anche il sistema delle commessure si sviluppa assai, e specialmente la commessura del mantello (trave) in corrispondenza all'estensione del mantello, diventa un organo importante. Non si deve, però, credere che a ciò si arrivi rapidamente; il processo è lungo e lento, di grado in grado sino ai primati. Ciò è dimostrato dai monotremi, marsupiali e sdentati, i quali,

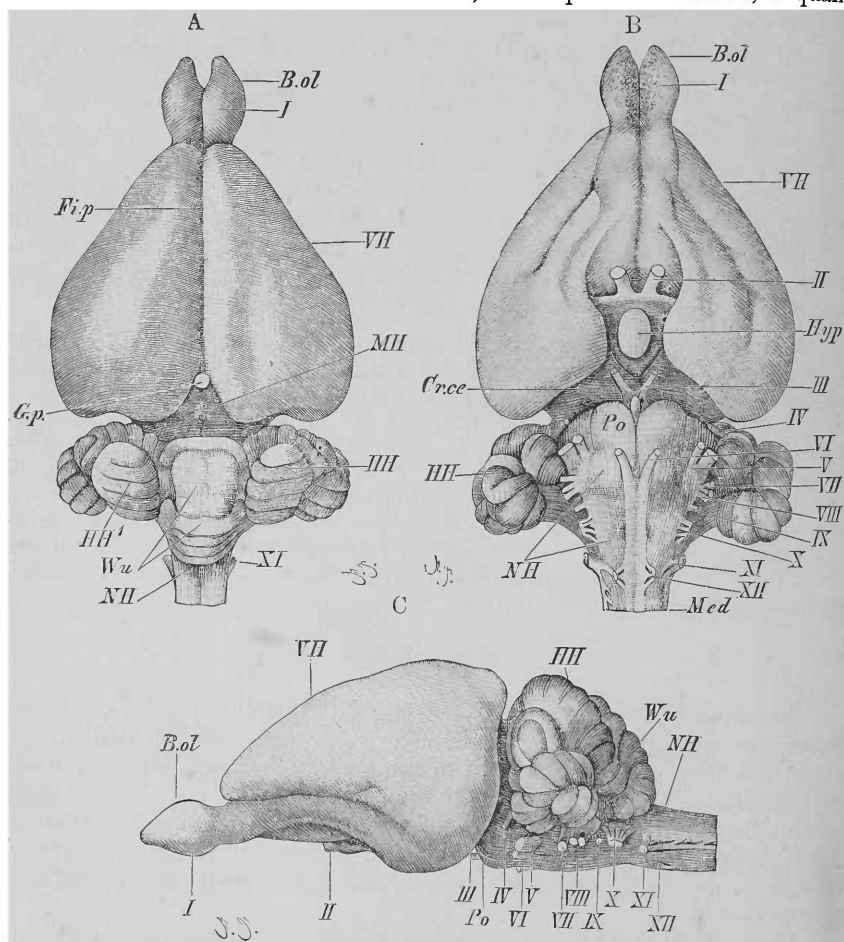


Fig. 154. — Cervello del coniglio. **A** lato dorsale, **B** ventrale, **C** di profilo. *VII* Cervello anteriore, *MH* Cervello mediano, *HH*, *HH'* Parte laterale (emisferi) del cervello posteriore, *Wu* Segmento mediano del cervello posteriore (verme), *NH* Cervello terminale, *med* Midollo, *G.p* Glandula pineale, *Hyp* Iposifi, *Po* Regione del ponte, *Cr.ce* Peduncoli, *F.v.p* Fessura del mantello, *B.ol* Bulbo olfattorio, da cui esce il nervo olfattorio, *I-XII* Nervi cefalici.

oltre a un piccolissimo abbozzo del corpo calloso, posseggono anche molti altri accenni di uno sviluppo inferiore del cervello. Lo stesso vale pel cervello dei roscanti, degli insettivori e di alcuni chiroterri.

Il corno di Ammone e la fornice raggiungono un alto sviluppo.

Nella commessura anteriore le fibre congiungenti i lobi temporali raggiungono una grande estensione, mentre la regione dei nervi olfattorii, predominante negli anfibi e nei rettili, rimane ancora visibile, ma si riduce nei primati in confronto delle altre fibre di tale commessura.

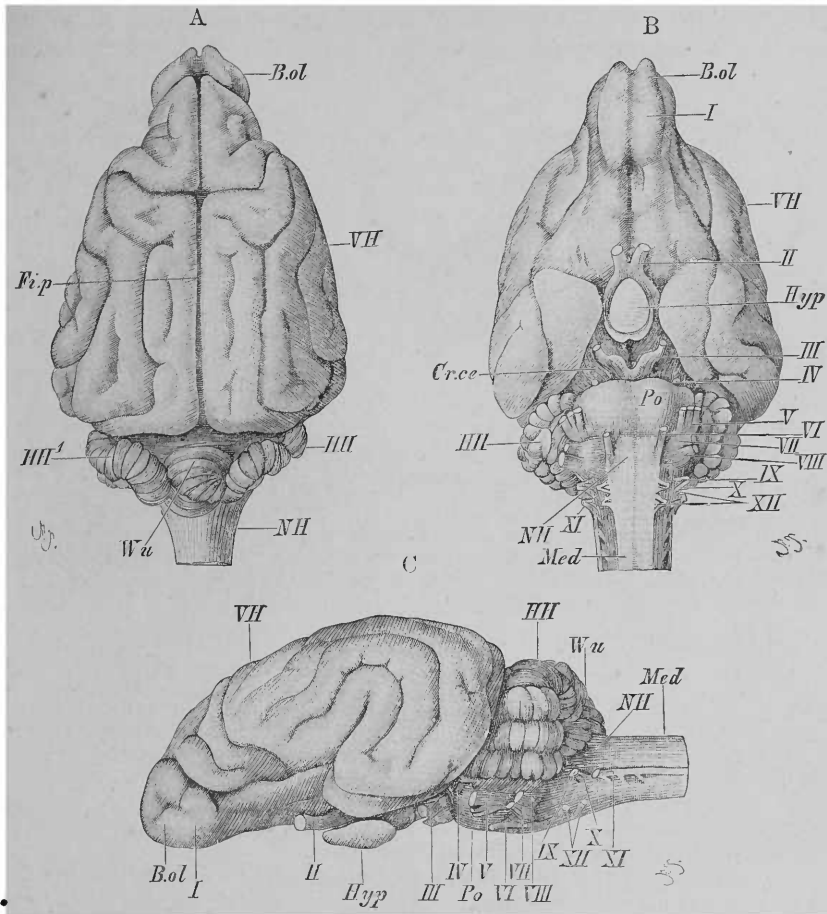


Fig. 155. — Cervello di un cane da caccia. **A** lato dorsale, **B** ventrale, **C** di profilo. *VH* Cervello anteriore, *HH*, *HH'* Parte laterale (emisferi) del cervello posteriore, *Wu* Parte mediana (verme) del cervello posteriore, *NH* Cervello terminale, *Med* Midollo spinale, *Fi.p* Fessura del mantello, *Cr.ce* Peduncoli, *Hyp* Ipofisi, *Po* Ponte, *B.ol* Bulbo olfattorio da cui escono i fili olfattorii (nervi olfattivi), *I-XII* Nervi cerebrali.

Il ganglio basale è circondato e trapassato da fibre derivanti dal mantello (Peduncoli anteriori della capsula interna dei primati). In contrapposto a tutti i vertebrati inferiori ai mammiferi, il ganglio basale va sempre riducendosi e quasi si annulla rispetto all'intero cervello.

Già da lungo tempo si usa, nel cervello dei mammiferi e specialmente in quello dell'uomo, distinguere non solo delle circonvoluzioni e dei sol-

chi (1), ma anche dei lobi (lobo frontale, parietale, temporale, occipitale e centrale) (V. fig. 157), sebbene ciò corrisponda assai poco al vero.

A molto maggior ragione si possono impiegare pel lobo olfattorio (fig. 154, 155). Esso sta o nella continuazione anteriore del cervello frontale,

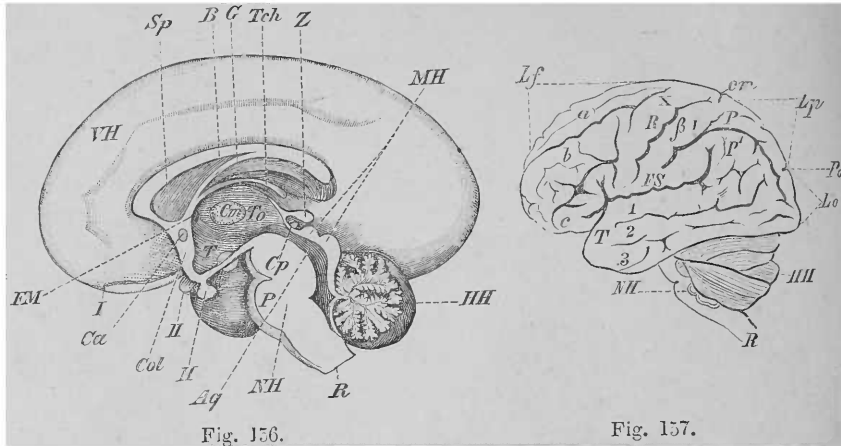


Fig. 156. — *Cervello dell'uomo, Sezione mediana.* *VH* Cervello anteriore, *To* Talamo ottico (cervello intermedio) con la commessura mediana *Com*. *Z* Glandula pineale, *T* Infundibolo, *H* Ipofisi, *MH* Cervello mediano con l'acquedotto di Silvio *Ag*, anteriormente la commessura posteriore *Cp*, *HH* Cervello posteriore, *NH* Cervello terminale col ponte *P*, *R* Midollo spinale, *B* Travi, *G* Volta che dall'avanti e al basso va a finire nella columella (*Col*); *Ca* Commessura anteriore, tra esse e il bulbo ottico (*To*) il foro Monroi (*FM*), *Tch* Tela corioidea, *I* N. olfattorio, *I* nervo olfattorio, *II* nervo ottico.

Fig. 157. — *Circonvoluzioni cerebrali dell'uomo, da A. ECKER.*

Lf } frontale
Lp } Lobo } parietale
Lo } } occipitale
T } } temporale

a, b, c Circonv. frontale superiore, mediana ed esterna, *X, β I* Circonv. centrale anter. e poster. divisa dal solco di Rolando (*R*), *cm* Solco calloso-marginale, *PP¹* Circonv. parietale esterna e interna, divise dal solco interparietale (*I*), *Po* Solco parieto-occipitale, *FS* Fossa di Silvio, 1-3 Circonv. temporale superiore mediana e inferiore, *HH* Cervello posteriore, *NH* Cervello terminale, *R* Midollo.

chiaramente visibile, o, entrando in regressione, vien coperto dal cervello frontale (molti mammiferi acquatici e primati).

In seguito a ciò si distinguono mammiferi *osmatici* e *anosmatici* (con lobo olfattorio esteso o retratto).

Crescendo le dimensioni del cervello, anche il ventricolo laterale si differenzia in parecchie sottosezioni, dette corno anteriore, posteriore e inferiore (2).

Il cervello mediano (*corpo bigemino*) distinto in quattro porzioni da un solco in croce (3), in confronto a quello dei vertebrati inferiori

(1) Per le varie circonvoluzioni dei mammiferi, vedi fig. 155 e 157. Per maggiori particolari, vedi il Trattato esteso.

(2) Sul sistema ventricolare in generale, vedi l'introd. del sistema nervoso centrale.

(3) La glandula pineale sta sulle eminenze quadrigemelle anteriori, e si allontana molto dalla sua originaria struttura. In primo luogo, nel tempo postembrionale essa è coperta completamente dagli emisferi anteriori, in cui si sprofonda, e così non ha alcun contatto col cranio e le meningi; in secondo luogo, si trasforma in un sacco rotondo-ovale, o

è assai ridotto, mentre è assai sviluppato il cervello posteriore o *cervelletto*.

Fig. 158. — *Sistema fibroso del cervello dell'uomo e dei mammiferi*, schematico (da A. ECKER). *Cacb* Peduncoli dal midollo al cervelletto. *Cap* Peduncoli dal cervelletto al ponte, *Cac* Peduncoli dal cervello ai corpi bigemelli, *C.C* Peduncoli del cervello. *HM* Emisferi, *Cs* Corpo striato, *Th* Talamo ottico, *L* Lemnisco, *P* Ponte, *HH* Cervello posteriore (cervelletto).

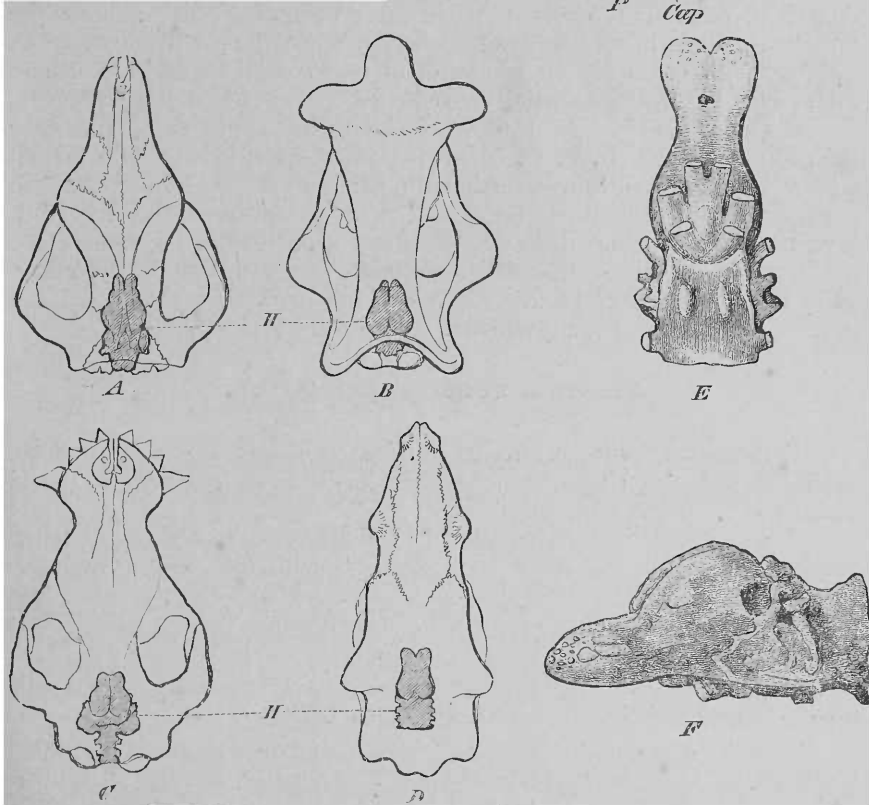
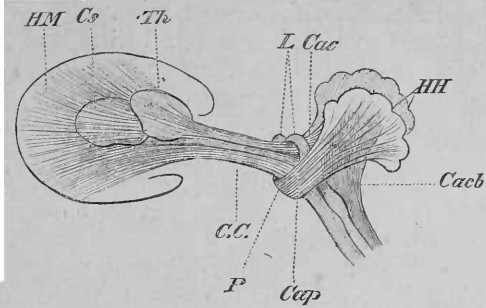


Fig. 159. — Modello cerebrale di mammiferi fossili (MARSH).

A	} Cranio e cervello di	} Tillotherium fodiens Brontotherium ingens Coryphodon hamatus Dinoceras mirabile.
B		
C		
D		

E, F Lato ventrale e laterale del cervello del *Dinoceras mirabile*.

anche piatto, fatto d'epitelio compatto e pieno delle cosiddette molecole cerebrali. È riunita alla sua matrice, il cervello intermedio, cioè la superficie mediana del lobo ottico (stria midollare), da due forti pilastri diretti in avanti, i *peduncoli coronari* o *dell'epifisi*. La parete anteriore dell'originario tubo pineale, che sta fra essi, è trasformata connettivamente. Solo nei peduncoli persistono anche allo stato adulto elementi nervosi.

La divisione di esso in un segmento medio e due laterali, già visibile nei rettili, diventa ancor più evidente nei mammiferi. Il primo si trasforma nel *verme*, gli altri, nei tipi superiori, diventano gli emisferi cerebellari. Coll'accrescimento di essi ha luogo anche la formazione d'una grande commessura, il *ponte*. Esso avvolge dal lato ventrale il cervello terminale, o midollo allungato, a mo' di capestro, e ha uno sviluppo diverso a seconda del grado sistematico del mammifero.

Il sistema fibroso, esteso, vien indicato come *crura medullae ad cerebellum*, *crura cerebelli ad cerebrum* e *crura* o *pedunculi cerebri* (fig. 158).

Parleremo, infine, di alcuni mammiferi fossili (dell'eocene del Nord-America), del cui cervello possiam farci un esatta idea, almeno per quanto riguarda la configurazione esterna, mercè i modelli intracranici. Tali cervelli, come dissi a proposito di quelli degli odontorniti, danno molta luce sulla filogenia del cervello dei vertebrati in generale.

Il cervello di questi fossili, specialmente quello del *Dinoceras mirabile* (fig. 159. **D, E, F**), è caratterizzato specialmente dal suo piccolo volume, e ciò vale specialmente pel cervello anteriore. Da ciò proviene che il cervello di tali fossili ricorda assai quello dei lacertini, e, se non conoscessimo dallo scheletro che appartiene a dei mammiferi, potremmo ritenerli appartenenti a delle tartarughe. Per farsi un'idea della loro piccolezza, basta notare che tali cervelli possono entrare liberamente in una gran parte del canale vertebrale (MARSH).

Sistema nervoso periferico.

Il sistema nervoso periferico riunisce fisiologicamente la periferia del corpo col sistema nervoso centrale in direzione *centrifuga* (nervi motori) e *centripeta* (n. sensibili).

A seconda della loro posizione, si distinguono due sorta di nervi periferici, cioè gli *spinali* e i *cerebrali*, quelli, cioè, che stanno rispettivamente nel territorio del midollo e del cervello. I primi son più semplici e facilmente esplicabili, e derivano o dalla metà dorsale o dalla metà ventrale del midollo, cosicchè in ogni segmento del corpo si può distinguere un paio di nervi *superiore (dorsale)* e *inferiore (ventrale)*. Quello contiene fibre *sensibili*, questo *motrici*.

Quant'è facile scoprire l'origine del sistema nervoso centrale, altrettanto è difficile far lo stesso pel periferico. Ciò è cagione fin ad oggi di controversie, specialmente per l'origine dei *gangli spinali* o dei *nervi dorsali spinali*. Si tratta, però, come indicò J. Beard, non già di quel tratto che His chiamò *cordone intermedio*, sibbene di quella zona dell'ectoderma, che sta tra esso e il tubo midollare.

Quanto a me, ritengo che l'abbozzo gangliare non derivi dal punto di chiusura del tubo neurale, ma dalla parte del foglietto esterno, che è limitata nella lamina midollare, cosicchè l'abbozzo gangliare-spinale sembra preformato, prima che il sistema nervoso centrale sia racchiuso nel suo tubo, ossia i ganglii sonoper così dire, assunti in esso dalla periferia. Lo stesso vale, come mostrerò poi, pei ganglii dei nervi cerebrali.

Formati i gangli, vi è un breve periodo nel tempo fetale in cui essi

stanno in connessione o con la periferia o col tubo neurale (forse è un processo cenogenetico). La proliferazione, in senso centrifugo e centripeto, delle cellule contenute nei ganglii conduce alla formazione delle radici nervose dorsali o sensibili del midollo spinale. Queste ricevono il loro materiale dai ganglii spinali mentre le radici motrici nascono dalla zona ventrale del midollo spinale. Non è ancor ben chiaro se si tratti, come opinano His ed altri, di un accrescimento del cilindrase, o, come io credo, di un abbozzo *cellulare* dei nervi. Parlano in favore di quest'ultimo modo di vedere i lavori di Balfour, Beard e Van Wijhe.

I nervi cefalici hanno la stessa origine dei nervi spinali, cioè derivano in parte direttamente dalla porzione ventrale del tubo cerebrale primitivo, a modo dei nervi midollari motori (*N. oculomotorio, troclearo, abducente, accessorio e ipoglosso* (lato ventrale), in parte sorgono a destra e a sinistra della linea mediana dorsale. È, dunque, un modo di sviluppo simile a quello che ho indicato pei nervi spinali dorsali. La massa cellulare proliferante si estende in forma di un cordone continuo (*lista nervosa* degli antichi autori) non solo lungo l'intero midollo spinale, ma comprende anche il cervello fino alla sua estremità anteriore. Qui, come là, la massa cellulare originariamente omogenea si differenzia in *ganglii*, dai quali, nella regione cerebrale, derivano i nervi *trigemino, acustico-facciale, glosso-faringeo* e il *vago*.

Il territorio d'origine di tutti questi nervi sta dapprincipio nel prolungamento assiale della regione delle radici sensibili del midollo, cioè, nei confini dorsolaterali del tubo neurale. Però, tosto vi si manifestano delle differenze. Mentre, cioè, le radici spinali dorsali persistono nel loro *locus nascendi*, le radici corrispondenti dei nervi cerebrali si volgono al lato basale (evidentemente per l'influenza del cervello che si sviluppa), e assumono perciò una posizione affatto diversa dalle radici spinali dorsali.

Tale differenza è certamente notevolissima, ma è ancor più notevole questo, che tali nervi cerebrali sono di natura mista, composti, cioè, di elementi sensibili e motori. Essi, però, non innervano, come i nervi cerebrali ventrali, i muscoli che sorgono dai somiti cefalici (muscoli degli occhi, e muscoli che vanno dal capo al cinto toracico), ma stanno in rapporto coi muscoli che derivano dalle piastre laterali. A motivo di ciò, la legge di Bell pel segmento cefalico dei vertebrati ha un valore assai ristretto (J. W. Van Wijhe).

A base delle preesposte idee stanno soprattutto le osservazioni sugli embrioni dei selaci, e ciò ci testimonierebbe il carattere originario di tali disposizioni. Non posso, però, fare a meno di citare le ricerche di His intorno allo sviluppo dei nervi cerebrali umani, ove vengono in campo alcune questioni che provano, come pel difficile problema dell'origine dei nervi cerebrali non si sia detta ancora l'ultima parola. Non credo perciò decidere se si tratti d'una scomparsa dei caratteri originari, e d'una comparsa di fenomeni secondari.

His parla di nuclei motorî del vago, del glosso-faringeo e del trigemino, e mette in questa categoria anche l'intero facciale (!). Tutti questi nuclei, compresi quelli dell'accessorio, stanno nel prolungamento anteriore della zona delle corna laterali del midollo.

In contrapposto i nuclei dei nervi dei muscoli oculari e dell'ipoglosso stanno sul prolungamento dei nervi spinali ventrali appartenenti alla zona delle corna anteriori del midollo. Siccome, però, alla formazione di essi partecipano tanto degli elementi delle corna laterali, come delle corna anteriori, non si può parlare di uno stretto parallelo fra le due formazioni. Dal midollo cervicale in poi, ossia dopo la presenza dell'accessorio, si tratta, dunque, della divisione del nucleo midollare nastroforme in due nuclei paralleli allungati, che si continuano col cervello. Nella serie superiore di nuclei devonosi cercare le parti motrici del trigemino, del glosso-faringeo, del vago, dell'infero facciale e della parte cefalica dell'accessorio, nella serie inferiore (ventrale) i nervi dei muscoli oculari e dell'ipoglosso.

Dobbiam, dunque, ritenere che nella regione d'ogni nervo dorsale (sensibile), sia esso cerebrale o spinale, sta originariamente un *ganglio spinale*, mentre ciò non avviene pei nervi ventrali.

In generale, le due radici nervose da ciascun lato del ganglio si uniscono fra di loro; però, vi son delle prove per ritenere che gli antenati degli attuali vertebrati dovean possedere radici nervose dorsali e ventrali separate, com'è ancor oggi il caso dell'*Amphioxus* e delle lamprede (1).

Dal punto d'unione in avanti, il tronco comune si divide di nuovo in un ramo *dorsale, ventrale e intestinale*. Il primo va ai muscoli e alla pelle del dorso, il secondo innerva le pareti laterali e ventrali, il terzo si mette in connessione col sistema simpatico.

I) *Nervi spinali.*

Mentre il paio superiore e inferiore di nervi sta generalmente in uno stesso piano trasversale, si trova un'eccezione a questa regola nell'anfiosso (2), nei ciclostomi, nei selaci e nei dipnoi, poichè all'asimmetria dei somiti si connette l'alternanza dell'uscita dei nervi a destra e sinistra, oppure il paio anteriore si scambia col posteriore. Anche nei ganoidi vi sono disorientamenti laterali delle radici nervose.

Mentre nei pesci avvengono molte variazioni nell'uscita dei nervi (attraverso i pezzi intercalari e gli archi, o tra di essi), dagli anfibi in poi i nervi spinali escono regolarmente ad ogni lato tra gli archi, pei *fori trasversali*.

Nel loro stato originario, indifferente, dobbiamo figurarci i nervi spinali come ordinati metamericamente e fra loro simili nelle varie regioni del corpo. Quando appaiono le estremità (come già notai descrivendo il midollo), avviene un mutamento, cioè un gran numero di nervi spinali si fonde in *plessi*, chiamati, dalla loro topografia, *plesso cervicale, brachiale, lombare e sacrale*. Il numero dei nervi che li compongono e la loro potenza stanno solitamente in proporzione con lo svi-

(1) Nel *Bdellostoma* e nella *Myxine* avviene la fusione delle radici dorsali e ventrali.

(2) Nell'anfiosso i nervi s'alternano non solo tra destra e sinistra, ma anche tra lato dorsale e ventrale, cosicchè un nervo dorsale destro trovasi nella stessa sezione trasversale con un nervo ventrale sinistro. Le due paia di nervi cerebrali dell'*Amphioxus* non sono disorientati.

luppo delle estremità; ma non possiamo entrare in una speciale descrizione, e basti notare le cose più importanti.

In contrapposto a quanto avviene nei pesci, i cui plessi, per la loro grande variabilità, non possono rannodarsi sotto un unico punto di vista,

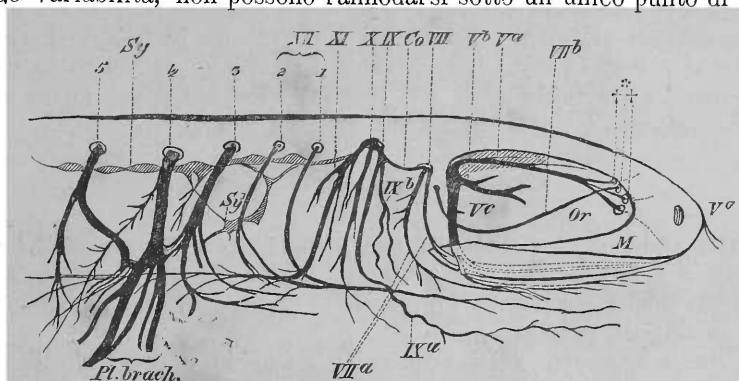


Fig. 160. — *Nervi cranici e plesso ascellare della Salamandra atra.* V^a Ramo oftalmico, V^b Ramo mascellare, V^c Ramo mandibolare del trigemino, †† Entrata del ramo oftalmico nella cavità nasale in avanti verso il muso, VII Facciale, VII^a Ramo ioideo mandibolare, VII^b Ramo palatino, che in * entra nella cavità nasale, Co Unione tra il facciale e il glosso faringeo (IX), IX Ramo linguale del glosso-faringeo, IX^a suo ramo faringeo, X Vago, XI Accessorio di Willis, XII Ipoglosso (i due primi nervi s'inali), 1-5 i primi 5 nervi spinali, Pl. brach. Plesso brachiale, Sy Limiti del simpatico, che si unisce in Sy¹ coi nervi spinali, Or Orbita, M Mascella.

dagli anfibi in su tutti i vertebrati hanno un aggruppamento tipico dei rami del *plesso brachiale*. Vi si distingue cioè: 1) *N. toracici superiori* (n. dorsale della scapola e toracico posteriore o laterale dell'anatomia umana). 2) *N. brachiali superiori*, omologhi ai n. subscapolari, cutaneo interno minore del braccio (in parte), ascellare e radiale dell'uomo. 3) *N. brachiali inferiori e toracici inferiori*, ossia nervi toracici o pettorali anteriori, cutaneo interno maggiore o medio del braccio, muscolo cutaneo, mediano e ulnare (in parte).

Il plesso lombare e sacrale offre in generale, e specialmente nei mammiferi, delle oscillazioni molto maggiori del plesso brachiale. I nervi che partono da esso chiamansi *otturatorio*, *crurale* e *ischiatico*. Nell'estremità libera il n. ischiatico si divide nel *tibiale* e nel *fibulare*.

In questi animali che hanno già da lungo tempo perduto le estremità, si è perduta di solito anche ogni traccia dei relativi plessi. Ciò vale, p. es., pei gimnofioni e pel segmento posteriore della *Siren lacertina*. I serpenti, invece, posseggono ancora un *plesso brachiale* formato di 2-3 nervi, che prova l'antica presenza delle estremità anteriori e ricorda il *plesso brachiale* degli altri rettili (1). Si possono osservare anche nei serpenti delle tracce di muscoli toracici.

Lo stesso è per le estremità posteriori, di cui sono ancor conservati i resti del plesso nervoso e talora anche dei muscoli e dello scheletro.

L'allungamento progressivo del tronco deve considerarsi come il momento causale della riduzione degli arti.

(1) V. il già citato lavoro di VAN BEMMELEN.

Quando questi nervi non s'uniscono più in un plesso per l'estremità anteriore e posteriore, essi innervano i muscoli cutanei.

La ragione ultima della formazione dei plessi sta: 1) Nell'adattamento del cingolo nelle estremità, constatabile filogeneticamente e in parte anche ontogeneticamente, poichè gli arti entrano in maggiori rapporti coi nervi spinali, quanto più crescono in volume. 2) Nel modo con cui si formano gli abbozzi degli arti mercè la fusione d'una forma di vertebre originarie (v scheletro degli arti dei selaci).

2) *Nervi cerebrali o cranici.*

Già vedemmo come vi sia una coincidenza nella genesi dei *nervi spinali* e *cranici*; però, bisogna anche notare che vi sono molte e gravi difficoltà che si oppongono all'intento di raggiungere un chiaro concetto delle condizioni originarie.

Questa cosa non deve sorprendere, quando si pensi che la storia del cervello non può separarsi dalla storia originaria del capo, e che tutti i fattori che qui entrano in campo devono aver portato la loro influenza modificatrice nella stessa guisa, tanto sullo scheletro come sul cervello.

Ad onta di ciò, numerose ricerche intraprese nel corso di questi ultimi dieci anni, e condotte in modo efficace, hanno portato a risultati che, se non rischiarano del tutto la questione, mostrano tuttavia un importante progresso della nostra scienza, e aprono più larghi orizzonti. Eccelle in tale campo il lavoro di J. W van Wijhe sul capo degli embrioni dei selaci, in cui si prova che, anche nel capo, tutti i nervi (eccettuati l'olfattorio e l'ottico) si possono distinguere in singoli segmenti originarii (metameri), come quelli del tronco Vedi riguardo a ciò la seguente tabella, la quale, fuorchè in alcuni punti riguardanti il vago e l'ipoglosso, si basa sugli studi di Wijhe.

Specchietto della distribuzione segmentale dei nervi cranici in corrispondenza ai metameri.

<i>Metamere I</i>	Rami ventrali	Rami dorsali
M. retto superiore, inf. int. e obliquo inf.	Oculomotorio (III)	Ramo oftalmico profondo del trigemino (V).
<i>Metamere II</i> Obliquo sup.	Trocleare (IV)	Trigemino (V), toltone il ramo oftalmico profondo.
<i>Metamere III</i> Retto esterno.	Abducente (VI)	} Acustico (VIII) e facciale (VII).
<i>Metamere IV</i> Muscoli che presto si riducono.	manca	
<i>Metamere V</i> Muscoli c. s.	manca	Glosso-faringeo (IX).

<i>Metamere VI e VII</i>	} Le due radici anteriori, poste dal lato boccale, dell'ipoglosso.	} Vago (1).
<i>Metamere VIII e IX</i>		

Le variazioni fatte alla tabella di Van Wijhe corrispondono a parecchi reperti da me fatti nel cervello dei dipnoi. Io mi intesi su di ciò col Van Wijhe e quanto segue costituisce la nostra comune opinione sui rapporti del vago con l'ipoglosso.

Negli embrioni di *Scyllium* esistono quattro miotomi occipitali, di cui i tre posteriori posseggono ciascuno una radice nervosa ventrale. Presso il miotomo anteriore, assai rudimentale, non si può riconoscere, neppure ontogeneticamente, una radice ventrale, la quale, però, anticamente doveva esistere. In un certo stadio embrionale il vago si incrocia col primo e secondo miotomo; invece, il miotomo terzo e quarto posseggono speciali radici dorsali che più tardi di nuovo scompaiono (Froriep).

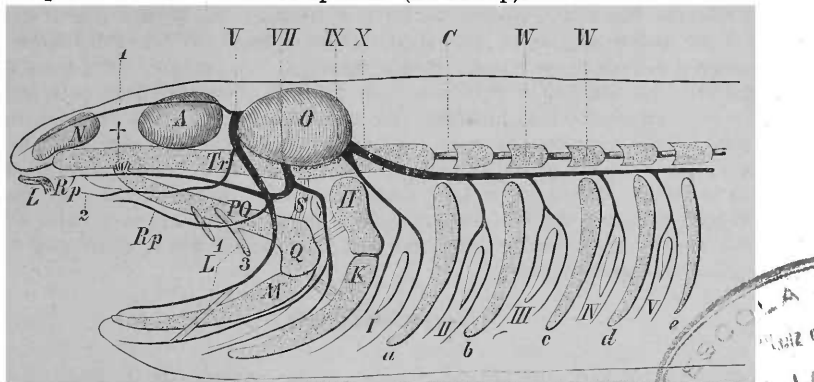


Fig. 161. — Disegno schematico dei nervi cranici segmentali nel cranio dei setacci. NAO Le tre vescicole di senso, Tr Trabecole, Q e PQ Quadrato e Palato-quadrato, unito in + alle trabecole con tessuto connettivo, M Mandibola, L, L' Cartilagine labbiale, H Iomandibolare, K Arco dell'ioide, a-e Otto archi branchiali, fra cui si vedono le fessure branchiali (I-V), S Spiracolo, C Corda, W, W Corpo di vertebra, V N. trigemino, 1, 2, 3 i suoi tre rami principali, Rp Suo ramo palatino, VII N. facciale, Rp Suo ramo palatino, IX, X Glossofaringeo e vago.

Su questi fondamenti si può credere che quel filamento dell'ipoglosso che non si sviluppa neppure nell'ontogenia e quello che immediatamente gli succede, appartengono al territorio del vago. Ciò è confermato dall'anatomia dei dipnoi e specialmente del *Protopterus*, in cui si trovano ancora i quattro filamenti dell'ipoglosso (fig. 165). I due anteriori, che stanno completamente sul livello del vago, giungono al suo ganglio; i due posteriori giungono al cranio per mezzo di speciali fori. Però, ai lati del cranio tutti e quattro si riuniscono e anche il primo nervo spinale fornisce una anastomosi. In tal modo i nervi cranici del *Protopterus* (che solo tra tutti i vertebrati possiede

(1) Nella regione del Vago si sono senz'alcun dubbio perduti alcuni miotomi, che non si presentano più neppure nell'ontogenia.

anche allo stadio adulto delle radici dorsali dell'ipoglosso) hanno una disposizione ancora più primitiva di quella dei selaci.

Il nervo undecimo, o accessorio di Willis, sta in stretta relazione con la parte motrice del vago: però, fa una chiara comparsa solo nei rettili. Evidentemente, esso ha carattere spinale.

Prima di procedere alla descrizione dei singoli nervi cranici, devo ricordare alcuni fatti interessanti osservati da Van Wijhe, Beard e Frioriep. Trattasi della fusione degli abbozzi gangliari del nervo facciale, glosso-faringeo e vago, con l'epitelio della cute, che avviene negli embrioni dei vertebrati superiori e inferiori. La pelle si accresce e si ispessisce nella corrispondente regione, cioè al margine dorsale delle fessure branchiali che stanno vicine ai detti nervi. Differenziandosi essa sempre più dalle parti circonvicine, si forma una specie di organo sensorio cutaneo (branchiale). La massa cellulare gangliare va intanto sempre più approfondandosi con l'unito epitelio, nel tessuto mesodermico.

Quanto alle conseguenze che Beard deduce dalla costituzione di quest'organo sensorio branchiale, vedi il trattato esteso. Qui accennerò solo al ramo laterale del nervo vago. Anche nell'abbozzo di questo nervo dei pesci e degli anfibi acquatici, che si estende dal capo all'estremità della coda (vedi organi dei sensi) — e nello stesso modo si comportano tutti i nervi degli anamni che stanno in relazione con gli organi sensori della pelle nel territorio del trigemino, del facciale, del glosso-faringeo e del vago — trovasi una così intima fusione dei nervi col foglietto corneo che sta lungo la linea laterale, che in quei punti in cui entrambi sono strettamente uniti, non si può sicuramente distinguere se i nuclei cellulari appartengano ai nervi o agli organi sensori. Queste scoperte sono importanti in riguardo alla sovraccennata controversia sulla questione dell'origine dei nervi periferici e specialmente dei nervi sensori.

Nervo olfattorio.

Il nervo olfattorio consta sempre d'un complesso di fibre che partono dal lobo o bulbo olfattorio. In questa regione non incontrasi uno speciale somite. Il lobo olfattorio è un'appendice del cervello anteriore secondario, in cui si continua il sistema dei ventricoli. Esso è talvolta in larga connessione con la massa degli emisferi, oppure si riduce a un semplice tratto olfattorio che porta alla sua estremità un rigonfiamento a clava (bulbo olfattorio) considerato pure come una parte del cervello. Dal bulbo parte in tal caso lo speciale nervo olfattorio con un numero più o meno grande di *filamenti olfattorii*.

Numerose variazioni esistono quanto alla forma e alla grandezza del lobo e del bulbo olfattorio, come anche quanto alla lunghezza e alla grossezza del tratto olfattorio. Ciò tanto per il numero delle fibre, che per la grossezza complessiva del nervo. Varia anche assai il numero delle radici nervose. Mentre, per esempio, i cordoni nervosi dei teleostei e dei mammiferi, dapprima ben divisi fra di loro, si avvicinano poi strettamente, fondendosi in un solo tronco, in parecchi anfibi, come, ad es., nella *Pipa dorsigera*, la fusione avviene appena prima dell'entrata nella capsula olfattoria, disposizione che abbiamo trovata tanto sviluppata nei gimnofioni (*Epicrium glutinosum*), che il sottile paio dorsale e il grossissimo paio ventrale stanno com-

pletamente fra loro distinti, e attraversano l'etmoide per mezzo di speciali aperture molto lontane fra di loro (Wiedersheim).

In tutti gli anfibî, ad eccezione del *Menopoma*, in tutti i rettili ed uccelli, ed anche nei monotremi, non esiste una lamina cribrosa, ma il nervo olfattorio entra *indiviso* nella cavità nasale. Dai marsupiali in su si trova sempre, invece, la lamina cribrosa e i filamenti che partono dal bulbo olfattorio procedono spesso in parecchie serie parallele.

Nervo ottico.

Come vedemmo, il nervo ottico parte da quel prolungamento del cervello anteriore primario che dicesi vescicola oculare primitiva. Esso è, dunque, una parte del cervello e perciò ha rapporti di parentela col lobo olfattorio.

A proposito dell'anatomia dell'occhio, mi diffonderò maggiormente sul suo sviluppo il quale è congiunto con quello della retina. In generale, il nervo ottico sta in relazione diretta con la grandezza degli occhi. Quanto ai suoi rapporti topografici col cervello, ne ho già tenuto parola, e rimando perciò alla descrizione del cervello intermedio.

Nella maggior parte dei casi si possono distinguere nel nervo ottico *tre* più o meno chiaramente differenziati segmenti, chiamati *tratto ottico*, *chiasma*, *nervo ottico*.

Si trova sempre un chiasma, cioè un incrociamiento dei due nervi ottici, sebbene esso non si trovi dappertutto libero alla base del cervello, ma talvolta, come avviene nei mixinoidi, nei dipnoi e in una parte delle lamprede, sia approfondito nella sostanza cerebrale, ciò che prova la sua posizione centrale originaria.

In molti teleostei v'è solo una sovrapposizione dei due nervi ottici (fig. 162 A): però, in alcuni (*Harrenghus*, *Engraulis*) uno dei nervi ottici passa attraverso a una fessura dell'altro. Questa disposizione si sviluppa sempre più nei rettili, finchè veniamo a un complicato intrecciamento scambievole (fig. 162, B, C, D). Nei mammiferi questo intreccio diventa così fino, che lo si può riconoscere solo con le sezioni microscopiche (fig. 162 E).

Nervi dei muscoli oculari.

I nervi dei muscoli oculari, cioè dell'oculomotorio, del trocleare e dell'abducente, innervano i muscoli che muovono il bulbo dell'occhio, come ho precisato nella precedente tabella sulla divisione metamERICA dei nervi cranici.

Il nervo *oculo-motorio* che innerva il muscolo retto superiore, inferiore e interno e il muscolo obliquo inferiore, sorge alla base del

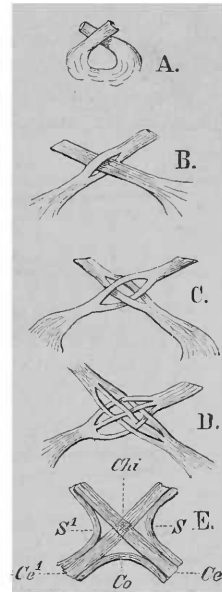


Fig. 162. — Chiasma dei nervi ottici (schematico) **A** Della maggior parte dei pesci, **B** dell'aringa, **C** della *Lacerta agilis*, **D** di un agamo. **E** di un mammifero superiore. *Chi* Chiasma. *Ce*, *Ce'*, *S*, *S'* Fibre nervose, *Co* Commesure.

cervello mediano. Vicino ad esso v'è un nodo nervoso (ganglio del nervo oculo-motorio) di cui parlerò a proposito del trigemino.

Il *trocleare*, ad onta della posizione ventrale del suo nucleo, esce al lato dorsale dalla periferia posteriore del cervello mediano, e porta originariamente non solo delle fibre motrici, ma anche sensibili, le quali ultime, nei pesci e negli anfibi, scorrono fino alla membrana connessiva dell'occhio e all'endocranio. Anche l'*abducente*, che esce assai all'indietro dalla base del midollo allungato, contiene verisimilmente negli anamni delle fibre miste. Negli anuri esso si fonde entro il cranio col ganglio di Gasser.

Nervo trigemino.

Questo nervo, che si diparte anteriormente e lateralmente dal midollo allungato (ponte), è, dopo il vago, il più grosso nervo cranico. Come indica il suo nome, si divide da ciascun lato in tre rami principali, cioè *ramo oftalmico* (I), *ramo mascellare* (II), e *ramo mandibolare* (III). Il primo ramo ha un abbozzo proprio, mentre il secondo e il terzo dapprincipio formano un solo ramo, corrispondente al ramo mandibolare, da cui, nel corso dell'ontogenesi, deriva secondariamente il

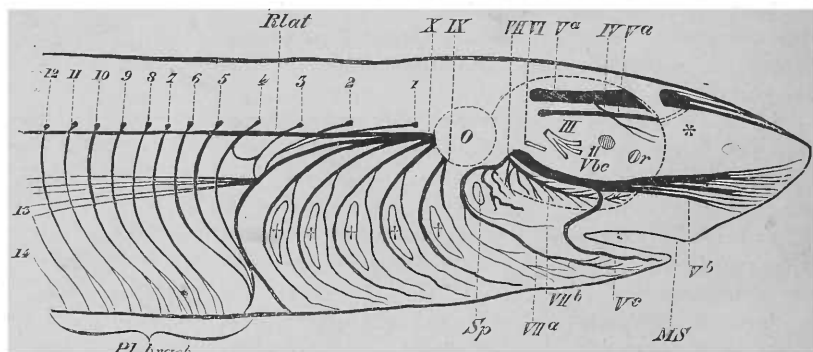


Fig. 163. — *Nervi cranici e plesso ascellare dello Scyllium canicula.* II Ottico, III Oculomotorio, IV Trocleare, V Ramo superficiale, Va Ramo profondo del I trigemino (ambidue si anastomizzano in * entro il cavo nasale), Vbc Ramo mascello-mandibolare, Vb Ramo mascellare, Vc Ramo mandibolare, VI Abducente, VII facciale, VIIa suo ramo ioideo-mandibolare, VIIb suo ramo palatino, IX Glosso-faringeo, X Vago, R.lat laterale, ++ Fessure branchiali, 1-14 i 14 nervi spinali, formanti il plesso brachiale (Pl.brach), O Capsula uditiva, Sp Spiracolo, Or Orbita, MS Fessura boccale.

ramo mascellare. L'entrata nel cranio si fa o per mezzo di un solo foro, o per due o tre fori, in cui le singole radici o si uniscono in un unico grosso ganglio (G. di Gasser) (1), o formano due distinti gangli, uno per l'oftalmico e uno pel ramo mascello-mandibolare.

Oltre ai tre nominati rami del trigemino, si trova anche, e specialmente nei selaci, ganoidi e dipnoi, un altro ramo del trigemino, che, per la sua posizione sulla volta dell'orbita, può chiamarsi *ramo oftalmico superficiale e*

(1) Il nodo di GASSER può essere esterno o interno per rispetto alla cavità cranica.

profondo (1); quindi in essi il trigemino ha quattro rami. I due oftalmici sono sensori, e stanno in relazione con l'orbita (congiuntiva, glandule lagrimali (bulbo dell'occhio) e con la regione della fronte e del muso.

Tra il gruppo degli anfibi il ramo oftalmico profondo finisce di essere un nervo indipendente, e indi in su fino ai mammiferi è strettamente legato allo speciale ramo I del trigemino (r. oftalmico superficiale), come ramo *naso-ciliare*.

Mercè la fusione dell'estremità distale dell'oftalmico profondo con la pelle (v. organi di senso branchiali) si forma un ganglio (g. del mesencefalo di Beard), il quale ha una individualità passeggera (nel periodo fetale). Più

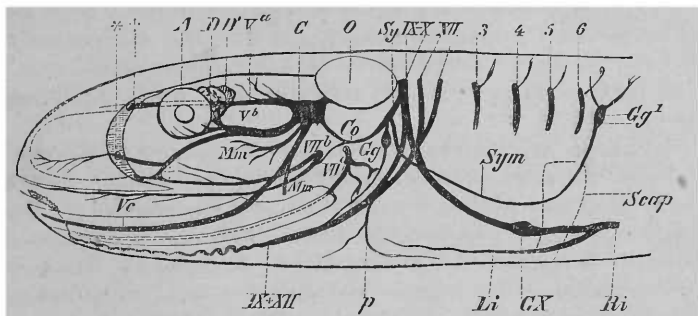


Fig. 164. — *Nervi cranici dell'Anguis fragilis.* G Ganglio di Gasser, da cui partono 3 commessure del trigemino Va, Vb, Vc, dietro cui sta una commessura a laccio del simpatico (Sy e Co), che mette in unione il trigemino col gruppo del vago IX, X. Da questa commessura parte un ganglio simpatico (Gg¹) e un filamento d'unione Sym col ganglio simpatico Gg², VIIa VIIb il facciale che passa per due distinte aperture, † Unione del ramo palatino del facciale col ramo mascellare del trigemino, *† Passaggio del ramo oftalmico del trigemino nel cavo nasale, Mm, Mm Espansioni del ramo mandibolare ai muscoli masticatori. GX Ganglio del nervo vago, Li Laringeo inferiore, Ri Ramo intestinale del nervo vago, XII N. ipoglosso (i primi due nervi spinali, 3-6 altri nervi spinali), O Capsula uditiva, Scap Scapola, A Occhio, DD¹ Glandule lagrimali e di HARDER.

tardi (almeno nei selaci, secondo Beard) esso si unisce con i nodi di Gasser. Trattasi, dunque, del ganglio della radice dorsale d'un nervo cranico, come nei gangli del trigemino, glosso-faringeo, ecc.

Occorrono ulteriori ricerche per dimostrare se il ganglio ciliare degli animali superiori corrisponde al g. mesencefalico dei selaci.

Il II trigemino, nel cui territorio si sviluppa il *ganglio rinico*, è puramente sensorio, ed entra in unione col facciale.

Nel suo primo tratto decorre sul fondo dell'orbita, innerva la glandula lagrimale e di Harder, si avvanza sulla mascella superiore, esce come *ramo intracorbitale*, innerva la pelle di quella regione e si difonde talvolta notevolmente nel naso (proboscide) e nel labbro superiore.

Il III trigemino è di natura mista; innerva i muscoli della masticazione e, in gran parte, la lingua (*n. linguale*), e con un più largo ramo entra nel canale della mandibola, innervando i denti, terminando con uno o più rami sulla pelle della mascella superiore e inferiore. Per mezzo della corda del timpano entra in relazione col facciale (*ganglio submascellare*).

(1) Il r. oftalmico profondo corrisponde probabilmente alla radice dorsale dell'oculomotorio (WAN WIJHE). Nel r. oftalmico superficiale v'è una *porzione maggiore e minore*; la prima appartiene al trigemino, la seconda al facciale.

Nervo facciale e acustico.

I nervi cranici 7° e 8.° sorgono da un comune abbozzo, ma poi, a seconda delle loro funzioni, seguono diverse vie.

Sono notevoli le relazioni del trigemino col facciale. Ciò vale specialmente pei pesci, in cui (teleostei) le radici del facciale e del trigemino, dopo la loro uscita dal cervello, possono formare un'unica massa fibrosa, indivisibile nelle preparazioni, cosicchè solo le esperienze fisiologiche possono portare a una chiara diagnosi differenziale. Anche nella restante serie dei vertebrati si trovano in parte nella regione delle radici, in parte (e maggiormente) alla periferia, varie connessioni fra i detti nervi.

Il facciale è originariamente un nervo misto, e si possono distinguere in esso un ramo *ioideo-mandibolare*, *palatino* e *boccale*. V'è anche una *porzione maggiore* dell'oftalmico superficiale (v. trigemino).

Il primo, cioè l'ioideo-mandibolare, che sta in connessione col glossofaringeo per mezzo dell'anastomosi di Jacobson, si allarga come indica il suo nome nella regione del primo e secondo arco branchiale, ossia nei pesci nella regione dello spiracolo, che abbraccia dall'alto a modo di forca (fig. 163), e si stende alla muscolatura dell'opercolo e della membrana branchiostega. Un ultimo resto di questo ramo innerva, nei vertebrati superiori, il muscolo stilo-ioideo e il ventre posteriore del digastrico.

Alla porzione mandibolare appartiene anche il ramo facciale, noto nei vertebrati superiori col nome di corda del timpano. Negli embrioni dei selaci, come il *ramo boccale* della mascella superiore e la *porzione maggiore* del ramo oftalmico superficiale che sta in relazione coll'orbita, esso è un nervo di senso dermatico, il quale innerva per lungo tratto gli organi di senso che si estendono al lato esterno della mandibola (Stannius, Froriep).

Il ramo palatino, come indica il suo nome, va alla volta boccale, e innerva la mucosa del cavo orale. Può entrare in connessione col ramo mascellare del trigemino, e fondersi col ganglio rinico, come *n. petroso superficiale* maggiore. Di qui, nei mammiferi, s'estende ai muscoli del palato molle.

Nei mammiferi superiori il facciale ha perduto i suoi elementi sensibili, e possiede solo nervi motori in servizio dei *muscoli mimici della faccia*, e del *platisma mioides* che sta in istretta connessione con essi.

L'acustico è sempre un grosso nervo, e subito dopo la sua uscita dal cervello si divide in un *ramo cocleare* e in un *ramo vestibolare*. Il primo innerva la chiocciola, il secondo la rimanente parte del labirinto. Vedi per maggiori particolari il capitolo sull'organo dell'udito.

Gruppo del vago.

Sotto questo nome si comprendono i tre nervi *vago*, *glosso-faringeo* e *accessorio* del Willis, che stanno fra di loro in istretto nesso.

Mentre finora abbiamo avuto a che fare soltanto con nervi cerebrali,

che si estendono solo al capo, questo complesso nervoso abbraccia una notevole regione del corpo, cosicchè il confronto con gli elementi spinali ci si presenta più facile. Infatti, il *vago* non innerva solo la faringe e l'apparecchio branchiale, che stanno nei limiti del capo, ma anche il cuore, la laringe, l'intero apparecchio della respirazione e una gran parte del sistema digerente dei vertebrati superiori. Quest'ultimo chiamasi *ramo intestinale*, e manda dei rami anche alla *vescica natatoria*.

Per ora parleremo solo del IX e X paio, mentre l'XI, più recente e che si manifesta solo al cominciare degli amnioti, rappresenta una formazione a sè.

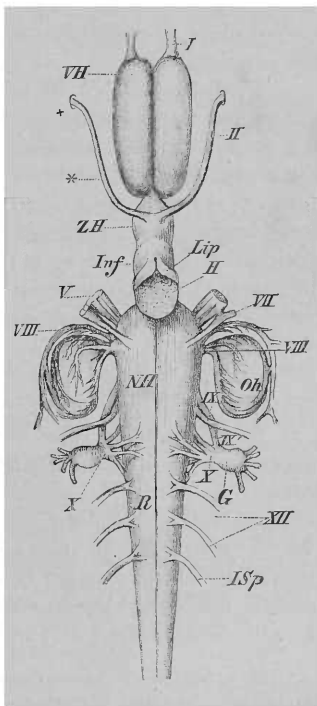
Nei pesci l'origine pluriradicale del vago e del glosso-faringeo (che è sempre la parte anteriore dell'intero gruppo) è disposta in modo, che questi due nervi insieme devono considerarsi come dovuti a una somma di nervi spinali.

In favore di ciò parla anche la diffusione nella regione dell'intestino anteriore e dell'apparecchio degli archi viscerali, in cui non si può negare una certa metameria (figura 161, 163).

Nelle lamprede il vago (in istretto senso) possiede 4 radici dorsali, che si uniscono in un ganglio bilobo. Da esso, come da ciascun nervo spinale, si spicca una radice dorsale e ventrale, e anteriormente sta in connessione, per mezzo di una fessura, col ganglio del n. facciale e perciò (indirettamente) col ganglio di Gasser.

Già vedemmo come si comporta il vago nei selaci e in qual modo avvengano i suoi rapporti coll'ipoglosso. La sua massa radicale dorsale può essere composta da una quantità di filamenti (fino a sette (1)).

Fig. 165. — *Cervello del Protopterus*, lato ventrale. VH Cerv. anteriore, ZP Cerv. intermedio, coll'infundibolo *Inf*, che comprende l'ipofisi *H* e l'orlo lobato, NH Cervello posteriore, R Midollo, Oh Capsula uditiva, I Nervo olfattorio, II Ottico, * suo decorso intercranico, † uscita dal cranio, V Trigemino unito col facciale (VII), VIII i due acustici, IX Una radice del glosso-faringeo, IX' Altra radice, unita col ganglio *G*, XII Iposi, ISp Primo nervo spinale.



Un forte ramo del vago, che sorge da una speciale porzione radicale, e che può essere talora doppio o triplo, decorre longitudinalmente al corpo, all'indietro, fino alla corda, come *ramo laterale*, nei pesci dipnoi e anfibi acquatici (o nelle larve degli anfibi). O è approfondita nella pelle, o, come nei selaci e dipnoi, s'approfondita nei muscoli presso la colonna vertebrale: può anche dare un ramo che scorre lungo il dorso (v. organi dei sensi).

(1) Nei selaci, ganoidi, dipnoi, teleostei e negli ittiodi, il glosso-faringeo esce dal capo per uno speciale foro; in tutti gli altri gruppi di vertebrati esiste un foro comune per l'intero gruppo del vago.

Negli amnioti questo ramo laterale del vago va in regressione, diventando un rudimento senza importanza.

Il territorio d'espansione del glosso-faringeo, che consta parimenti di fibre motrici e sensorie, sta, nei pesci e anfibi acquatici, specialmente presso il primo arco branchiale: quello del vago, che porta parimenti fibre unite, sta presso gli archi branchiali che seguono il primo nella loro muscolatura e sulla mucosa. Come lo spiracolo è abbracciato dal facciale che vien dal lato dorsale, allo stesso modo il glosso-faringeo e il ramo del vago abbracciano, in ordine segmentario, ciascuna apertura branchiale con un ramo anteriore e uno posteriore (fig. 161, 163).

Variando il suo originario territorio d'espansione, che è quello del 1.° arco branchiale, il glosso-faringeo termina come *nervo gustatorio* nella lingua (*ramo linguale*) e nella faringe (*ramo faringeo*). Queste disposizioni si esplicano nei dipnoi e anfibi, e diventano predominanti nei mammiferi.

L'*accessorio* di Willis compare nei rettili, in cui si comporta già come tipicamente in tutta la serie dei mammiferi. Il nervo si spicca nel territorio del midollo cervicale, verso il 4.°, 5.° nervo cervicale, come un lungo *Collettore*, che di tratto in tratto accoglie i nervi spinali. Scorrendo all'avanti lungo la parte anteriore del midollo spinale e allungato, raggiunge finalmente il cranio e poi lo abbandona di nuovo insieme al vaso. Esso innerva alcuni muscoli che stanno in connessione col cinto toracico, come lo *sterno-cleido-mastoideo* e il *trapezio*. La sua morfologia è ancora molto oscura.

Nervo ipoglosso.

Il XII nervo, che corrisponde sempre a una somma di nervi, si espande nei muscoli che stanno sul fondo della bocca, tra il cinto toracico, lo sterno e l'arco ioideo, e nei muscoli speciali della lingua. Ciò vale specialmente pei mammiferi, in cui tali muscoli si sviluppano assai. Nè si restringe ad essi: innerva anche, come nei tipi inferiori, per mezzo di allacciamenti coi nervi spinali (*ansa dell'ipoglosso*) i muscoli assiali del collo tra lo sterno e il corpo dell'ioide, cioè lo *sterno-ioideo*, lo *sterno-tiroideo*, il *tiro-ioideo* e l'*omo-ioideo*.

Nei dipnoi si vede chiarissimamente come, in seguito alla progressiva assimilazione delle vertebre cervicali dal lato dello scheletro cranico (cfr. questa parte) l'*ipoglosso*, che in certi teleostei e anfibi è indicato come I nervo cervicale, a poco a poco s'addentra nel cavo cranico. Come vedemmo, esso possiede ancora due radici dorsali, di cui solo la posteriore è munita di un ganglio (Iversen). Il fatto che in tutti i vertebrati fino ai mammiferi ci sono tracce ontogenetiche di queste due radici dorsali dell'ipoglosso, prova che esse esistevano originariamente in tutti i vertebrati.

Simpatico.

Il sistema simpatico, che si diffonde specialmente nel tratto intestinale (in ampio senso), nel sistema circolatorio e nelle glandole, è una derivazione del sistema spinale.

Da ciascun ganglio spinale dell'embrione si stacca un nervo che, dopo breve corso, al lato dorsale delle vene cardinali, finisce in piccoli e irregolari ammassi di cellule nervose. Da esse derivano le *cellule gangliari simpatiche*, ed esse hanno, come i nervi spinali, un ordinamento metameric originario. Esse possono essere riunite da commessure longitudinali; così si forma un cordone pari segmentato, detto *cordone limitante del simpatico*. Esso, è dunque, un adattamento secondario. Da esso radiano, con numerosi plessi, i rami che vanno ai detti visceri, mentre in origine v'è una connessione col sistema nervoso centrale (1).

Il simpatico non si limita alla regione vertebrale, ma comprende anche il cranio, e sta in connessione con molti nervi cranici, come avviene coi gangli spinali del midollo.

La segmentazione primordiale in seguito si perde, e ciò specialmente in quelle regioni in cui per qualsiasi ragione avviene un disturbo dell'originaria metameria (collo, dorso, sacro).

Nell'*Amphioxus* non si trova un sistema simpatico, e anche nelle lamprede e nell'*Ammocoetes* è rudimentale, non v'è alcuna riunione dei gangli per mezzo del cordone longitudinale, non v'è quindi *cordone limitante*. Però, si trovano plessi nel tratto intestinale e lungo il sistema circolatorio (2).

Un esteso processo differenziativo in ganglio spinale primario si trova appena nei pesci superiori, e, si filogeneticamente che ontogeneticamente, comincia al capo e si avvanza verso la coda. I teleostei posseggono una parte cefalica sviluppatissima del simpatico, mentre la catena del cordone limitante si estende già lungo tutto il tronco della rana. Nei dipnoi non fu finora trovato il simpatico.

Le frequenti anomalie che riguardano una riduzione del simpatico, si possono facilmente spiegare sulla base dell'esposto sviluppo. Talora v'è solo una incompleta divisione del ganglio intervertebrale, oppure nessuna divisione ha luogo, nel qual caso il cordone simpatico mostra una interruzione locale. In altri casi il pezzo di unione fra il ganglio spinale e il simpatico rimane assai corto, o si estende in un lungo filamento.

Quanto alle più intime disposizioni, e specialmente alla genesi dei *plessi* del sistema nervoso simpatico, la scienza è appena al suo inizio.

Bibliografia.

- Ahlborn F. *Unters. über d. Gehirn der Petromyzonten*. Z. f. wiss. Zool. Vol. XXXIX, 1883.
 Beard J. *The development of the peripheral Nervous-System in Vertebrates*. Parte I. Quart. Journ. of Microsc. Science, 1888.
 Idem. *Ueber den Ursprung des Nervus opticus und den feineren Bau des Tectum opticum der Knochenfische*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XXXV, 1880.

(1) Sull'origine delle cellule gangliari periferiche simpatiche che stanno nei visceri intestinali, nulla si sa di sicuro; non sembra, però, escluso che possano essere formazioni *indipendenti*, derivanti, *in loco*, dal mesoderma.

(2) Secondo A. DÖHRN, nel *Petromyzon* si trovano cellule gangliari simpatiche solo in quella regione del dorso, che si estende dalla base del cosiddetto pene all'estremità degli ultimi canali renali. Per lo più sono affondate sotto i muscoli della pinna anale, sopra i dotti renali; inoltre, esternamente alla parete del cavo peritoneale, pur nei muscoli. Più raramente si trovano nelle pareti di divisione fra i due dotti renali, o tra il dotto renale e il cavo peritoneale, o sopra il tubo digerente.

- Idem. *Ueber die centrale Endigung des Nervus opticus bei den Vertebraten* Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XLVII, 1888.
- Dohrn A. *Stud. z. Urgesch. d. Wirbelthierkörper s. Mitth. d. Zool. Stat. z. Neapel.* III Vol. 1881, IV Vol. 1882, VI, Vol. 1884.
- Edinger L. *Untersuch. über die vergl. Anatomie des Gehirns.* I Das Vorderhirn Abhdl. d. Senckenb. naturf. Ges. Vol. XV, 1888.
- Flechsig P. *Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen; auf Grund entwickl. Untersuchungen.* Leipzig, 1876.
- Fulliquet G. *Recherches sur le cerveau du Protopterus annectens.* Dissert. Genève, 1886.
- Goronowitsch N. *Das Gehirn und die Cranialnerven von Acipenser ruthenus.* Ein Beitrag zur Morphologie des Wirbelthierkopfes. Morph. Jahrb. Vol. XIII.
- His W. *Ueber die Anfänge des peripheren Nervensystems.* Arch. f. Anat. u. Physiol. 1879.
- Idem. *Zur Geschichte des menschl. Rückenmarks und der Nervenwurzeln.* Abhdl. d. math.-phys. Classe der K. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Vol. XIII, N.º VI. Leipzig, 1886.
- Idem. *Zur Geschichte des Gehirns sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschl. Embryo. Ebendasselbst* Vol. XIV, N.º VII Leipzig, 1888.
- Idem. *Ueber die embryonale Entwicklung der Nervenbahnen.* Anatom. Anz. Anno III, 1888.
- Key A u. Retzius G. *Studien in der Anat. d. Nervensystems und des Bindegewebes.* I. II. I. Stockholm 1873, 1876.
- Krueg J. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XXXI e XXXIII) e Pansch A. (Arch. f. Anthropol. Vol. III, e Morphol. Jahrb. Vol. V) trattano dei solchi e circonvoluzioni del cervello dei mammiferi.
- Lauret et Gratiolet. *Anatomie comparée du système nerveux.* Paris, 1839-1887.
- Milnes A. Marshall. Vedi i numerosi lavori di quest'autore nel Quart. Journ. of Microsc. Science. Vol. XVIII, XIX, XXI, XVI.
- Mayser P. *Vergl.-anatom. Studien über das Gehirns. der Knochenfische.* Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XXXVI, 1881.
- Mihalcovics V. *v. Entw.-Gesch. des Gehirns. Nach Untersuch. an höheren Wirbelthieren und dem Menschen.* Leipzig, 1877.
- Miklucho-Maclai V. *Beitr. z. vergl. Neurologie der Wirbelthiere. Das Gehirn der Selachier* Leipzig, 1870.
- Osborn H. F. *The origin of the Corpus callosum, ecc.,* Parte I e II Morphol. Jahrb. Vol. XIII, 1888.
- Rabl-Rückhard H. *Die gegenseit. Verhältnisse der Chorda, Hypophysis, ecc., bei Hai-fisch-Embryonen.* Morphol. Jahrb. VI. Vol. 1880.
- Sagehmel M. *Unters. über die Entwickl. d. Spinalnerven.* Dissertazione di laurea. Dorpat, 1882.
- Steiner J. *Die Functionen des Centralnervensystems und ihre Phylognese, II parte. Die Fische.* Braunschweig.
- Stieda L. Vedi i lavori di quest'autore, estesi a tutte le classi dei vertebrati, nella Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XVIII, XIX, XXIII e XXV.
- Waldschmidt J. *Beitr. zur Anatomie des Centralnervensystem und des Geruchsorgans von Polypterus bichir.* Anat. Anz. II annata, 1887.
- Wiedersheim R. *Skelet und Nervensystem von Lepidosiren annectens.* Morph. Studien, fase. I Jena, 1880.
- Wijhe van W J. *Ueber das Visceralskelet und die Nerven des Kopfes der Ganoïden und von Ceratodus.* Niederl. Arch. f. Zool. V. Vol. 3.
- Idem. *Ueber die Mesodermsegmente und die Entwicklung der Nerven des Selachierkopfes.* Verhdl. d. k. Acad. der W. zu Amsterdam, 1882.
Trattano della Glandula pinealis e dell'occhio pineale.
- Ahlborn F. Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XL.
- Beard J. *Morphol. Studies* N.º I. *The parietal eye of the cyclostome Fishes.* Quart. Jour. of Microsc. Science. July, 1888.
- Cattie J. Arch. de Biologie, Vol. III, 1886.
- Ehlers E. Zeitschr. f. wiss. Zool. Vol. XXX.
- Graaf de H. *Bydrage tot de Kennis van den Boun en de Ontwikkeling der Epiphyse by Amphibiën en Reptilien.* Leyden, 1886.

Baldwin Spencer W. Quart. Jour. of Nier. Sc. New Series. N.º CVI, Vol. XXVII. Parte II, 1886.

Strahl H. e Martin E. Arch. f. Anat. und Physiol, 1888.

Wiedersheim R. Anat. Anz. 1886.

Si trovano cenni sull'occhio pineale negli scritti di Ch. Julin, A. Peytoureau, Beraneck e Francotte.

III. Organi dei sensi.

Gli apparecchi terminali specifici degli organi dei sensi, come il sistema nervoso in generale, prendono il loro punto di partenza dal foglietto esterno (*foglietto sensorio*). Si tratta sempre della terminazione di nervi sensori nelle cellule d'origine epiteliale, mentre gli elementi mesodermici (p. es. quali masse di ricoprimento) entrano in scena secondariamente.

I singoli organi di senso, cioè l'organo della vista, dell'odorato, del gusto e dell'udito, sono, come dirò più tardi, differenziamenti secondarii del senso generale diffuso. Ciò si ricava non solo dagli invertebrati, ma anche da molti fatti genetici dei pesci, dipnoi e anfibi, cominciando dal più semplice, l'*Amphioxus*.

Dai ciclostomi in poi il differenziamento è iniziato, e troviamo sempre, nelle forme che li seguono, i sensi della vista, dell'udito, e del gusto e del tatto localizzati nel capo. Essi sono innicchiati in speciali cavità del cranio (*capsule sensorie*), in contrapposizione con gli organi di senso tattile e termico, ecc. che son diffusi per lo più sull'intera superficie del corpo, e rimangono quasi sempre nella loro posizione originaria, cioè nella pelle.

Negli organi di senso superiori si sono distinte due sorta di cellule, che, però, geneticamente hanno origine comune. Vi sono, cioè, *cellule sensorie* speciali, unite al sistema centrale con filamenti nervosi, e *cellule di sostegno* che funzionano da materiale di riempimento e isolamento.

L'ambiente che circonda gli apparecchi superiori di senso, dev'essere sempre umido, e poichè ciò ha luogo anche per il senso dermatico dei pesci, dipnoi, e anfibi acquatici, possiamo anche più attenderci, almeno fino a un certo grado, apparecchi nervosi così costituiti.

Tale presunzione è fondata, poichè in essi troviamo cellule di senso a bastoncino, senza che il nervo che in esse entra passi per una cellula gangliare, com'è sempre il caso per gli organi di senso superiori.

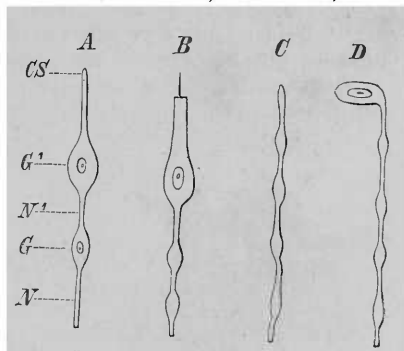


Fig. 166. — **A** Terminazioni di tutti i nervi superiori di senso. N^1 1.^a parte della fibra nervosa, N^2 2.^a parte, G Cellula gangliare fra esse, G^1 Cellula epiteliale terminale, CS Estremità cuticolare. **B** Cellula terminale a bastoncino d'un organo sensorio cutaneo dei pesci, dipnoi e anfibi acquatici (cellula di gusto). **C** Terminaz. libere dei vertebr. terrestri. **D** Termin. gangliari dei suddetti. Tutte le figure schematiche, e fondate su una figura di MERKEL.

Quando non ha più luogo la vita acquatica, e gli animali son divenuti terrestri, la parte esterna dell'epidermide si dissecca nell'aria ambiente, e gli organi terminali nervosi si approfondano, modificandosi nello spessore della pelle.

La cellula terminale bastonciniiforme si oblitera completamente, e ad essa si sostituiscono due altre sorta di terminazioni nervose, cioè le *cellule gangliari terminali* e le *terminazioni libere*.

Senso tattile.

1) ORGANI A BASTONCINO DEI PESCI, DIPNOI E ANFIBII.

a) Eminenze nervose.

Pesci e anfibii.

Già nella pelle dell'*Amphioxus* si forma una differenziazione nello strato epiteliale della pelle, notevole specialmente nella regione del capo. Fra le solite cellule cilindriche si distinguono anche qua e là delle cellule piriformi o a bastoncino, la cui estremità basale è unita con un nervo, mentre l'estremità libera porta un pelo che sporge nell'acqua. La loro distribuzione nel corpo non è regolare: però, è notevole in alcuni punti, come, p. es., nei cirri che circondano l'apertura boccale, cosicchè qui già appare un principio d'organi nervosi terminali.

Sebbene non si possa parlare d'una diretta concatenazione di questi organi con gli apparati di senso tattile degli altri pesci, tuttavia è note-

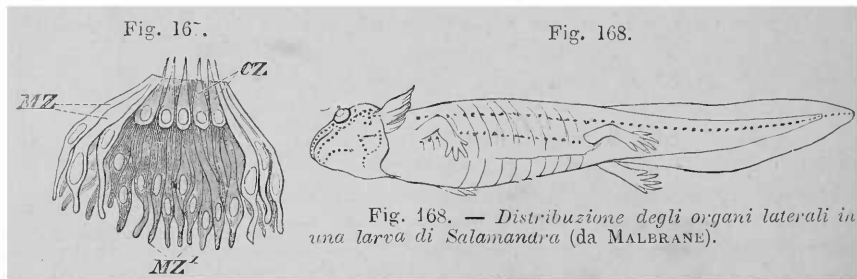


Fig. 167. — Sporgenza tattile libera, in sezione trasversale. Il canale cuticolare e le circostanti cellule epidermiche son tralasciate. CZ Cellule centrali (di senso), MZ, MZ' Cellule tegumentali.

vole il fatto che anche questi (e ciò pur vale per gli anfibii) cominciano sempre, *ontogeneticamente*, con la formazione d'una sola cellula sensoria, dalla cui divisione derivan poi le altre cellule di senso.

Si tratta sempre d'un gruppo di cellule centrali riunite a mucchio, e d'uno strato periferico di ricoprimento. Le prime sono in unione coi filamenti nervosi, portano alla loro estremità libera un pelo cuticolare rigido, e devono considerarsi quali vere *cellule sensorie* (fig. 167, CZ).

Le altre (MZ, MZ') fungono solo come organo di sostegno (figura 170, a, b, c).

Nel caso che questi organi sorgano liberi sulla pelle, e ciò ha luogo sempre nel periodo embrionale, s'innalza alla loro sommità un molle tubo formato dalla secrezione delle cellule di sostegno, in cui penetrano le setole terminali delle cellule di senso e che si apre alla sua estremità libera nell'acqua circostante.

Mentre questi organi nei dipneusti e negli anfibi acquatici, tra cui negli ictidi e derotremi e nelle larve di tutti gli anfibi, rimangono allo stadio adulto in posto periferico e libero sul livello della cute (1), possono, invece, nei pesci (e anche in parte nei dipnoi), nel periodo post-embriionale, essere in scanalature, o anche in canali completi, formati o solo dall'epidermide, o (come per lo più succede) dalle scaglie o dalle ossa del capo, e aprirsi qua e colà all'esterno. Con ciò essi assumono una posizione difesa, e il tubo ialino si oblitera.

Questi apparati sensorii, per cui è da constatarsi un processo di rigenerazione durante tutta la vita, sono distribuiti su tutto il corpo: tuttavia, si possono distinguere in generale, con grande costanza, alcuni *tratti principali*. Ciò vale, p. es., pel capo, riccamente fornito, in cui di

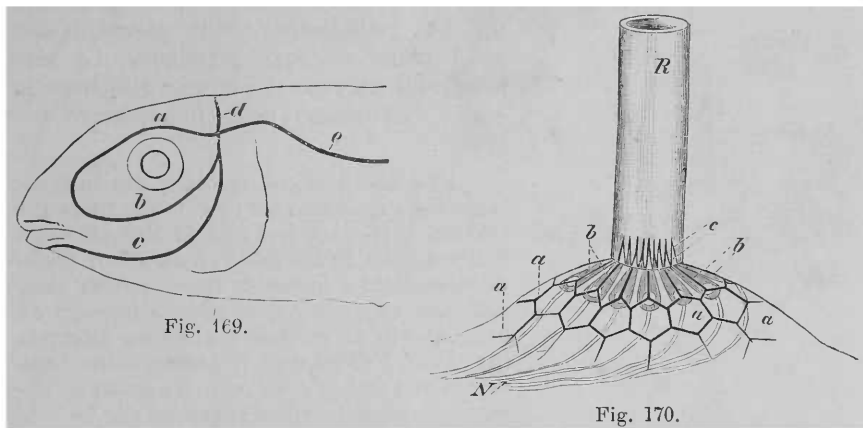


Fig. 169. — *Distribuzione del sistema dei canali laterali nei pesci*. Schema. *a* Tratto sopraorbitale, *b* infraorbitale, *c* mandibolare, *d* occipitale, *e* laterale.

Fig. 170. — *Sporgenza nervosa d'un urodelo, semischematicamente*. *a, a* cellule dell'epidermide, attraverso cui si vedono i neuro-epitelii *b, b*, *c* loro setole terminali (mancano le cellule copritrici periferiche), *R* Canale ialino, *N* Nervo.

solito decorrono com'è indicato nella fig. 169; indi sono ordinati metamericamente (2) e sempre fra loro uniti da commessure nervose longitudinali, in una (come nel proteo o in tutte le larve degli anfibi) o

(1) Quando gli anfibi lasciano la vita acquatica (metamorfofi delle larve), gli organi sensorii si approfondano nei più intimi strati della pelle, e, crescendo su di essi l'epidermide, restano esclusi dal mondo esterno e regrediscono. Secondo altri autori, essi rimangono in comunicazione con la superficie libera della pelle mercè un tubo, ossia rimangono aperti.

(2) Sebbene nelle lamprede vi sia un *nervo laterale del vago* assai sviluppato (che nell'*Ammocoetes* sta in connessione coi nervi spinali dorsali e ventrali), tuttavia in essi il sistema dei canali laterali è affatto irregolare, e gli organi nervosi sono sparsi, e non ordinati metamericamente.

in più *linee laterali* lungo i fianchi del corpo fino alla pinna caudale (Fig. 168) (1). A questa circostanza devono il nome di *organi laterali*, loro dato da parecchi autori; essi sono innervati dal trigemino, dal facciale, dal glosso-faringeo e dal vago, per mezzo del suo ramo laterale, già notato tra i nervi cerebrali.

Nelle razze e nei ganoidi mancano le eminenze nervose libere, e ben poco ve n'è nei selaci; in tutti questi pesci gli organi di senso sono più o meno approfonditi nella pelle, cioè posti in canali o semicanali, che si formano mercé l'introffessione dell'epidermide dalla parte del derma, e hanno ricchissime ramificazioni.

Hanno luogo, però, speciali modificazioni delle espansioni nervose, che chiamansi *sacculi nervosi* nei ganoidi e *ampolle* nei selaci. Son limitate al capo, e sviluppatte specialmente nel muso: son costituite da un'introffessione dell'epidermide, in fondo a cui stanno gli epiteli nervosi. Mentre gli organi dei ganoidi hanno una semplice forma di sacco, le ampolle presentano dei canalicoli, che sul fondo si allargano, formando uno o più rigonfiamenti (ampolle), di varia forma, ovali, allungate o a grappolo. Son divisi l'uno dall'altro da tessuto connettivo, che s'insinua

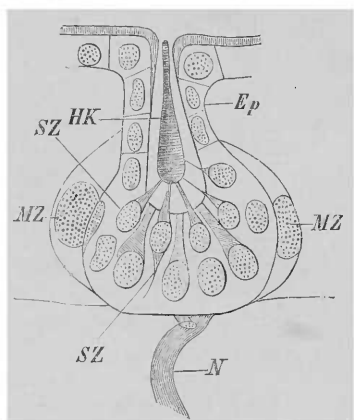


Fig. 171. — Orecchio secondario nella pelle dell'*Epicrion glutinosum* (da P. F. SARASIN). N Nervo, SZ Cellule di senso, MZ Cellule copritrici, Ep Cellule epidermiche, HK Piccola clava uditiva.

fra essi radialmente dalla parete, e son pieni d'una sostanza gelatinosa. Le terminazioni nervose si limitano alle ampolle e non continuano nelle imboccature tubulari.

Una modificazione specialmente interessante delle eminenze nervose, fu recentemente trovata negli embrioni maturi appena usciti dall'uovo dell'*Epicrion glutinosum*. Si tratta di formazioni a forma di fiasco sparse sulla pelle del capo, in cui si può distinguere un collo aperto all'esterno e una base allargata (fig. 171). Nell'interno di questa, come negli organi nervosi, v'è un epitelio sensorio, coperto da grandi cellule tegumentali. Le lunghe setole terminali delle cellule sensorie, sostengono un corpo a clava che sta nella cavità dell'organo (fig. 171, H. Z), pendente in modo che tocca la parete. Ricorda le otoliti e deve ritenersi derivato da una secrezione delle cellule del mantello. L'intero apparato somiglia ad un organo uditivo, e gli

scoprittori di esso, P. e F. Sarasin, proposero perciò il nome di *organo uditivo dermatico* o *orecchio secondario*.

Di altri apparati terminali a punta, che furono trovati in gran quantità nell'epidermide di diversi anfibii, non occorre dare particolareggiata descrizione.

Nulla si può dir di sicuro sulla funzione delle eminenze nervose.

(1) Nei dipneusti si trovano apparati di senso (oltre alla speciale linea laterale) anche nella parte dorsale e ventrale della pelle del dorso: però, senza ordinamento regolare (W. N. PARKER).

In ogni modo, esse sono organi di senso *primitivi*, poichè ve n'è traccia già nei selaci del giura, anzi fin nei cefalaspidi e pteraspidi devoniani, e io considero come tali anche i cosiddetti occhiali dell'archegosauro. Sicuramente, questi organi erano e sono attualmente assai utili per la percezione dei moti dell'acqua circostante (moti delle onde), e di ciò può persuadersi ognuno, che, non visto da un pesce, getta qualche oggetto nell'acqua vicino ad esso. Il pesce reagirà sempre con movimento rapidissimo, e nuoterà verso il punto di partenza del movimento. Così egli controlla tutto quanto succede intorno a sè, ed è assai verisimile che in molti casi si tratti d'una sensazione di suono. L'idea che si tratti d'un primitivo organo uditivo non è, dunque, del tutto fuor di luogo.

b) *Bottoni terminali.*

Le eminenze nervose percorrono nel loro sviluppo uno stadio che corrisponde perfettamente ai bottoni nervosi, sicchè si è autorizzati a ritenere questi ultimi fleticamente come organi più vecchi, che soggiacciano ad una differenziazione più limitata.

In contrapposto alle eminenze nervose, le quali hanno tendenza a radicarsi in profondità, i bottoni terminali si sviluppano a mo' di cupola *sopra il livello* dell'epidermide. Hanno minore svariatazza di forme delle eminenze nervose, possiedono, per altro, ambedue nella struttura parecchi caratteri comuni, quali la *zona centrale di epiteli nervosi* e lo *strato periferico di ricoprimento*. Mentre, però, nelle eminenze nervose gli epiteli ciliati centrali sono corti o piriformi o claviformi, sono essi nei bottoni terminali di una grandezza del tutto eguale alle cellule di ricoprimento, si estendono, cioè, per l'organo intero.

Pesci. I bottoni terminali, che si trovano ancora ad un basso grado di sviluppo presso i *petromizonti* e nella maggior parte dei *selaci*, hanno interesse grandissimo nei *ganoidi* e nei *teleostei*, dove in pieno sviluppo sono diffusi senza ordine alcuno sopra l'intero corpo. Trovansi specialmente nelle *pinne*, nei *labbri*, nelle *crespe dei labbri*, nei *barbigli* e nella *cavità boccale sino al principio della faringe*.

Ciò merita speciale attenzione, perchè in tutte le classi più elevate della scala animale, cominciando dai *dipnoi* (1) e dagli *anfibi*, i bottoni terminali sono limitati alla cavità boccale, e non si trovano in alcuna altra parte del corpo. Nei *dipnoi*, negli *anfibi* e nelle loro *larve*, si trovano nelle papille della mucosa, ai lembi della mascella superiore ed inferiore, sul palato, nelle vicinanze del vomere ed alla sommità delle papille fungiformi della lingua.

Nei *rettili* la loro diffusione è già più limitata, e questo ci conduce ai *mammiferi* (2), presso cui i bottoni terminali si trovano in maggior numero sulla lingua. Del resto, se ne vedono alcuni sparsi anche nel palato molle e nella gola sino all'entrata della laringe.

(1) Presso i *dipnoi* si trovano forse anche nella pelle.

(2) Nel *Tropidonotus nativæ* e negli *uccelli* non furono dimostrati ancora bottoni terminali.

Nella lingua si trovano delle svariatissime *papille vallate* e *fungiformi* e la *papilla foliata* che giace sul lembo posteriore della lingua; e, radicandosi nel profondo, fungono da *organi del gusto*. Riguardo alla loro fina struttura, rimando i lettori all'eccellente lavoro di F. Hermann.

c) *Cellule e corpuscoli tattili.*

(Gangli terminali).

Qui non esiste più una diretta comunicazione colla superficie dell'epidermide, nè più si tratta di cellule di sostegno.

Negli *anfibi acaudati* (1) incontriamo per la prima volta cellule tattili unite in gruppi (macchie), i quali, disposti su minute papille, sono sparsi sulla cute dell'intero corpo (fig. 172 a a). Nei *rettili* si trovano specialmente sulla testa, sulle labbra, sulle guancie e sul muso, e talvolta, p. es. nell'*Anguis fragilis*, si trovano per tutto il corpo. Nei *serpenti* e così pure negli *uccelli* (2), le cellule tattili si limitano alla cavità boccale (lingua) e al becco (membrana ialina): in ambedue le

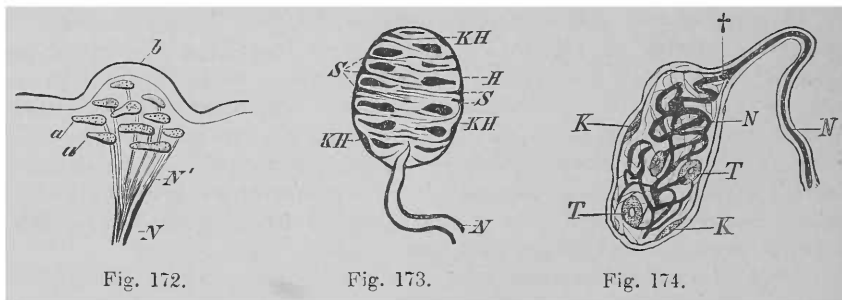


Fig. 172. — *Macchia tattile della pelle della rana*, sull'appoggio d'una figura di MERKEL. N Nervo entrante, che in N' e † perde la sua guaina midollare. a, a Neuroepithelii, b Epidermide.

Fig. 173. — *Corpuscolo tattile della lingua d'un uccello*. N Nervo entrante, H Membrana esterna con nuclei (KH), SS Setti.

Fig. 174. — *Un corpuscolo tattile (capocchia terminale) della congiuntiva di un mammifero*. N Nervo uscente, il quale in † cede il suo neurilemma alla guaina del corpuscolo tattile, K, K nuclei nella guaina, N' Nervo che si aggomitola ed entra nelle cellule tattili T, T (cilindrasse).

classi sono, peraltro, già plasmati in veri pacchetti detti *corpuscoli tattili*. Questi sono raccolti in una guaina nucleata, di tessuto connettivo, la quale manda nell'interno pareti limitanti, cosicchè le singole cellule tattili sono in parte divise le une dalle altre. Una modificazione dei

(1) Se anche nei pesci, come ritiene J. Brock, p. es. nel *Gasterotokeus*, si trovino corpuscoli tattili ed organi a capocchia, di struttura eguale a quella che si trova nei vertebrati superiori, non si può per ora decidere con sicurezza, giacchè non furono ancora accertati i relativi nervi che, d'ordinario, penetrano in simili formazioni.

(2) La lingua del *Piculus minor* è riccamente fornita di corpuscoli di Pacini, ed essa deve quindi possedere in sommo grado le capacità di orientarsi. Essa è la lingua di uccelli più ricca di nervi o almeno di organi di senso, perchè tra gli apparati nervosi terminali non esiste quasi sostanza interstiziale (LUIGI FERDINANDO principe di Baviera).

corpuscoli tattili sono i *corpuscoli di Grandry*, che si trovano nel becco degli uccelli.

Nei *mammiferi* le cellule tattili sono o isolate, come nelle parti del corpo non rivestite di peli, o plasmati a corpuscoli formati da una membrana stratificata e contenente un nucleo; in essi entra un nervo, che si avvolge a gomitolo e finisce in uno o più gangli terminali (fig. 174).

La struttura dei corpuscoli tattili è assai semplice nel glande del pene e della clitoride. È dubbio se ve ne sieno anche nelle parti ricoperte di peli; certo è, per altro, che i peli, e specialmente le setole tattili, si mostrano eccellenti organi tattili, perchè forniti riccamente di nervi.

I corpuscoli tattili sono e numerosi e sviluppatissimi alla faccia palmare della mano e plantare dei piedi, nella cornea, e nel naso (proboscide).

Secondo Th. Eimer, raggiungono essi uno straordinario sviluppo nel *muso delle talpe*, il quale diviene così un finissimo apparato di senso, fornito di oltre 5000 papille e circa 150,000 filamenti nervosi terminali, e serve da unica guida all'animale nelle sue escursioni sotterra. Il fatto che certi organi di senso, adattandosi all'ambiente, servono di sostituzione ad altri, è di sommo interesse, e trova numerosi documenti anche nella serie degli invertebrati, in individui della fauna delle caverne e delle profondità dei mari. Ritorno sull'argomento, descrivendo l'organo dell'olfatto dei *gimnofioni* i quali conducono anche vita notturna.

d) *Corpuscoli a capocchia.*

(Corpuscoli di Vater o Pacini).

Nei *pesci* e negli *anfibi* non si trovano tali corpuscoli, mentre la loro presenza è accertata nei *lacertili*, negli *scincoidi* e negli *ofidi*. In questi animali, in cui essi abbondano specialmente nella regione delle labbra e della lingua, non mancano, peraltro, neppure nelle altre parti del corpo (*Lacerta*): sono di forma oblunga, a salsiccia o come un'ansa intestinale di struttura assai semplice. Presso i mammiferi, nell'interno di ogni corpuscolo a capocchia, si trova la continuazione del cilindrase, prolungatosi a mo' di filo e rigonfia alla sua estremità (fig. 175, A). Sembra sia esso avvolto da uno strato di protoplasma, finalmente granuloso, segnato nella figura con tinta grigia. All'esterno si trova una doppia colonna di cellule, ciascuna delle quali è ripiegata a mezzaluna intorno al mantello protoplasmatico, in modo da metter in contatto le due corna della mezzaluna. Così si forma una colonna di cellule cava, che circonda da ogni parte la continuazione del cilindrase assieme al suo involucro di protoplasma.

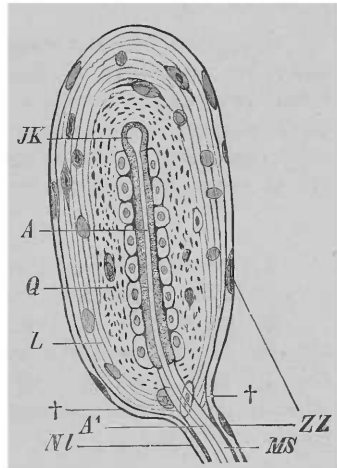


Fig. 175. — *Corpuscolo a capocchia del becco di un'anitra.* In parte da CARRIERE. A, A' Cilindrase, MS Guaina midollare dei nervi, N l'Guaina esterna del nervo con cellule ZZ, in †† la guaina si modifica, in sistema esterno di lamelle longitudinali L della capocchia esterna, Q Strato trasversale o circolare della capocchia esterna, JK Capocchia interna ravvolta da una guaina protoplasmatica, segnata in grigio.

All'esterno della colonna di cellule, detta *capocchia interna*, si trova una guaina stratificata, composta da numerose lamelle con nucleo (*capocchia esterna*). Tale guaina consta di due strati, uno esterno composto di lamelle ordinate longitudinalmente, e uno formato da lamelle disposte circolarmente; tra i due strati è impossibile constatare una linea netta di separazione.

I corpuscoli a capocchia non si trovano solo nella cute, ma sono anche dispersi numerosamente nei diversi organi delle grandicavità del corpo. Furono, per es., accertati nel *mesenterio*, nel *mesocolon*, nel *pancreas* e nella *porta del fegato* del gatto, inoltre nelle *glandule mesenteriali*, nella *glandula sottomascellare*, nella *pele della coda* del gatto e nel *legamento interosseo* della gamba di parecchi altri animali.

In nessuna parte della pelle degli uccelli mancano del tutto questi organi; bellissimi sono nel becco, nelle piume di ornamento sul petto, nelle penne della coda e delle ali; si trovano, per altro, anche nella lingua, nelle articolazioni e tra i muscoli degli uccelli, nella congiuntiva dei mammiferi e di vari uccelli, nelle fascie e nei tendini, nel vaso deferente, nel corpo cavernoso del pene e dell'uretra, nel periostio, nel pericardio e nella pleura (R a u b e r), nel glande del pene e della clitoride, nella membrana alare dei pipistrelli, ecc.

La grandezza dei corpuscoli varia di molto anche in uno stesso individuo: peraltro, in contrapposto alle cellule e macchie, i corpuscoli tattili *si trovano sempre negli strati profondi* del derma, nel pannicolo adiposo o nel tessuto connettivo interstiziale nell'interno del corpo; sono circondati da tanto maggior numero di membrane capsulari, quanto più si estendono nel profondo.

Le cellule ed i corpuscoli tattili, i corpuscoli di Pacini sono tutti organi tattili, mediatori, cioè, della sensibilità cutanea.

È impossibile determinare quali sieno i nervi terminali che trasmettono la sensazione della temperatura; può darsi che debbano, a tale proposito, venir presi in considerazione tanto le cellule tattili, quanto i filamenti nervosi che terminano liberi nell'epidermide con un rigonfiamento a bottone.

Bibliografia.

- Carrière J. *Kurze Mittheilungen zur Kenntniss der Herbst'schen und Grandry'schen Körperchen in dem Schnabel der Ente*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XXI, 1882.
- Eimer Th. *Die Schnauze des Maulwurfs als Tastwerkzeug*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. VII, 1871.
- Hermann F. *Studien über den feineren Bau des Geschmacksorganes*. Sitz. Ber. d. K. Beyer. Acad. Math. physik. Cl. 1888.
- Leydig F. *Ueber die Schleimcanäle der Knochenfische*. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1880.
- Idem. *Ueber Organe eines sechsten Sinnes*. Nova acta Acad. Caes. Leopold. Carol. Germ. nat. curios. 34 Vol. 1868. Vedi anche gli altri numerosi scritti di questo autore nell'Arch. f. mikr. Anat. Arch. f. Anat. und Physiol., Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Arch. f. Naturgeschichte, ecc.

- Malbranc M.** *Sinnesorgane der Seitentintie bei Amphibien.* Z. f. wiss. Zool. Vol. XXVI, 1875.
- Merkel Fr.** *Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere.* Rostock, 1880.
- Sarasin P. e F.** (Vedi le opere citate nelle monografie).
- Schul'ze F. E.** *Ueber die becherförm. Organe der Fische.* Z. f. wiss. Zool. Vol. XII, 1863.
- Idem.** *Ueber die Sinnesorgane der Seitentintie bei Fischen und Amphibien.* Arch. f. mikr. Anat. Vol. VI, 1870.
- Schwalbe G.** *Lehrb. der Anatomie der Sinnesorgane.* Erlangen, 1883.
- Solger B.** *Seitenorgane der Fische.* Arch. f. mikr. Anat. Vol. XVII e XVIII.

Organo dell'olfatto.

L'organo dell'olfatto consta nella sua forma più semplice di due avvallamenti dell'integumento, situati al disopra dell'apertura boccale. Un nervo spunta dal profondo, si estende alla base di tali fossette, si rigonfia a mo' di ganglio e si ramifica nelle relative cellule di senso (*cellule dell'olfatto*). Simili cellule si trovano in molti *pesci*, in parecchi *anfibi* e *rettili* (p. es., nei cheloni), ordinate in maniera da ricordare nella struttura le eminenze nervose. Quantunque si sia tentati di riconoscere in questi *accenni olfattorii*, divisi tra loro da un epitelio interstiziale, un nesso primitivo colle fasi di sviluppo dell'organo dell'olfatto, pure bisogna ben ricordare che l'ordinamento suesposto degli epiteli nervosi si manifesta ontogeneticamente assai più tardi, anzi si trova talvolta appena negli animali adulti. Non si può quindi parlare qui di forme ereditarie di accenni primitivi, ma fa d'uopo spiegare la somiglianza coll'*adattamento convergente*. Nè può far meraviglia che si trovino apparecchi simili tra loro, giacchè per ambedue le forme l'acqua è il mezzo ambiente.

Qui debbo chiamar l'attenzione sopra alcuni reperti di I. W. van Wijhe. Egli dimostrò negli *embrioni della razza che tanto l'organo quanto il nervo dell'olfatto si sviluppano dal poro nervoso anteriore*. Si tratta, dunque, di quella parte, dove la sezione anteriore del tubo neurale, la quale si plasma poi a cervello, resta più a lungo aperta e in diretta comunicazione colla *superficie libera dell'ectoderma* (1). Perciò, dacchè *ab origine* esiste un passaggio libero per la corrente dell'acqua, van Wijhe non ammette qui, come credono varî autori (Dohrn, Milnes, Marshall, Beard), l'esistenza anteriore di una *fessura branchiale*.

Dalle cose suesposte emerge che l'organo dell'olfatto si sviluppa fra le condizioni più adatte per un organo del senso: soltanto non siamo in caso di conoscere esattamente il suo primitivo svolgimento. È lecito pensare che vi abbiano avuta parte organi cutanei sensorî primitivi, i quali potevano svilupparsi in prossimità del poro nervoso, senza svolgersi ontogeneticamente di più.

Nella *struttura istologica* della mucosa olfattoria convien distin-

(1) Qui è già completamente sparita la spina neurale (V. nervi cerebrali), perciò il nervo olfattorio non può star con essa in alcun rapporto genetico.

guere vere cellule di senso unite a filamenti nervosi e cellule d'isolamento o di sostegno. Ambedue le specie di cellule sono soltanto diversi prodotti di differenziazione della istessa sostanza ectodermica fondamentale. Dagli anfibi in su, dove comincia la respirazione nell'aria,

si trovano anche elementi glandulari, che servono a mantener umido il cavo nasale.

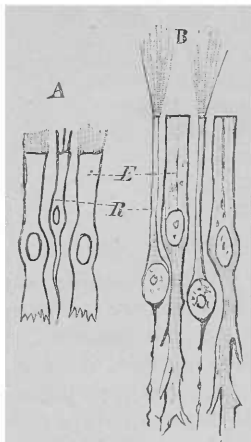


Fig. 176. — Epitelio della mucosa olfattoria, A del *Petromyzon Planeri*, B della salamandra *atra*. R Cellule olfattorie, E Cellule epiteliali.

Non si è ancora in chiaro sulla natura dei peli posti all'estremità libera delle cellule olfattorie di molti animali. È possibile si tratti solo di una protrusione del contenuto cellulare ialino, nella quale ipotesi bisognerebbe ritenere aperta l'estremità libera cellulare (Leydig). Questa deficienza nelle nostre conoscenze attuali, trova un riscontro scoraggiante nelle nozioni sulla fisiologia dell'olfatto, e specie nelle nostre idee sull'odorato nell'acqua.

L'organo olfattorio dei pesci è semplicissimo, fatto a mo' di sacco cieco: soltanto dai dipneusti in su si trova il sacco olfattorio aperto verso la cavità boccale. Si può già quindi distinguere una cavità nasale anteriore (*narici*) ed una posteriore (*coane*), e mentre così viene creata una via, per cui può circolare libero il mezzo ambiente (nei dipnoi si osserva una interessante modificazione, ma di ciò più tardi), l'organo olfattorio entra in importante rapporto coll'apparato della respirazione presso i vertebrati che respirano nell'aria (1), e nei quali si distingue una parte respiratoria ed una parte olfattoria.

a) Pesci.

Per quanto riguarda l'*Amphioxus*, la fossetta che si trova sul dorso dell'estremità anteriore del sistema nervoso centrale, non è da considerarsi come organo dell'olfatto, ma come un *neuroporo*. Non si trova ancora un organo dell'olfatto, nè un *N olfattorio* nel senso degli altri vertebrati.

Nei *petromizonti* e nei *mixinoidi* l'organo olfattorio è composto di un sacco esternamente impari, posto subito davanti al cavo craniale, e che termina alla superficie dorsale della parte anteriore della testa mediante un tubo a camino, più o meno lungo. (confr fig. 26). Peraltro, tanto la struttura interna, quanto il *nervo olfattorio duplice* dimostrano che anche l'organo dell'olfatto nei *ciclostomi* si è sviluppato da un apparecchio pari, e che se trovasi poi alla superficie dorsale del cranio, ciò è dovuto all'*adattamento* causato dalla maniera di vivere di tali pesci, che succhiano quasi l'acqua circostante (2).

(1) La parte olfattoria deve ritenersi originata dalla lamina olfattoria abbassatasi nello stadio fetale.

(2) Non è ancora definito se il dotto naso-palatino dei mixinoidi, il quale si apre nella cavità boccale, sia da compararsi alle coane dei vertebrati superiori.

Nei *selaci* l'organo dell'olfatto si trova in una posizione precisamente opposta a quella in cui è situato nei ciclostomi; esso giace alla *parete inferiore* del muso. Cominciando di qui, esso è pari in tutta

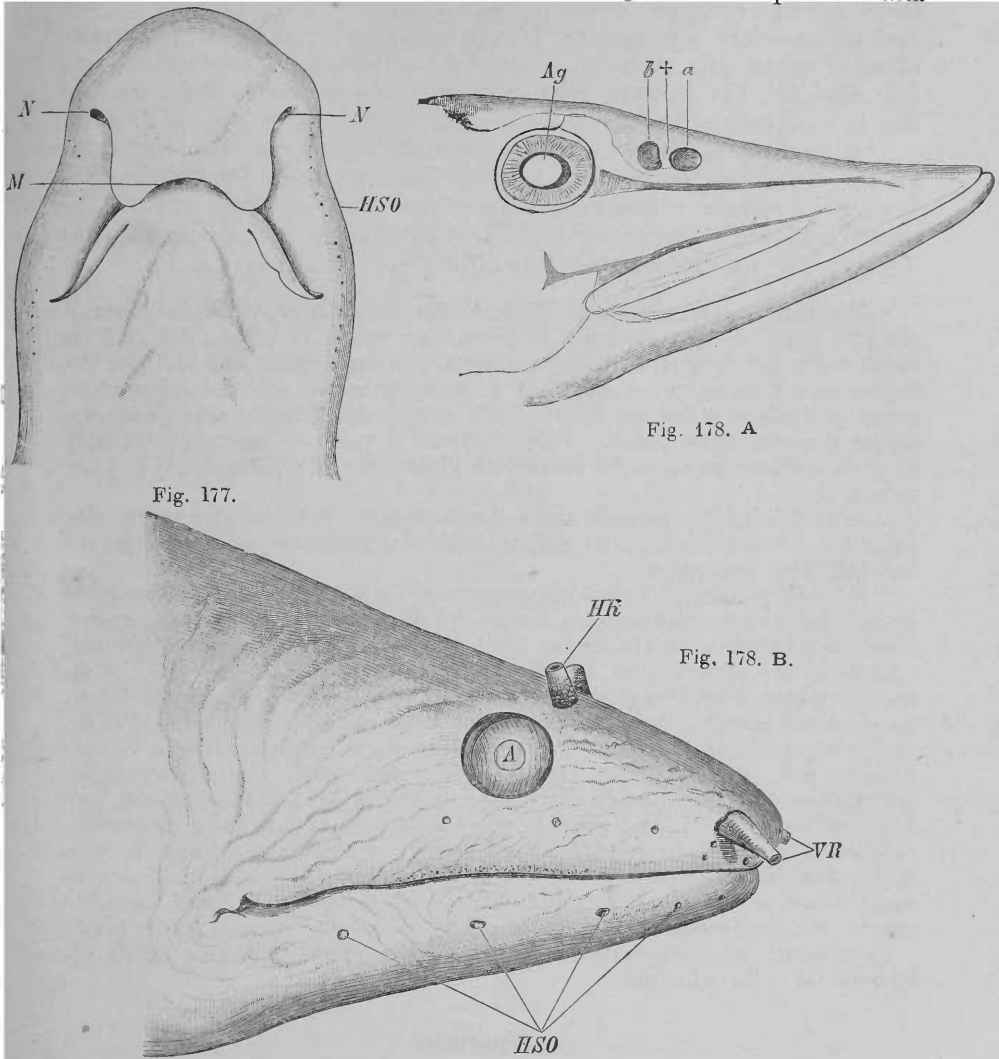


Fig. 177.

Fig. 178. A.

Fig. 178. B.

Fig. 177. — Lato ventrale della testa dello *Scyllium canicula*. *N*, *N* Apertura nasale esterna, *M* Apertura della bocca, *HSO* Organi cutanei del senso.

Fig. 178. **A.** — Prospettiva laterale della testa di un *esocide*. *a* e *b* Aperture anteriore e posteriore della fossetta olfattoria, \ddagger Piega della cute, che divide *a* da *b*, *Ag* Occhio.

B. Prospettiva laterale della testa della *Muraena Helena*. *VR*, *HR* Tubi olfattorii anteriore e posteriore, *A* Occhio, *HSO* Organi di senso cutanei.

la scala dei vertebrati e riceve dallo scheletro del capo un rivestimento cartilagineo, ovvero osseo, più o meno completo.

Dai *ganoidi* in poi occupa sempre la stessa posizione riguardo al

cranio, trovasi, cioè, tra l'occhio e il muso o lateralmente o un po' più dal lato dorsale.

Ciascuna apertura nasale esterna di questi pesci si divide, nel processo del suo sviluppo, causa un lembo cutaneo frapponentesi, in due sezioni, anteriore e posteriore. L'anteriore (e ciò vale anche per i teleostei) si trova alla sommità di un tubo a tentacoli, rivestito di cellule vibratili, e la distanza dalla apertura posteriore varia assai, secondo che il suaccennato lembo cutaneo è più o meno largo (fig. 177, 178).

La mucosa del sacco olfattorio di tutti i pesci consiste in un complicato sistema di duplicature, le quali sono disposte o trasversalmente, a raggi, a rosette, o longitudinalmente (nel senso dell'asse craniale). In esse si ramifica il nervo olfattorio, e tutte hanno lo stesso scopo, *producono, cioè, un'estesa superficie olfattoria*.

Fra tutti i pesci, l'organo olfattorio del *Polypterus bichir* acquista il più alto grado di sviluppo; qui si trova una specie di atrio, dal quale si entra nella vera cavità dell'olfatto. Questa non rappresenta una semplice inflessione a sacco, ma è composta di scompartimenti situati intorno ad un perno centrale e divisi tra loro da setti complicati. Il taglio trasversale somiglia a quello di un arancio. Verso l'interno si trova un'appendice oblunga, la quale contiene un ramo del veramente gigantesco *N. olfattorio* (Wiedersheim).

Mentre in queste ganoide osseo l'organo dell'olfatto raggiunge un alto sviluppo, presso certi *teleostei* esso trovasi in regressione, ed accenna già ad una completa scomparsa.

Intendo parlare di alcuni rappresentanti della famiglia dei *Plectognathi Gymnodontes* e specialmente di alcune specie di *Petrodon*. Esse posseggono, invece dell'apertura nasale, alcuni lembi dove si ramifica il nervo olfattorio; i lembi sono o perforati (fig. 179 B) o solidi, e divisi in due capi (fig. 179, A) tra cui stanno i neuro-epiteli. In certi casi non esistono neppur dei lembi, ma il nervo termina in un piccolo punto pigmentato della pelle (fig. 179 C). Così è raggiunto il massimo della regressione ed il nervo è ridotto a un sottilissimo pelo. In tutti questi casi gli epiteli dell'olfatto non si distinguono per nulla — come lo dimostra uno sguardo solo alla fig. 179 D — circa il loro aggruppamento dalle *sfero nervose*, che abbiamo conosciute nel senso tattile. Da ciò risulta che i *tetodonti* perdettero nel corso del loro sviluppo la vera cavità dell'olfatto, causa l'eccessiva muscolatura mascellare, la quale, dovendosi adattare al nutrimento di molluschi dalle solide valve e di coralli, acquistò sempre più forti punti d'inserzione al cranio, si sviluppò sempre più in avanti e dorsalmente, cosicchè venne a giacere al posto della originaria cavità olfattoria (Wiedersheim).

b) Dipneusti.

Qui per la prima volta s'incontra uno scheletro nasale ben differenziato dal vero cranio. Nel *Protopterus* è composto da una grata di cartilagine ialina, posta sotto la superficie della pelle, le cui parti laterali sono unite nel mezzo da un setto forte e solido. La base del sacco nasale è formata in gran parte dal pterigo-palatino e da connettivo, e solo assai parzialmente da cartilagine. In direzione dorso-ventrale lo spazio intermedio del cavo nasale è assai limitato, ma lateralmente

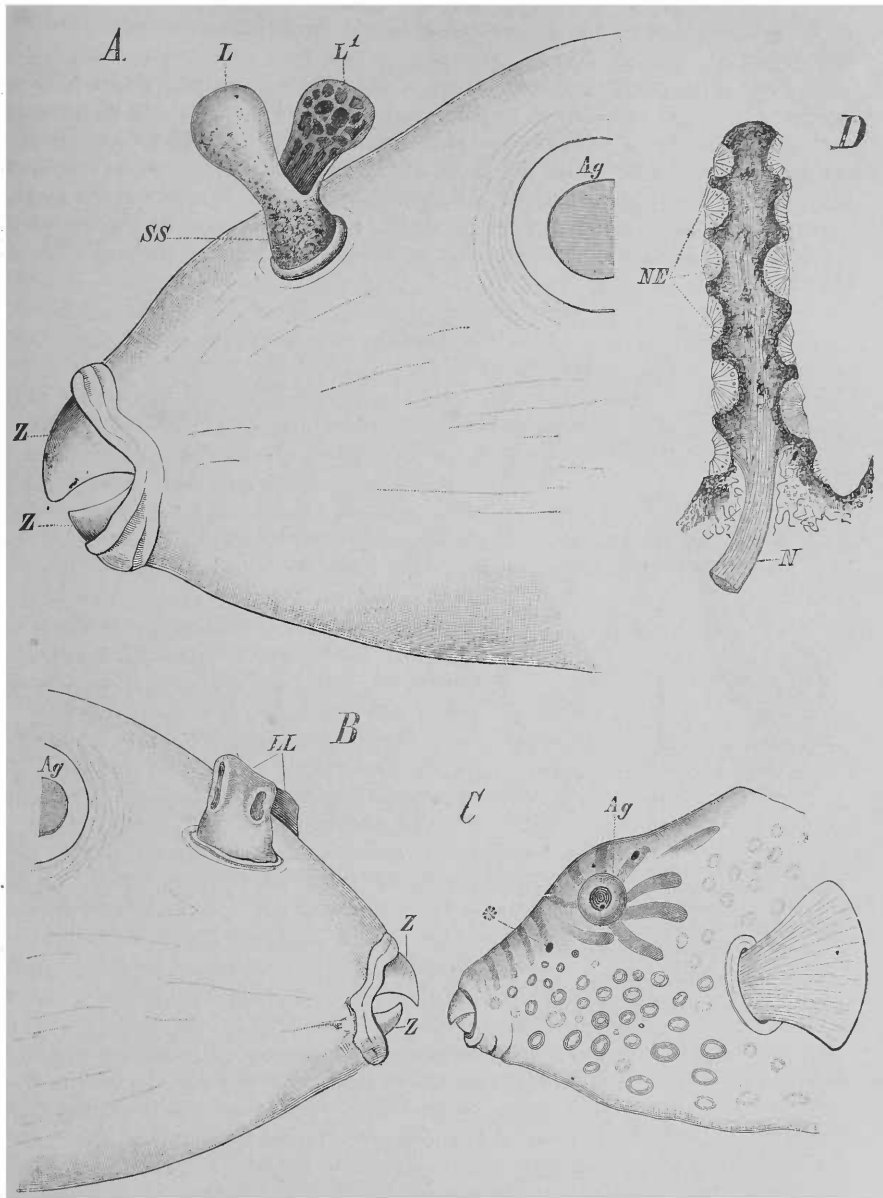


Fig. 179. **A** — Testa del *Tetrodon nigropunctatus*, **B** Testa del *Tetrodon pardalis*, **C** Testa del *Tetrodon papua*, **D** Taglio longitudinale attraverso i lembi nasali dal *Tetrodon immaculatus*.

Z,Z Denti, SS Parte basale dei lembi *L,L'*, *LL* Lembi nasali, *Ag* Occhio, * Macchia olfattoria del *Tetrodon papua*, *N* Nervo, *NE* Eminenza nervosa.

(confr. la *cavità mascellare degli anfibi*) è abbastanza spazioso. Nello spazio intermedio non vi ha traccia di conche o glandole nasali (fig. 67,

N K); vi ha, invece, un sistema complicato di duplicature della mucosa olfattoria.

Ciascuna cavità nasale si apre all'indietro, subito dopo la mascella superiore, con una duplice apertura. Una giace in prossimità dell'orlo labbiale, l'altra assai più all'indietro; la prima corrisponde all'*apertura nasale esterna* degli altri vertebrati. Dunque, l'organo olfattorio dei dipneusti, *almeno del Protopterus*, non comunica col mondo esterno, ma *solo colla cavità boccale*. Può solo, *come l'organo di Jakobson*, fiutare le sostanze che si trovano nel cavo boccale (W N. Parker.

c) Anfibia.

In nesso intimo coll'organo olfattorio dei dipneusti sta quello degli *ictiodi*. Giace lateralmente sulla parte anteriore della testa in forma di un tubo cartilagineo solido (*Siren lacertina*) o perforato a rete (*Menobranthus* e *Proteus*), del tutto sotto la pelle, senza venir minimamente difeso dallo scheletro osseo della testa.

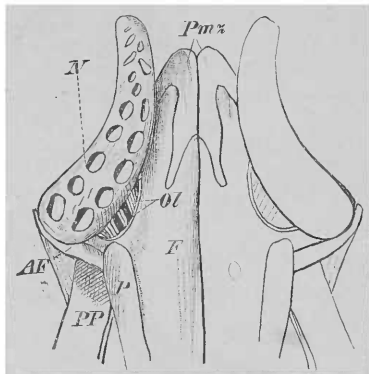


Fig. 180. — Organo olfattorio del *Menobranthus lat.*, visto dalla parte dorsale. N Sacco olfattorio, Ol Olfattorio, Pmz Premascellare, F Frontale, P Continuazione del parietale, PP Pterygo-palatino, AF Processo antorbitale.

La base del sacco nasale è in gran parte fibrosa. Nel mezzo si sviluppa a lembi numerosi e radiati la mucosa olfattoria, come nei *ciclostomi* e nel *Polypterus*, fatto questo che incontriamo per l'ultima volta fra i vertebrati.

D'ora in poi troveremo la vastità della superficie olfattoria prodotta da sporgenze ossee, dalle così dette conche.

Di queste si trova appena indizio in certi *salamandrinini* (*Spelerpes*), raggiungono un alto sviluppo negli *anuri* e specialmente nei *gimnofioni*, dove il cavo nasale consiste d'un complicato sistema di cavità e fessure. Si può sempre, peraltro — ciò vale anche per i *derotremi* e per i *salamandrinini* — distinguere una *cavità principale* ed una *cavità secondaria*; quest'ultima potrebbe anche dirsi *cavità mascellare*, perchè situata nell'osso mascellare. Presso alcuni *gimnofioni* è divisa del tutto dalla cavità principale e riceve un ramo speciale dell'olfattorio, *cosicchè si posson qui distinguere da ogni parte due cavità nasali separate, con due nervi olfattori* (confr. i nervi cerebrali). Ritornero più tardi sull'argomento.

Nuova formazione sono le *glandule*, disperse sotto la mucosa olfattoria ed udite in grandi organi speciali unitari. Esse terminano direttamente nella cavità nasale e inumidiscono col loro secreto la mucosa, il che è necessario per la vitalità degli epitelii del senso. Tale funzione viene assunta nei *pesci* e nei *dipneusti* anche dall'ambiente esterno o dalle cellule calciformi della mucosa della bocca (*Protopterus*). Oppure vuotano il loro secreto nella gola o nelle coane.

Le quali giacciono molto avanti sul palato e vengono limitate in massima parte dal *vomere* ed anche dal *palatino*.

Debbo ancor accennare al canale naso-lacrimale, che, partendo dall'angolo anteriore dell'orbita, attraversa la parete nasale laterale e sbocca quindi dalla parte della mascella superiore nel cavo nasale. Esso conduce il liquido lacrimale dalla congiuntiva dell'occhio nella cavità del naso, e cominciando dai *salamandrinini*, si sviluppa in tutti i vertebrati come una striscia epiteliale che si separa dall'epidermide e si approfonda nella cute, e in seguito si rende cava.

Questa sua origine dalla pelle esterna fa pensare ch'esso forse originariamente siasi formato dai *canalicoli mucosi* (V i pesci). A questo accenna anche la sua disposizione *nelle larve degli anuri*, dove a poco a poco viene trascinato nella regione dell'orlo palpebrale libero (Born).

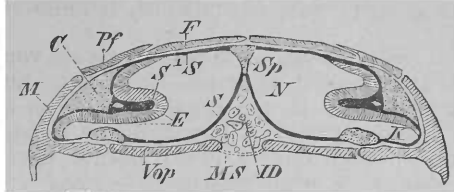


Fig. 181. — Taglio trasversale delle cavità olfattorie del *Plethodon glutinosus*. S, S Mucosa olfattoria, N Cavità principale del naso, K Cavità mascellare, C Porzione ialino-cartilaginea e S' porzione fibrosa della conca nasale, avanzate nella cavità nasale dall'epitelio olfattorio E, ID Glandula intermascellare divisa dalla cavità della bocca mediante la mucosa della bocca (MS), F Frontale, F Pf Prefrontale, M Mascella, Vop Vomero-palatino, Sp Setto nasale.

d) Rettili.

L'organo dell'olfatto, che nei pesci giace a fianco del cervello e negli anfibi precisamente davanti, tende, dai rettili in poi, a svolgersi sempre più verso l'indietro, e di pari passo collo sviluppo all'innanzi delle ossa della faccia e colla formazione del palato (vedi scheletro della testa), si spinge più o meno sotto il cervello.

L'organo olfattorio più complicato, fra tutti i rettili, lo possiedono i *cocodrilli*: più semplice nella struttura è quello di alcuni *cheloni*, dei *sauri*, degli *scincoidei* e degli *ofidi*. Dacchè non v'ha alcuna differenza essenziale tra essi, possono i tre ultimi venir considerati insieme, e, per i loro semplici rapporti, possiamo subito occuparcene.

La cavità nasale degli *scincoidei* e dei *sauri* si divide in due scompartimenti: in uno *esterno* ed in uno *interno*. Il primo, che deve considerarsi come sviluppatosi dalla porzione di passaggio alla cavità nasale degli anfibi, può chiamarsi *atrio*; l'interno, invece, forma la vera *cavità nasale* o *cavità olfattoria* (fig. 182 AN, IN, (Leydig); soltanto questa ultima è rivestita di cellule di senso, mentre la prima ha il solito epitelio piatto epidermoidale ed è *del tutto senza glandule*.

Dalla parete esterna della cavità nasale interna sporge nel lume dalla parte mediana una conca leggermente attorcigliata, e questa deve considerarsi anche negli *ofidi*, cui manca un vero atrio, come ereditata dagli anfibi.

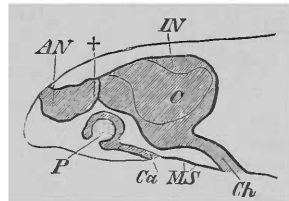


Fig. 182. — Schema dell'organo olfattorio di una *lucertola*. Taglio sagittale. AN, Cavità nasale esterna, IN interna, + Tubo che le unisce. Ch Coana, P Papilla dell'organo di Jakobson, Ca Sua comunicazione colla cavità boccale, MS Mucosa della bocca.

una conca leggermente negli *ofidi*, cui manca

Nell'interno della conca si trova una grossa glandula, la quale sbocca al limite della cavità e dell'atrio. Sotto la conca sbocca il dotto vaso-lagrimal, il quale può terminare, peraltro, anche sulla volta della cavità della gola (Ascalaboti) o nelle coane (Ofidi).

Nelle testuggini la capsula nasale varia e nella struttura e nei suoi rapporti colle parti adiacenti. Essa, nelle tartarughe di mare p. es., si scinde da ogni parte in due canali giacenti un sopra l'altro, i quali, per altro, sono in comunicazione tra loro mediante il setto perforato. L'organo olfattorio dei *sauri* e degli *ofidi* è relativamente povero di glandule mentre quello dei *cheloni* ne è straordinariamente ricco.

Il suaccennato spostamento della cavità nasale all'ingiu e all'indietro, è assai spiccato nei coccodrilli, nei quali anch'essa si divide nella regione posteriore in due cavità giacenti l'una al disopra dell'altra; quella di sopra è la vera *cavità olfattoria*, rivestita da epiteli del senso, mentre l'inferiore funge solo da *porzione respiratoria*. Colla cavità nasale stanno in congiungimento alcune cavità secondarie, le quali hanno solo il carattere di cavità per l'aria. Una grande glandula, giacente nella cavità della mascella superiore, si apre, come presso i sauri e gli ofidi, nella cavità nasale.

Come negli altri rettili, così anche nei coccodrilli si trova un *unica propria conca*, lateralmente: v'è una seconda prominenza, detta *pseudoconca* (confronta l'organo olfattorio degli uccelli, Gegenbaur).

e) Uccelli.

Come i sauri, così anche tutti gli uccelli hanno un atrio che giace in basso, tappezzato da epitelio pavimentoso, ed una vera *cavità olfat-*

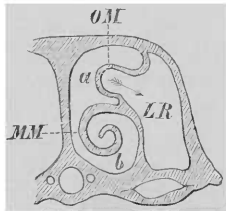


Fig. 183. — *Cavità nasale destra del piccolo Lanius, taglio trasversale.* O.M, M.M Conca superiore e media, a Dotto nasale superiore, b Inferiore, L.R Spazio aereo che si prolunga nella conca superiore e la spinge allo innanzi.

toria posta più su. Anche gli uccelli hanno *una sola vera conca*, cioè una sporgenza nel cavo nasale, *libera, che sta da sè* ed è appoggiata da masse nello scheletro. Le due altre prominenze, di cui una giace nella cavità nasale stessa colla conca propria e l'altra nell'atrio, rappresentano precisamente, come la pseudoconca dei coccodrilli, una semplice convessità della intera parete nasale (Gegenbaur).

La vera conca, la quale è formata per lo più di tessuto cartilagineo e raramente di osseo, subisce nella forma parecchie variazioni; o rappresenta solo una mediocre prominenza o si ravvolge su sè stessa più o meno (fino a tre giri). Al disotto e al davanti di essa sbocca il dotto naso-lagrimal. Non può esservi dubbio sulla possibilità di porla in parallelo colla conca degli urodéli e dei rettili.

La cosiddetta *glandola nasale esterna* degli uccelli non giace nella regione della mascella superiore, ma si trova sull'osso frontale o nasale.

f) Mammiferi.

Per il molto maggior sviluppo delle ossa della faccia, il cavo nasale acquista in profondità ed in altezza, e così resta assai più grande spazio per la libera estensione del labirinto etmoidale, un nuovo acquisto rispetto ai vertebrati inferiori. Giacente da una parte tra le due cavità orbitali, dall'altra tra la base del cranio, la vòlta della cavità boccale ed il palato duro, l'osso etmoide produce una quantità di spazi rivestiti da mucosa, a forma di cellette e favi, cosicchè verso il cavo nasale si trovano escavazioni e sporgenze cartilaginee od ossee delle più svariate forme.

I *cercini olfattori*, che in tal modo risultano, variano assai per numero; sono in una fila (*Ornithorhyncus, cetacei, pinnipedi, primati*) o in più file (*negli altri mammiferi*). Nell'ultimo caso, quando sia del pari bene sviluppato il *lobo olfattorio*, si avrà un aumentato potere olfattorio, mentre nel primo si ha una diminuzione nel numero dei cercini, cioè un processo regressivo.

La causa di ciò si ha nei *fenomeni di adattamento*, di che offrono il miglior esempio le balene, presso cui l'organo olfattorio si è metamorfosato in un *organo spruzzante*. La riduzione dei cercini dell'olfatto è basata sull'adattamento alla vita nell'acqua, poichè l'organo olfattorio costruito, negli animali che respirano con polmoni, per l'aria, non poteva trarre alcun utile dalle materie odoranti sospese nell'acqua (odore della preda).

Nei primati, p. es. nell'uomo, l'atrofia ha tutt'altra causa; dipende dal fatto che il potere olfattorio ha un interesse affatto secondario per l'esistenza della specie. *Ciò che manca qui, viene sostituito dalla più elevata intelligenza*. L'apparecchio dell'olfatto ha in essi il valore di un modestissimo vassallo del cervello, come osserva Broca, e non raggiunge il grado degli altri organi sensori più elevati. Sono assai diverse le circostanze che diminuiscono l'importanza dell'organo olfattorio nella serie dei vertebrati.

Dobbiamo ora stabilire il primitivo rapporto circa il numero dei cercini olfattori; in ciò Zuckerkandl ottenne i seguenti soddisfacenti risultati. *Il numero primitivo dei cercini olfattori è assai limitato, e quando nella serie dei mammiferi si trova od un aumento nel numero od una più complicata struttura, si ha sempre a che fare con un acquisto secondario nel senso di un perfezionamento.*

Il maggior numero degli ordini dei mammiferi, p. es. la maggior parte dei *carnivori, rosicanti, insettivori, prosimii, e marsupiali*, possiede *cinque* cercini olfattori; gli ungulati, d'ordinario, *più di cinque, fino ad otto*; dai *sei ai nove* ne hanno gli *sdentati*; da *uno a tre* i primati.

Le considerazioni sin qui fatte riguardano la *vera regione olfattoria*, e rispettivamente il *labirinto etmoidale* coi suoi cercini olfattori. Ho evitato appositamente il termine *conca*, servendomi del nome *cercine* introdotto da Schwalbe, per escludere fin da principio ogni parallelo colle *conche* dei vertebrati inferiori. Ora, sorge la questione sulla sua persistenza nella serie dei mammiferi. Si trova anche in essi sotto forma dell'*osso naso-turbinale*, *ma non possiede altro che un epitelio*

olfattorio, ed ha evidentemente cangiata la funzione. Negli animali che hanno buon olfatto, la conca è, d'ordinario, a pieghe, più o meno ramificate; ha, in altre parole, una struttura assai più complicata che nel caso opposto, dove si trova o una conca semplice o solo ripiegata due volte. *Questa conca semplice è da considerarsi come la forma primitiva, da cui si sviluppano in seguito secondariamente le altre forme.*

Quantunque il trigemino non si estenda solo nelle conche, pure la grandezza di queste è sempre proporzionale alla ramificazione del trigemino in esse. La mucosa nasale trasmette perciò non solo sensazioni olfattorie e tattili in senso proprio, ma anche sensazioni di altra qualità (temperatura, umidità dell'aria). La conca, oltre all'essere importante come organo tattile ed olfattorio, serve anche da filtro atmosferico, da apparecchio di riscaldamento e d'inumidimento. È difficile poi certamente a comprendersi, perchè essa manchi in alcuni animali che vivono nelle identiche condizioni.

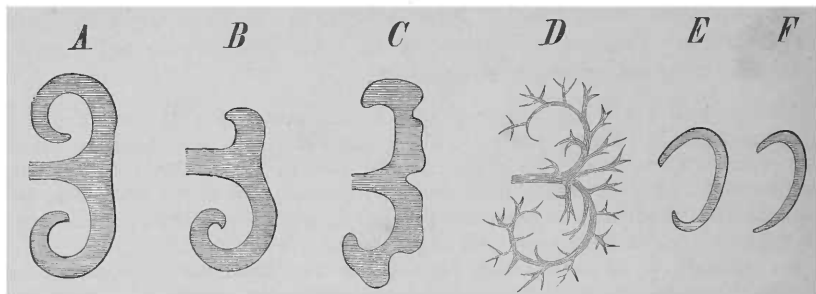


Fig. 184. — *Diverse forme dell'osso naso-turbinale dei mammiferi. A* Conca doppiamente piegata, *B* Forma di passaggio alla semplice *E F*, *C* Forma di passaggio dalla doppiamente piegata alla dendritica *D* (Da ZUCKERKANDL).

L'osso naso-turbinale giace sempre in quella porzione inferiore della cavità nasale, che, mediante le coane, conduce alla gola, cioè nella cosiddetta *parte respiratoria*, mentre i cercini olfattori colla relativa porzione del labirinto stanno più all'insù ed all'indietro nella *parte olfattoria*.

La cavità nasale dei mammiferi sta spesso in diretta comunicazione con *cavità secondarie*, cioè colla *cavità frontale*, *mascellare* e *sfenoidale*. Anche in queste cavità secondarie, le quali tutte si sviluppano dallo scheletro etmoidale originariamente cartilagineo, possono parimenti trovarsi, quando la potenza olfattoria sia bene sviluppata, dei cercini olfattori; ciò vale, p. es., per la cavità sfenoidale. Se, inoltre, si considera che negli *anfibi* e nei *rettili* anche la cavità mascellare è sempre rivestita da una mucosa olfattoria, risulterà chiaro quanta sia per l'olfatto l'importanza di tali cavità secondarie. Dove diminuisce la potenza olfattoria, anche le cavità secondarie spariscono del tutto o in parte, o persistono, *ma come semplici cavi atmosferici* rivestiti da solida mucosa. In tale caso non fan parte della funzione olfattoria, ma debbono studiarsi da altro punto di vista, come lo farò occupandomi delle ossa pneumatiche (confr. sistema respiratorio degli uccelli).

Le *glandule nasali* dei mammiferi sono di due specie: 1) glandule di Bowman, piccole, disperse dappertutto, che manifestano un doppio carattere nell'epitelio (cellule mucose e sierose); 2) le altre sono più grandi e formano un *apparecchio glandolare* assai diffuso nella serie dei mammiferi, noto già fin dal 17.^o secolo a Stenone (Stenson), ma caduto poi in dimenticanza; venne ultimamente descritto di nuovo col nome di *glandula nasale stenoniana* da C. Kangro. Questa glandula, la quale esiste già nelle prime fasi embrionali, giace lateralmente nel cavo nasale e può ritirarsi nell'antro di Highmor, quando esiste.

Il carattere più spiccato del naso dei mammiferi consiste nella presenza di un *naso esterno*, che noi dobbiamo pensare come sorto dall'atrio del naso dei rettili, quindi quasi come una continuazione di esso. Oltre le prominenti ossa nasali, tra le cartilagini che sostengono il naso esterno ha parte principale la cartilagine che nasce dalla lamina papiracea dell'etmoide, e che sporge molto all'innanzi, formando una parete divisoria; essa è una differenziazione della cartilagine etmoidale; però, oltre ad essa, esistono altri pezzi indipendenti che concorrono alla costruzione dello scheletro esterno del naso. Tali pezzi sarebbero, p. es., le piccole lamelle cartilaginee, che si trovano nella punta e nelle ali del naso dell'uomo, le quali, del resto, variano assai per forma, numero e grandezza.

Il naso esterno, che per motivi funzionali è sottoposto alle più svariate modificazioni, è retto da una assai ricca muscolatura, la quale è specialmente d'importanza nei mammiferi tuffantisi in acqua, perchè allora vien resa possibile una perfetta chiusura delle narici, mediante uno sfintere e talvolta anche mediante un apposito apparecchio valvolare. Uno stragrande sviluppo ed aumento della muscolatura ha luogo *nella formazione delle proboscidi* (tapiro, porco, talpa, sorcio ed elefante, il quale ultimo possiederebbe nella sua proboscide oltre 30000 muscoli), le quali divengono così *organi di tatto* e di *presa*.

Organo di Jakobson.

Sotto tale nome si intende una *cavità nasale secondaria* pari, che si stacca già nel periodo embrionale dalla cavità del naso, viene innervata dall'olfattorio, e dal trigemino e sta in comunicazione col cavo della bocca mediante una speciale apertura. A queste condizioni corrisponde perfettamente la cavità nasale secondaria dei *ginnofioni*, e

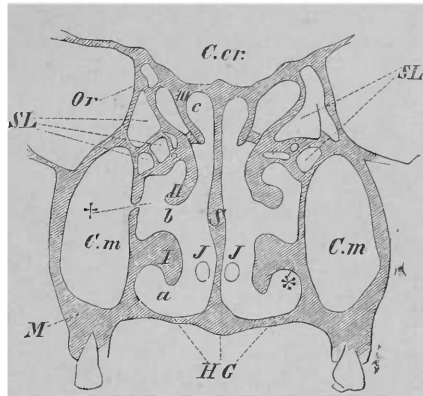


Fig. 185. — Taglio frontale della cavità nasale dell'uomo. I, II, III, Conca inferiore, media e superiore, a, b, c, Dotto nasale inferiore, medio e superiore, S Setto nasale, nd, nd Rudimento della glandula nasale del setto, * Luogo di sbocco del dotto naso-lagrimal, † Entrata nel cavo mascellare (C.m), SL Labirinto etmoidale, HG Palato duro, C. cr. Cavo craniale, M Mascella.

questo cavo chiuso all'intorno dalla cavità mascellare, è omologo al cavo mascellare di tutti i vertebrati. In nessun altro vertebrato si trovano tali scompartimenti; *salendo nella serie dei vertebrati noi vediamo, all'opposto, che il cavo mascellare si allontana fisiologicamente sempre più dall'organo olfattorio, perde l'epitelio proprio a quest'ultimo, e discende finalmente al gradino di un semplice spazio pneumatico.*

Indipendentemente dall'organo di Jakobson dei gimnofioni, noi troviamo certi apparecchi che hanno lo stesso valore, nei *sauri*, nei *rettili* e nei *serpenti* (1). Essi giacciono — fig. 182 P — tra la base del naso ed la volta della cavità boccale, e rappresentano una piccola cavità pari, rivestita d'epitelio olfattorio; dal suo fondo si stacca una papilla, ed essa con una speciale apertura sbocca nella cavità orale innanzi alla coana.

La presenza dell'organo di Jakobson non fu dimostrata nei *cocodrilli*, nelle *tartarughe* e negli *uccelli*; ma in questi ultimi si trova, secondo W. K. Parker alla base del naso una cartilagine, la quale in quei vertebrati dove essa esiste (p. es. nei *lacertili* e nei *mammiferi*) è sempre strettamente unita all'organo di Jakobson. Quest'organo è anzi diffuso nei *mammiferi* e specialmente nei *monotremi*, *marsupiali*, *sdentati*, *insettivori*, *rosicanti* ed *ungulati*. Consiste, presso questi animali, di due tubi, che stanno alla base del setto nasale, e sono sostenuti da capsule cartilaginee (*cartilagine del vomere di Huschke*), e che, chiuse posteriormente, sboccano in avanti nella cavità della bocca, attraverso i dotti di Stenson (*canali incisivi*) che perforano l'osso intermascellare.

Sembra che nell'uomo l'organo di Jakobson non esista neppure nello stato embrionale, e ciò che per tale venne ritenuto non è che il rudimento di una glandula del setto del naso, come nelle proscimie (Gegenbaur).

L'esistenza della cartilagine del vomere di Huschke dimostra, del resto, che gli antenati dell'uomo dovevano possedere l'organo di Jakobson.

L'ufficio fisiologico dell'organo di Jakobson potrebbe essere di porre sotto diretto controllo del nervo olfattorio i cibi portati nella bocca. Qui viene involontariamente a memoria il detto popolare: « sa di buono » usato per « ha buon odore ».

Apparecchio schizzante dei gimnofioni.

Nei *gimnofioni* esiste un singolarissimo organo che sta in intimo rapporto topografico colla cavità nasale e coll'orbita, e perciò viene descritto in questo posto.

È una vescica fibrosa, circondata da forti muscoli, posta nell'orbita e che si prolunga a guisa di tubo in un canale della mascella superiore, aprendosi alla superficie libera della guancia, in prossimità del muso. Questa porzione dell'organo prolungantesi a otre, è formato di due tubi fibrosi invaginati l'uno nell'altro.

(1) Secondo J. BEARD, alla base dell'epitelio olfattorio dell'organo di JAKOBSON dei serpenti si trovano dei gangli a gemma, che rammentano le gemme dell'olfatto di BLAUÉ degli anamni.

L'interno di tutto l'apparecchio viene attraversato da un muscolo longitudinale che agisce come *retrattore* e si dirama in una papilla situata nella suaccennata apertura della guancia. Intorno al muscolo nella porzione dell'organo dilatata a vescica, sta una grossa glandula, che versa il suo secreto nel lume della porzione rigonfia a mo' di otre. Una seconda grossa glandula, posta nella cavità mascellare, perfora coi suoi dotti la parete laterale dell'osso della mascella superiore e termina pure nella porzione otriforme dell'organo, poco avanti alla sua estremità periferica, precisamente dove sta la papilla. La prima glandula può chiamarsi *glandula orbitale*, la seconda *glandula tentacolare* (Wiedersheim).

È difficile dire quale funzione fisiologica abbia tale apparecchio, che sta del tutto isolato nella serie animale e si sviluppa embriogeneticamente abbastanza tardi. Si tratta forse di un apparecchio schizzante o forse, se il secreto glandulare fosse velenoso, di un'arma di difesa, la quale, insieme al primissimo organo dell'olfatto, deve essere posta in correlazione all'organo visivo ed uditivo che funzionano imperfettamente. Per il momento non può decidersi se si tratti anche di un proprio *tentacolo*, cioè di un organo tattile. Io considero la glandula orbitale come una glandula di Harder modificata (confr. organo visivo).

Bibliografia.

- Beard. J.** *The nose and Jakobson's Organ.* Quart. Journ. Microsc. Science, 1888.
- Blaue J.** *Untersuch. üb. d. Bau der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien, namentl. über Endknospen als Endapparate des Nerv. olfactorius.* Arch. f. Anat. u. Physiol. 1884.
- Born G.** Numerose comunicazioni sulla struttura della cavità nasale degli anfibi, e sul condotto naso-lacrimale di tutti i principali gruppi dei vertebrati. Vedi nel Morph. Jahrb. Vol. II. V. VIII.
- Dogiel A.** *Ueber die Drüsen der Regio olfactoria.* Arch. f. mikr. Anat. Vol. XXVI, 1886.
- Idem.** *Ueber den Bau des Geruchsorgans bei Ganoiden, Teleostiern und Amphibien.* Hi. Vol. XXIX, 1887.
- Gegenbaur C.** *Ueber die Nasenmuscheln der Vögel.* Jen. Zeitschr. Vol. VII, 1873.
- Leydig F.** *Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier* Tübingen, 1872.
- Madrid-Moreno J.** *Ueber die morphol. Bedeutung der Endknospen in der Riechschleimhaut der Knochenfische.* Relazione di C. Emery. Biol. Centralbl. Vol. VI, 1886.
- Marshall A. M.** *Morphology of the vertebrate olfactory Organ.* Quart. Journ. of Micr. Science Vol. XIX, 1879.
- Schwalbe G.** *Ueber die Nasenmuscheln der Säugethiere und des Menschen.* Sitz-Ber. der physic. Gesellsch. zu Königsberg. XXIII, 1882.
- Idem.** *Lehrb. der Anatomie der Sinnesorgane.* Erlangen 1887.
- Wiedersheim R.** *Das Kopfskelet der Urodelen.* Morphol. Jahrb. Vol. III, 1877.
- Idem.** *Die Anatomie der Gymnophionen* Jena, 1879.
- Idem.** *Das Geruchsorgan der Tetrodonten, nebst Bemerkungen über die Hautmuculatur derselben.* Festschrift zum 70. Geburtstag A. v. Kölliker's. Leipzig 1887. Estratto nell'Anat. Anz. II Annata, 1887.
- Zuckerkandl E.** *Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle.* Wien 1882.
- Idem.** *Das periphere Geruchsorgan der Säugethiere.* Stuttgart 1887.
- Idem.** *Ueber des Riechcentrum.* Stuttgart 1887.
-

Organo visivo.

In contrapposto agl'invertebrati, dove l'organo visivo si origina da un processo di differenziazione dell'*integumento*, gli elementi sensibili alla luce dell'occhio dei vertebrati si sviluppano da quella estroflessione pari della vescichetta primitiva della parte anteriore del cervello, di cui abbiamo parlato occupandoci di quest'ultimo. Si tratta, dunque, di una parte del cervello avanzatasi verso la periferia.

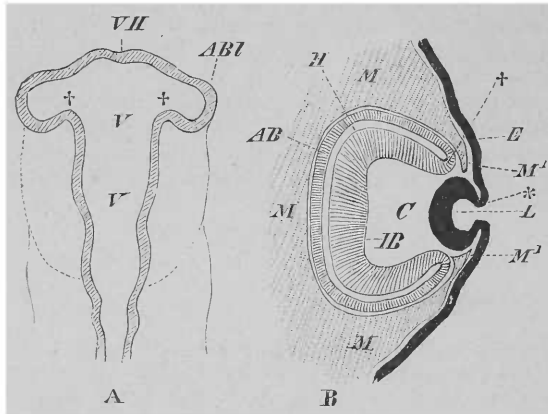


Fig. 186. — **A** Disposizione delle vesciche primitive (AB) dell'occhio, VH parte anteriore del cervello, V, V' spazio ventricolare del cervello, che in ++ sta in ampia comunicazione con la cavità delle vesciche primitive dell'occhio.

B Taglio semischematico della vescica secondaria dell'occhio e della lente differenziantesi dall'ectoderma. IB Foglio interno della vescica secondaria, da cui nasce la retina, + Punto di passaggio nel foglio esterno (AB), da cui si origina l'epitelio pigmentato, H Cavità della vescica secondaria. L Lente, la quale nasce come introflessione caliciforme dell'ectoderma (E), * Orlo di passaggio dell'ectoderma, M, M' Tessuto mesodermico che s'introduce in M', M'' tra l'epidermide e la lente e si differenzia in strato posteriore della cornea ed in iride. C Spazio tra la lente e la retina, riempito dal corpo vitreo.

(fig. 186 B, IB ed AB); dalla prima si origina la definitiva membrana che percepisce la luce, cioè l'epitelio sensorio della *retina*, dalla seconda, invece, l'*epitelio pigmentale*.

In seguito il pacchetto cellulare epidermoidale si differenzia in *lente cristallina*, si separa dall'ectoderma e va sempre più riempiendo l'interno della vescica dell'occhio (fig. 186 B, L). Lo spazio restante viene occupato dal tessuto mesodermico e genera il *corpo vitreo* (fig. 186 B, C), che in seguito acquista sempre maggior importanza di fronte alla lente, e certi vasi importantissimi per il nutrimento dell'occhio embrionale (*Vasa entralia nervi optici*, *Arteria hyaloidea*, *Tunica vasculosa lentis*).

Non solo nell'interno della vescica secondaria dell'occhio corrono

Quella estroflessione viene detta *vescica oculare primaria*, e mentre essa si avvanza sempre più verso la superficie esterna della testa, il ponte di unione col cervello si assottiglia sempre più, perde a poco a poco la sua cavità, mediante la quale stava in comunicazione col ventricolo, e diviene un cordone da cui si sviluppa il *nervo ottico*.

L'epidermide si accresce lentamente nel punto in cui tocca la vescica, mentre nello stesso tempo la parete anteriore di questa si introflette in modo da produrre un calice a doppia parete, una così detta *vescica secondaria* dell'occhio (figura 186, B).

Più tardi concregono tra loro le due pareti, la interna e l'esterna

numerosi vasi, ma anche alla periferia, dove si origina una vera membrana vascolare, la *corioidea* (fig. 187, *ch*).

Questa si trasforma alla sua circonferenza anteriore nella così detta *iride* (fig. 187 *I*), e insieme ad essa, producendo un sistema di piegature ordinate radialmente (*corpo ciliare*), si estende a mo' di cortina davanti alla lente, ed acquista in seguito un'apertura circolare (*pupilla*), per la quale passano i raggi luminosi, in numero maggiore o minore secondo il rapporto dell'azione dei due muscoli presenti nell'iride, *Musculus dilatator* e *M. constrictor*. Abbiamo quindi una specie d'*apparecchio a diaframma*.

Oltre alla grandezza della pupilla, varia assai anche la forma della lente, che ora è piatta, ora sferica. La prima forma si osserva nella visione di oggetti lontani, la seconda nella visione di vicini. In breve, si tratta di un sensibilissimo *apparecchio d'accomodazione*, regolato da un muscolo innervato dall'oculomotorio; il muscolo si stacca a guisa di anello dal punto di passaggio tra sclerotica e cornea, e si inserisce all'orlo periferico dell'iride (fig. 187, *Lc*).

Al di fuori della membrana vascolare, chiamata corioidea, giace uno spazio linfatico (spazio pericorioideale), segnato nella fig. 187 col nome di *lamina fusca*, e al di fuori di questa si incontra uno strato duro, fibroso, in parte cartilagineo, oppur osseo, detto *Sclera* o *Sclerotica* (fig. 187, *Sc*).

La sclerotica si prolunga posteriormente nella guaina del nervo ottico (*OS*) e da questa nella dura madre, anteriormente diviene diafrana e si immedesima colla *cornea* e qui alla sua superficie libera riceve un rivestimento epiteliale (fig. 187, *Co*, *Cj*) dalla *congiuntiva* dell'occhio. La sclerotica e la cornea rappresentano, per la loro struttura fibrosa, una specie di scheletro esterno dell'occhio e così, insieme alla massa gelatinosa del corpo vitreo, garantiscono l'espansione dell'intero bulbo, necessaria alla integrità degli apparecchi nervosi terminali. Fra l'iride e la cornea giace un altro spazio linfatico, la *camera anteriore dell'occhio* (fig. 187, *VK*).

Servono, inoltre, come sostegno dell'occhio il profondo seno orbitale formato dallo scheletro della testa, e certi apparecchi *secondari* o *ausiliari* che si possono dividere in tre categorie:

- 1) *Palpebre*,
- 2) *Organi glandulari*,
- 3) *Muscoli* (Apparecchio motorio del bulbo).

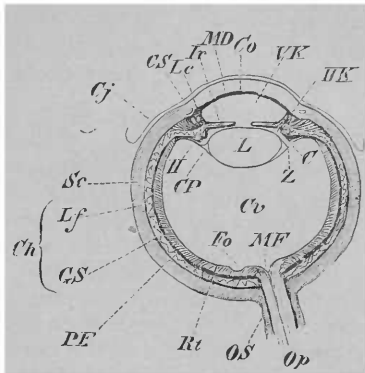


Fig. 187. — Sezione orizzontale dell'occhio sinistro dell'uomo. Schema, visto dall'alto. Op Nervo ottico, OS Guaina dell'ottico, MF Macchia (cieca) di Mariotte, Fo Fossa centrale (Macula lutea), Rt Retina, PE Suo epitelio pigmentato, Ch Corioidea colla sua lamina fusca (*Lf*) e collostrato vascolare (*GS*), *Sc* Sclerotica, *Co* Cornea, *Cj* Congiuntiva, *MD* Membrana di Descemet, *CS* Canale di Schlemm (La linea punteggiata dovrebbe esser condotta fino alla piccola apertura ovale), *Ir* Iride, *Lc* Ligamento ciliare, *C* Processo ciliare, *VK*, *HK* Camere anteriore e posteriore dell'occhio, *L* Lente, *HM* Membrana ialoidea, *Z* Zonula Zinnii, *CP* Canale di Petit, *Cv* Corpo vitreo.

Noi troviamo, dunque, il bulbo dell'occhio composto da un sistema di membrane concentriche e stratificate, che, andando dall'interno allo esterno, vengono nominate *retina* (membrana nervosa), *corioidea ed iride* (membrana vascolare), *sclerotica e cornea* (membrana fibrosa). La prima corrisponde alla *sostanza nervosa* del cervello, la seconda alla *pia madre*, la terza alla *dura madre*. L'interno dell'occhio è colmato da mezzi rifrangenti, dalla *lente*, cioè, e dal *corpo vitreo*. A ciò si aggiungono gli *apparecchi secondarii*.

Come l'organo dell'olfatto, così anche quello della vista dipende nella sua struttura dalle influenze esterne. Esse o lo fanno sviluppare ad una straordinaria sensibilità o lo fanno regredire o atrofizzare del tutto, cioè agiscono in tutte le più svariate maniere, modificandolo o metamorfizzandolo.

Offrono perciò sommo interesse quegli animali che, per la loro vita nell'oscurità, nel profondo dei mari e dei laghi o in caverne, perdono o in parte o del tutto il loro organo visivo. Individui di tal genere si trovano specialmente tra gli *artropodi* e tra i *vermi* che vivono parassiti nelle cavità del corpo. Tra i vertebrati si ha il *pesce cieco* (*Amblyopsis spalaeus*) delle caverne di Kentucky nell'America settentrionale, il *Proteo anguino* della catena del Carso, i *gimnofioni*, la *talpa*, ecc. (v. pag. 181, 189). È difficile dirsi se debba qui comprendersi la *Platanista gangetica* del gruppo dei cetacei, la quale in un corpo lungo quasi due metri possiede un occhio grande come un pisello e in processo di regressione, tanto più che negli altri cetacei viventi nel Gange sotto identiche condizioni (*Orcella fluminalis* e *brevirostris*), non si può dimostrare un'atrofia simile dell'occhio (M. Weber).

Passo all'organo visivo delle singole classi dei mammiferi, tralasciando la *retina*, cui dedicherò più tardi un capitolo a parte (v. pag. 203).

Pesci.

Nell'*Amphioxus* non fu ancora accertata l'esistenza di un organo visivo, e quello dei *ciclostomi*, dove si tratta probabilmente di processi regressivi, è ad un gradino di sviluppo assai basso. Ciò risulta non solo dalla struttura della retina, ma anche (almeno nei *mixinoidi*) dalla mancanza di una *lente*, di un'*iride*, di una *sclerotica* e d'*una cornea differenziata* (1). Nello stesso tempo l'occhio, e ciò vale anche per l'*Ammocoetes*, dove esso è assai piccolo, è posto sotto la pelle ed il connettivo sottocutaneo. Nel *Petromyzon* la relativa parte della pelle si assottiglia, l'animale prima cieco comincia a vedere, il bulbo acquista una circonferenza maggiore ed una organizzazione più elevata. Mancano, peraltro, ancora la sclerotica e la cornea.

Gli occhi di tutti gli *altri pesci* sono, salvo poche eccezioni (razze, murene, siluri), di discreta grandezza, e ciò vale specialmente per i *selaci*. La loro mobilità è assai limitata, ed essendo la cornea assai piana ed aderente quasi alla lente, il bulbo ha sempre una forma emisferica o ellittica e la camera anteriore dell'occhio è assai poco estesa. Del resto, l'occhio è costruito secondo il piano fondamentale esposto nella introduzione; si deve soltanto aver riguardo ancora ad altri punti.

(1) V. organo visivo dei dipnoi.

La lente è sferica, come in tutti gli animali acquatici; possiede quindi un forte potere rifrangente. Essa colma in massima parte l'interno del bulbo, cosicchè resta poco spazio per il corpo vitreo. *Essa è accomodata, in istato di riposo, per la visione in vicinanza, il contrario di ciò che succede nei vertebrati più elevati.*

Giacchè in luogo del muscolo ciliare vi è solo un *legamento ciliare* fibroso, l'accomodazione viene regolata nell'occhio dei pesci da un altro apparecchio, il quale consiste in una piegatura che si stacca dalla corioidea (*processo falciiforme*), e si estende dal punto di entrata del nervo ottico sino all'equatore della lente, dove s'inserisce con un rigonfiamento a bottone (*Campanula di Haller*).

Nell'interno di questa formazione vi hanno *nervi, vasi e filamenti muscolari lisci*, e questi ultimi agiscono colla loro contrazione in senso di un apparecchio di accomodazione.

Al di fuori della corioidea, sotto, cioè, ed al di dentro del suaccennato spazio linfatico sopracorioidale, si trova una membrana dallo scintillio argenteo o verdeaureo, la così detta *argentea*, che si estende in tutto l'interno dell'occhio (teleostei) o si limita solo all'iride (selaci).

Una seconda membrana dallo splendore metallico, il tappeto cellulare o lucido, giace nei selaci al di fuori di quello strato della corioidea, che vien detto *corio-capillare*. Nei *teleostei* e nei *petromizonti* sembra che non esista un tappeto (1).

La glandula corioidea che esiste nei *pesci ossei* ed in alcuni *ganoidi* (Amia) è formata da una rete mirabile tessuta da arterie e vene, che s'insinua a mo' di cuscino in vicinanza del punto di entrata del nervo ottico, tra l'argentea e l'epitelio pigmentato e coincide per la sua posizione colla corioidea. Non si può parlare di una vera glandula; il valore fisiologico dell'apparecchio è perfettamente ignoto.

La sclerotica è spesso cartilaginea nella sua massima estensione (selaci, storioni) e non di rado si ossifica anche verso l'orlo corneale (ciò vale anche per i teleostei).

Questi elementi di sostegno solidi della sclerotica dei pesci, sostituiscono le pareti orbitali sviluppate insufficientemente e valgono forse anche come difesa contro i movimenti dell'apparecchio palato-mascellare. Deve ammettersi

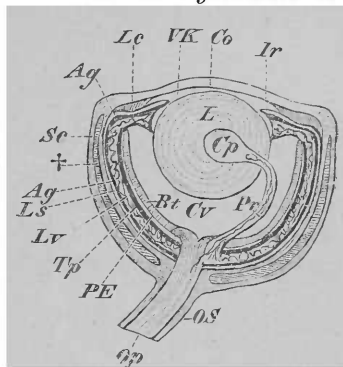


Fig. 188. — *Tipo dell'occhio di un pesce.* Op Nervo ottico, OS Guaina dell'ottico, Rt Retina, PE Epitelio pigmentato, Tp Tappeto, Lv Lamina vascolosa, Ag Lamina argentea, Ls Lamina sopracorioidea, Sc Sclerotica con innesti cartilaginei od ossei (+), Co Cornea, Ir Iride, Lc Legamento ciliare, VK Camera anteriore, L Lente, Cv Corpo vitreo, Pr Processo falciiforme, Cp Campanula di Haller.

(1) L'*argentea* ed il *tappeto lucido* consistono di un cumulo di innumerevoli cristalli calcari simili a quelli che trovansi nella pelle esterna, di cui producono la lucentezza. Sono intercalati in cellule epiteliali, che dipendono da numerosa formazione e metamorfosi degli endotelii.

come certo che essi scemano anche di difesa per l'integrità dell'interno dell'occhio, e specialmente della retina contro la pressione talvolta immensa della colonna d'acqua.

Il bulbo è spesso circondato da un tessuto grasso, gelatinoso, attraversato da filamenti di tessuto connettivo ed elastico, e nei selaci si articola in modo speciale alla sua circonferenza posteriore con una svelta asta cartilaginea che si stacca dalla parete laterale della testa (1).

Dipneusti.

Occorrono nuove ricerche per l'occhio dei dipneusti: esso è assai piccolo, possiede una sottile sclerotica, in parte cartilaginea (W N. Parker), una corioidea ed una lente sferica. Manca di un'iride differenziata, di un processo falciforme, della campanula di Haller e di un corpo ciliare. Ha quattro muscoli retti.

Anfibii.

L'occhio degli *anfibi* e dei *rettili* è il più piccolo tra gli occhi di tutti i vertebrati.

Come nei pesci, così anche in alcuni anfibi, tanto anuri che urodeli, la sclerotica contiene disseminati elementi di cartilagine ialina, spesso pigmentati. Non furono osservate finora *ossificazioni*.

La convessità della cornea è appena un po' più accentuata che nei pesci, però la forma totale del bulbo si avvicina di più ad una sfera. La pupilla non è sempre di forma rotonda, ma qua e là, p. es. nel *Bombinator igneus*, triangolare, e ciò si osserva anche in alcuni pesci, p. es. nel *Coregonus*.

La corioidea manca dell'argentea, del tappeto, della glandula corioidale, del processo falciforme e della campanula di Haller; si distingue, dunque, in confronto ai pesci, per caratteri negativi. Del resto, il corpo vitreo possiede vasi, analoghi a quelli della campanula nei pesci.

Il luccichio aureo dell'iride della *rana* è prodotto da cellule rotonde con sferette pigmentate in giallo pallido, e non, come nell'argentea dei pesci, da cristalli aghiformi.

Non solo l'iride possiede una muscolatura liscia bene sviluppata, ma un *vero muscolo*, per quanto debole, fu dimostrato con certezza tra la sclerotica ed i processi ciliari, proprio in quella posizione dove si

(1) Nei giovani *Pleuronectes* gli occhi sono ancora del tutto simmetrici alle due parti della testa. A. AGASSIZ ha dimostrato che l'uno non passa attraverso il cranio dalla parte destra alla sinistra, come prima si ammetteva (STEENSTRUP), ma che cambia di posto per un moto di rotazione intorno all'asse longitudinale della testa, mentre contemporaneamente si spinge verso il naso. Così l'occhio relativo vien a giacere nel prolungamento anteriore della pinna dorsale o meglio tra questa e l'osso frontale, che viene così modificato nella sua forma, e la primitiva orbita destra a poco a poco si atrofizza. Risulta chiaro che in tale processo il nervo ottico destro ed i relativi muscoli dell'occhio si allungano sensibilmente, e a ciò s'accompagna un assai vivo sviluppo di vasi in tale punto.

trova nei pesci un legamento circolare di tessuto connettivo, e rispettivamente il legamento ciliare.

Ciò che ho detto, parlando dei pesci, sul rapporto del corpo vitreo colla lente, sulla loro forma, ecc., vale quasi letteralmente anche per gli anfibi. *In genere possiamo constatare che l'occhio degli anfibi, fatta astrazione da alcuni caratteri negativi, è costruito sul tipo dell'occhio dei pesci, e che esso nel suo sviluppo non segna alcun progresso essenziale di fronte a quello.*

Il corpo ciliare è bene sviluppato negli *Anuri*, quantunque sia stretto. È formato da una corona di numerose piegature disposte radialmente, che si prolungano alla superficie posteriore dell'iride e spariscono solo verso l'orlo pupillare. Il corpo ciliare degli urodeli somiglia nell'aspetto alla corioidea, è liscio come quello dei pesci e viene distinto come zona speciale della corioidea, solo perchè (ciò vale per tutti i vertebrati), manca del rivestimento della retina.

Il piccolo occhio dei *gimnofioni* subisce un progresso di regressione, come quello del *proteo*; del quale ho fatto cenno. In ambedue giace nascosto sotto la pelle esterna ed in profondo; solo nei gimnofioni traspare come piccola macchia oscura pigmentata e possiede tutti i caratteri essenziali dell'occhio dei vertebrati. Nel *proteo*, invece, *manca la lente ed il corpo vitreo.*

Rettili ed uccelli.

In essi, specialmente negli uccelli, il bulbo dell'occhio acquista un'estensione assai grande relativamente alla testa in confronto agli anfibi. La sclerotica è in gran parte cartilaginea e contiene nella sua sezione anteriore, nei *saurii*, *scincoidei* e *cheloni*, un anello di fine piastrelle ossee. Tale anello si trova in moltissimi anfibi e rettili fossili, e venne ereditato anche dagli uccelli (fig. 189 e 190); in questi, peraltro, vi han anche delle formazioni ossee nelle vicinanze dell'entrata del nervo ottico, in forma di ferro da cavallo o di anello.

Mentre il bulbo dei rettili è d'ordinario arrotondato, negli uccelli, specialmente nei rapaci notturni, e assai meno negli acquatici, esso è allungato a forma di cannocchiale e piegato fortemente in due porzioni, una anteriore più lunga ed una posteriore più corta (fig. 190). La prima è chiusa al davanti dalla cornea fortemente concava (*Co*), contiene una camera anteriore assai spaziosa (*V K*), ed un *muscolo ciliare striato* (*muscolo di Crampton*) complicatissimo che si scinde in più frazioni. Questo muscolo è striato anche nei rettili e pur in essi bene sviluppato, sebbene non in modo così eccessivo come negli uccelli.

Mentre nei rettili (p. es. nei *lacertilii* e negli *scincoidei*), si sviluppa talvolta un tappeto, ciò non succede mai per la corioidea e per la glandula corioideale, e queste formazioni mancano del tutto negli uccelli. Nella maggior parte dei rettili, invece, e negli uccelli si trova una formazione omologa al processo falceiforme dell'occhio dei pesci, il così detto *ventaglio* o *pettine*. Esso manca del tutto nella *Hatteria* e nei *cheloni*; negli *altri rettili* è poco sviluppato, negli *uccelli* sviluppatissimo

(fig. 190 P). Può estendersi dal punto di entrata del nervo ottico sino alla capsula della lente; termina, peraltro, comunemente prima. Negli uccelli è sempre più o meno a frangia, consta per la massima parte

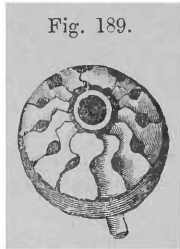
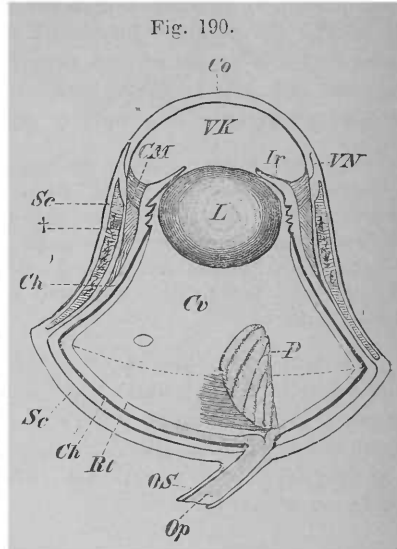


Fig. 189. — Anello osseo sclerale della *Lacerta muralis*.

Fig. 190 — Occhio di un uccello rapace notturno. *Rt* Retina, *Ch* Corioidea, *Sc* Sclerotica con innesti ossei in †, *Cm* Muscolo ciliare, *Co* Cornea, *VN* Sutura di congiungimento tra sclerotica e cornea, *Ir* Iride, *VK* Camera anteriore, *L* Lente, *Cv* Corpo vitreo, *P* Pettine, *Op* Nervo ottico, *OS* Guaina del nervo ottico. La linea punteggiata tirata per il diametro massimo del bulbo, lo divide in due segmenti, anteriore e posteriore.



di fitte anse capillari, e sembra che in tutti i sauropsidi stia in istretto nesso colla nutrizione del bulbo dell'occhio e della retina.

L'iride che reagisce con rapidità fulminea alle impressioni luminose, perchè regolata da muscolatura striata, è spesso vivamente colorata, per la presenza non solo di pigmento, ma anche di variopinte gocce adipose.

La pupilla è ordinariamente rotonda, però può presentare anche una fessura perpendicolare, come, p. es., in alcuni rettili e nelle civette.

Tali rapporti di forma abbiamo già vedute nei *pesci* e negli *anfibi*, ed io voglio tosto osservare che neppure nei mammiferi la pupilla è sempre perfettamente arrotondata. Così, p. es., è trasversalmente ovale negli *ungulati*, in alcuni *marsupiali*, *cetacei*, ecc. o ha una disposizione verticale (*felini*).

Mammiferi.

Nei mammiferi, e specialmente nei *primati*, il bulbo è meglio difeso dalla capsula orbitale ossea che nella maggior parte degli altri vertebrati, e questa è forse la ragione per cui la sclerotica non contiene parti cartilaginee, nè ossee, ma è solo di natura fibrosa. Unica eccezione fanno i *monotremi*.

La *cornea* è abbastanza convessa se si eccettuano i mammiferi acquatici, in cui è quasi appiattita, e l'intero bulbo ha la forma più o meno rotonda.

Nella corioidea di numerosi mammiferi esiste un *tappeto* formato da cellule o da filamenti (*tappeto cellulare e fibroso*), il quale (mediante fenomeni d'interferenza) rende gli occhi fosforescenti nel buio (*Carnivori, foche, ruminanti, monungulati*, ecc.).

Certe formazioni, omologhe al *processo falciforme* e rispettivamente al *pettine*, si trovano nell'epoca fetale soltanto nei mammiferi, ma di ciò non possiamo ora occuparci.

Il muscolo ciliare è composto solamente da muscolatura liscia e regola l'accomodazione dell'occhio per gli oggetti vicini (confr. l'occhio dei pesci). *Nei mammiferi, dunque, la lente in istato di riposo è adattata per la visione degli oggetti lontani.*

La lente è meno convessa alla sua superficie anteriore che alla posteriore, che s'affonda nella fossa patellare del corpo vitreo.

Il colore dell'iride e della pupilla dipende, oltrechè dal pigmento, anche dalla spessezza dell'iride e della sclerotica, dalla quantità di sangue della prima, e dalla variata *illuminazione*.

Nel bulbo dell'occhio dei vertebrati esistono due sistemi vascolari, uno *esterno* ed uno *interno*, che si anastomizzano al punto di entrata del nervo ottico.

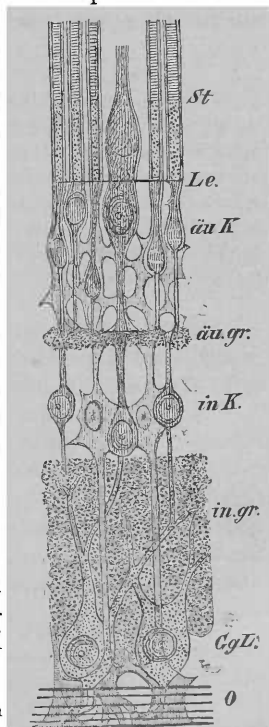
Col nome di *esterno* s'intendono i vasi della *corioidea*, dell'*iride*, della *sclerotica* e dell'*orlo corneale*; con quello d'*interno*, i vasi del *corpo vitreo*, della *campanula di Haller*, del *pettine* (*processo falciforme*) e della *retina*. Tali vasi hanno nei mammiferi una importanza assai più grande che negli altri vertebrati, presso cui furono accertati solo in pochi casi. Nei *sauropsidi* i vasi retinali mancanti vengono sostituiti dalle anse capillari del pettine, nei *pesci*, *anfibi*, *anuri* e nei *serpenti* dai *vasi ialoidei*; gli *urodeli* non han vasi nel corpo vitreo.

Di sommo interesse per la fisiologia dell'occhio di tutti i vertebrati sono gli *spazi linfatici* dimostrati da Schwalbe, per es., lo *spazio pericorioideale* giacente tra la sclerotica e la cornea, lo *spazio intervaginale* dell'ottico che corrisponde agli spazi subdurale e subaracnoideale del sistema nervoso centrale, e la *camera anteriore*. Anche alla periferia esterna del bulbo decorre un grande spazio linfatico, il quale, come tutti gli altri, è in aperta comunicazione collo *spazio aracnoideale* del cervello.

Retina.

Il nervo ottico, che entra nel bulbo sotto un angolo retto o acuto, forma al suo punto di entrata un *chiasma** e si scinde poi negli elementi della retina percipienti la luce.

Fig. 191. — *Retina*, da MERKEL. La sostanza nervosa è in tinta scura, quella di sostegno più in chiaro. *O* Strato di filamenti nervosi, *Gg.L.* Strato di ganglii, *in.gr.* Strato molecolare interno, *in.K.* Strato interno granuloso, *äu.gr.* Strato molecolare esterno, *äu.K.* Strato esterno granuloso, *Le* Membrana limitante esterna, *St* Strato dei bastoncelli e zaffi.



La retina deve perciò avere il massimo spessore intorno al punto di entrata del nervo ottico, punto noto in fisiologia sotto il nome di *macchia cieca* o di *Mariotte* e si assottiglia gradatamente all'innanzi verso il corpo ciliare, sino a che finalmente vicino al punto di origine dell'iride è formata da un semplice strato cellulare.

La retina, del tutto trasparente se è fresca, coperta alle sue superfici interna ed esterna da una membrana ialina, senza struttura (*limitante interna ed esterna*), è formata da due sostanze istologicamente e fisiologicamente tra loro del tutto diverse, cioè da una *sostanza di sostegno* e da una *nervosa*. La prima, il cosiddetto *fulcro*, steso tra la membrana limitante interna e l'esterna come fra due telai, è segnata nella fig. 191 come un tessuto chiaro a filigrana; le *parti nervose*, invece, posseggono nel colore una gradazione più scura e granulata: esse si scompongono in sette strati, che sono:

- | | | |
|---|---|---|
| <p>Strato cerebrale
(ganglio ottico periferico, ossia ganglio retinico) (SCHWALBE).</p> <p>Strato di cellule visive</p> | { | 1) Strato dei filamenti nervosi. |
| | | 2) Strato dei ganglii. |
| | | 3) Strato molecolare interno. |
| | | 4) Strato granuloso interno. |
| | | 5) Strato molecolare esterno. |
| | | 6) Strato granuloso esterno. |
| | | 7) Strato dei bastoncelli coll'epitelio pigmentato. |

Col metodo di Ehrlich modificato, A. Dogiel venne, tra gli altri, anche ai seguenti interessanti risultati. In nessun vertebrato gli zaffi ed i bastoncelli si colorano col bleu di metilene; tra gli zaffi ed i bastoncelli, aderenti ad essi strettamente, s'insinuano di continuo dallo strato granuloso degli elementi nervosi. Le estremità terminali sono o a bottone (ganoidi), o a capocchia (rettili), e si l'uno che l'altra o si prolungano in un pelo, o in un filo varicoso che s'incontra ancora al di là della membrana limitante esterna (*anfibi ed uccelli*).

Questi strati sono così disposti che i filamenti nervosi vengono a giacere internamente vicino al corpo vitreo, mentre i bastoncelli e gli zaffi sono al difuori, vicino alla corioidea.

Nell'occhio dei vertebrati, dunque, le terminazioni dei neuroepitelii, cioè i bastoncelli, gli zaffi e lo strato granuloso esterno giacciono esternamente, nella parte opposta ai raggi incidenti. I raggi luminosi per giungere agli elementi nervosi devono attraversare tutti gli strati retinici posti loro davanti, il che non forma alcuna difficoltà, essendo la retina viva, come abbiamo accennato, una *membrana chiara e trasparente*.

La stratificazione della retina è la stessa in tutti i vertebrati, sebbene in alcuni strati, e specialmente in quello di bastoncelli e zaffi, s'incontrino modificazioni non trascurabili, che riguardano e la grandezza ed il numero; si può dire come regola che lo spessore dello strato di bastoncelli e zaffi sta in rapporto inverso a quello dello strato granuloso esterno.

I *pesci* possiedono i bastoncelli incontrastabilmente più lunghi; la grossezza di questo strato è quasi un terzo, ed in alcuni rari casi anche la metà

di tutti gli altri strati insieme. Nei *mammiferi* e negli *uccelli* è la quarta parte.

Le *rane* e le *salamandre*, in modo precipuo le specie dello *Spelerpes*, hanno i bastoncelli più grossi (gli zaffi sono assai più sottili), cosicchè in un millimetro quadrato ve ne stanno solo circa 30000, mentre l'uomo ne contiene in uno stesso spazio dai 250000 al milione. Gli uccelli tengono la media (Leuckart).

Mentre nei *pesci* i bastoncelli fleticamente più vecchi superano di gran lunga gli zaffi, troviamo il rapporto opposto nei *rettili* e negli *uccelli*. A ciò si aggiunge che gli zaffi di *alcuni rettili* e di *tutti gli uccelli* si distinguono per *gocce oleose variopinte*, le quali si trovano anche nei *marsupiali*.

Nella retina di tutti i vertebrati esiste un punto organizzato in modo speciale per visione acutissima; è la *fossa centrale* o *macula lutea*, che giace nella metà del segmento posteriore dell'occhio. Colà si assottigliano tutti gli strati della retina posti sotto i bastoncelli e gli zaffi, quelli anzi si atrofizzano anche e persistono gli zaffi soltanto (fig. 187, *F o*). L'importanza fisiologica dell'epitelio pigmentato sta nella produzione di una materia colorante, del così detto *rosso visivo* o *porpora visiva*. La sostanza colorante viene distrutta dalla luce incidente, e la retina rappresenta in tal modo una specie di piastra fotografica, anzi un'intera officina fotografica, in cui l'epitelio pigmentato, che fa da lavoratore, prepara sempre la piastra per nuove impressioni, producendo di continuo nuovo materiale, sensibile alla luce (rosso o porpora visiva) e cancella l'immagine vecchia (ottografia, ottogramma). Nella visione si tratta, dunque, di un processo fotochimico.

Devo, per altro, osservare esplicitamente che la porpora visiva non è *indispensabile* per l'atto visivo. Ciò viene già dimostrato dal fatto che la *rodopsina* si trova solo nei *bastoncelli*, e che alcuni animali, avendo solo degli zaffi e non dei bastoncelli (p. es. molti rettili), devono necessariamente mancare della *rodopsina*. Così pure non potrà contenere *rodopsina* nei vertebrati la *fovea centralis*, che è formata sempre soltanto da zaffi.

La *rodopsina* manca pure in alcuni *animali notturni*, p. es. nei *succiapapre* e nei *pipistrelli* (*Vespertilio serotinus*), così pure nei *colombi* e nei *polli*. Il *tasso*, invece, e la *civetta* ne hanno, sebbene conducano vita notturna.

Voglio, finalmente, accennare ad una interessantissima scoperta di Engelmann.

Gli zaffi di tutti i vertebrati si raccorciano sotto l'influenza della luce e si allungano nell'oscurità (« regione fotomeccanica degli zaffi »). Mediante sperienze si può dimostrare che il luogo dell'eccitabilità è da cercarsi nelle parti intermedie (contrattili) degli zaffi.

Il coefficiente assoluto e relativo dell'allungamento degli zaffi nei diversi animali, varia d'ordinario e può anche variare assai nelle diverse forme di zaffi dello stesso occhio nelle medesime circostanze. Il massimo allungamento subiscono gli zaffi dei *pesci* e delle *rane*; esso è assai piccolo nel *Tropidonotus natrix*.

Il movimento degli zaffi e dell'epitelio pigmentato dipende direttamente dal sistema nervoso. Questo dimostra che il movimento ha luogo anche in occhi completamente difesi dalla luce, e ciò vale pure per animali decapitati, purchè resti integro il cervello.

Si tratta, dunque, di un'azione comune simpatica delle due retine in base a un'associazione dei nervi e delle cellule pigmentate per via di tratti nervosi (nervi ottici). *I nervi ottici fungono perciò non solo da vie centripete, percipienti la luce, ma anche da vie centrifughe o motorie.* Nei nervi ottici vi debbono quindi essere due specie diverse di filamenti nervosi; ma gli zaffi e le cellule pigmentate possono anche venir eccitate in *via ri-*

flessa da un qualsiasi punto periferico, p. es. dalla pelle, se questa viene esposta alla influenza della luce solare; ciò vale anche per le *rane*, il cui occhio viene tenuto in *perfetta oscurità*. Si vedono dei movimenti anche nel tetano per uso di stricnina e nell'azione delle correnti indotte, in fenomeni, dunque, in cui non si tratta di un'azione della luce.

Organi ausiliarii dell'occhio.

a) *Muscoli dell'occhio.*

I movimenti del bulbo vengono in generale regolati da sei muscoli che, secondo il loro decorso, vengono nominati *muscoli retti* (sono quattro: *m. retto superiore, inferiore, esterno, interno*) e muscoli obliqui (due: *m. obliquo superiore e inferiore*). I primi, i quali si staccano dal fondo dell'orbita, e precisamente di regola dalla guaina formata dalla dura madre del nervo ottico, descrivono insieme uno spazio di forma piramidale, il cui apice è posto al di dietro, in fondo all'orbita, e la cui apertura basale, invece, giace nel piano equatoriale del bulbo, cioè al suo punto d'inserzione colla sclerotica.

I due muscoli obliqui si staccano, d'ordinario, immediatamente uno sopra l'altro, dalla *parete interna, cioè nasale* dell'orbita, e dacchè abbracciano il bulbo in direzione equatoriale, si ventralmente che dorsalmente, rappresentano quasi un suo anello muscoloso anellare.

Una divergenza da tale rapporto topografico mostrano i mammiferi, in quanto che in essi il muscolo obliquo superiore si stacca dal profondo dell'orbita, e lungo l'asse longitudinale di questa decorre in avanti verso l'angolo interno (anteriore) dell'occhio, dove diviene tendineo e attraversa una puleggia cartilaginea (*Troctea*), la quale è aderente all'orlo superiore dell'orbita, formato dall'osso frontale. Di qui il nome di *muscolo trocleare*. Da questo punto il muscolo cambia di direzione e in linea obliqua si dirige verso il bulbo.

Oltre a questi sei muscoli, ve ne hanno degli altri, noti sotto il nome di *retrattore del bulbo* (sviluppatissimo negli ungulati), *m. quadrato* e *m. piramidale*. I due ultimi stanno al servizio della membrana nictitante e si trovano nei *rettili* e negli *uccelli*. Tutti e tre vengono innervati dall'*abducente*. Circa l'innervazione dei muscoli retti ed obliqui, rimando al capitolo sui nervi cerebrali.

b) *Palpebre.*

Le palpebre, che servono da organi di difesa, solo in forma rudimentale si trovano negli *animali acquatici*, e specialmente nei *pesci*; formano delle piegature o lembi cutanei di forma circolare, o semi-circolare, sono rigide e separano l'occhio alla sua circonferenza superiore ed inferiore dal mezzo ambiente.

Nemmeno le palpebre dei *dipneusti*, *anfibi*, e *rettili* sono di regola bene differenziate dalla pelle circostante e stanno ad un basso grado di sviluppo, essendo capaci di nessuno o solo di piccolo movimento. Ciò

vale specialmente per la palpebra superiore, sostenuta talvolta (*lacertili*, *scincoidi*, *uccelli*) da ossa o cartilagini.

In tutti i vertebrati le palpebre sono tappezzate alla loro faccia posteriore dalla congiuntiva dell'occhio, cioè da una membrana che appartiene alla categoria delle *mucose*. Ripiegandosi essa sul bulbo, forma la così detta *fornice della congiuntiva* (1).

Nei *mammiferi* (fig. 193) le palpebre sono limitate dalla rimanente pelle mediante piegature marcate, sono mobilissime e posseggono dei peli (*cigli*) al loro orlo libero.

Nel loro interno si sviluppa una formazione dura, fibrosa, la così detta *cartilagine palpebrale* (*tarso*). Sono regolate da un muscolo a sfintere, che abbraccia ad anello l'intera fessura palpebrale, e dal *muscolo elevatore* della palpebra superiore. A questo si aggiunge nei sauro-sidi ed in alcuni mammiferi (p. es. negli ungulati) un *muscolo depressore* della palpebra inferiore. La mancanza o il poco sviluppo della palpebra superiore ed inferiore in tutti i vertebrati all'in giù dei mammiferi, viene, almeno in parte, compensata dalla *membrana nictitante*. Essa rappresenta quasi una terza palpebra, ma, in opposizione alle sud-dette palpebre, non ha nulla a che fare colla cute esterna, rappresenta, invece, una duplicità della congiuntiva ed è regolata da un apposito apparecchio muscolare.

La membrana nictitante, di cui v'ha appena traccia in alcuni selaci, contiene talvolta una piastrina di cartilagine, e giace dietro la palpebra inferiore, o anche più vicina all'angolo anteriore (interno) dell'occhio (*rettili*). Dietro la palpebra inferiore giace, p. es. negli *anuri* e negli *uccelli*, dove raggiunge uno sviluppo così considerevole, da distendersi sopra l'intera superficie libera del bulbo. Nei *mammiferi* giace sempre nell'angolo anteriore (interno) dell'occhio, e nei *primati* è ridotta ad una piccola piegatura semilunare (*plica semilunare*), rappresenta, cioè, un organo rudimentale.

c) Glandole.

Le glandole sono di tre specie: 1) *glandola lacrimale*, 2) *glandola della membrana nictitante o di Harder*, 3) *glandole di Meibom*.

Tutte e tre servono a tener umida la superficie libera del bulbo ed a ripulirla dai corpi estranei che naturalmente ci si depongono.

Nei *pesci* e nei *dipneusti* (2) sembra che il mezzo ambiente soddisfi a tale compito, ma la tendenza dei vertebrati di cangiar la vita acquatica colla terrestre, diede la spinta allo sviluppo dell'apparecchio di secrezione nell'occhio.

Così vediamo comparire già negli *urodeli* un organo glandolare

(1) Nei *serpenti* e negli *ascalaboti* la palpebra inferiore si fonde colla superiore in una membrana trasparente (*occhiale*) giacente davanti all'occhio. Nella muta dell'animale viene eliminata e sostituita da una nuova.

(2) Durante il sonno estivo del *Protopterus* è sufficiente per l'inumidimento della cornea non ancor differenziatasi dalla cute il secreto prodotto dalle cellule caliciformi della pelle.

che decorre lungo l'intera palpebra inferiore; formatosi dall'epitelio della congiuntiva, guadagna in estensione nella regione degli angoli anteriori e posteriori dell'occhio, mentre l'originario ponte di congiungimento si atrofizza, e così nei *rettili* si originano due glandole, le quali continuano a differenziarsi in data direzione sia istologica che fisiologica. Dall'una deriva la *glandola di Harder*, che giace sempre nell'angolo anteriore dell'occhio ed abbraccia più o meno sia al lato mediano che al dorsale il bulbo; dall'altra la *glandola lacrimale* (fig. 192, *HH¹ Th*). Questa mantiene durante l'intera vita la sua posizione originaria nell'angolo posteriore dell'occhio, anzi persiste anche fino agli *uccelli* nella regione della palpebra inferiore e nello stesso tempo nel territorio del secondo ramo del trigemino. Nei *mammiferi* essa tende sempre più a scindersi in più porzioni ed a spingersi nella regione della palpebra superiore, cosicchè i dotti escretori (fig. 194 **) sboccano nel sacco congiuntivale superiore. Nello stesso modo, sino ai primati, si trovano dei punti di sbocco più o meno numerosi, nel sacco congiuntivale inferiore, e così viene accennata la posizione primitiva della glandola lacrimale (Sardemann).

Il secreto si riversa d'ordinario per più aperture nel sacco congiuntivale, e si accumulerebbe qui, se non venisse deviato verso l'angolo interno

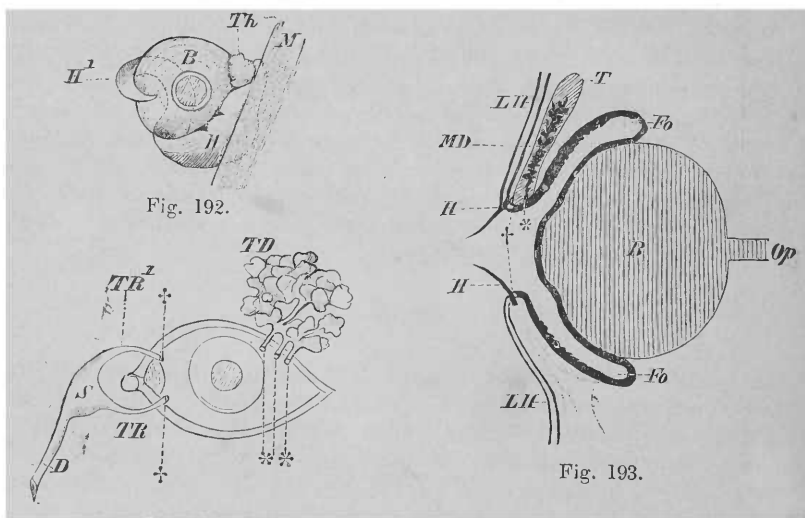


Fig. 192. — *Glandola di Harder* (*H, H¹*) e *glandola lacrimale* (*Th*) dell'*Anguis fragilis*. *M* Muscoli masseteri, *B* Bulbo dell'occhio.

Fig. 193. — *Taglio trasversale dell'occhio di un mammifero, schizzo schematico*. *Op* Nervo ottico, *B* Bulbo dell'occhio, *Fo, Fo* Fornice congiuntivale, *LH, LH* Pelle esterna delle palpebre, che in † si ripiega all'orlo palpebrale libero nella congiuntiva, *T* Tarso con glandola di Meibom (*MD*), che sbocca in *. *H, H* Ciglia.

Fig. 194. — *Schema dell'apparecchio lacrimale di un mammifero*. *TD* Glandola lacrimale, scissa in più porzioni. ** suoi dotti escretori, †, †† Punti lacrimali, *TR, TR¹* Tubuli lacrimali, *S* Sacco lacrimale, *D* dotto naso-lacrimale.

dell'occhio dal batter delle palpebre. Colà, davanti della *caruncula lacrimale*, all'orlo della palpebra superiore ed inferiore, giacciono su piccole

papille i *punti lacrimali*, i quali qua e là, come, p. es., nei *rosicanti sauri* ed *uccelli*, possono essere aperti a mo' di fessura. Di qui, obliquamente verso la radice del naso, decorrono dei brevi dotti, i quali sboccano nel sacco lacrimale (fig. 194. *T R, T R, S* (1)). Da questo il liquido lacrimale giunge nel *dotto naso-lacrimale* (fig. 194 *D*), già e geneticamente e anatomicamente in esteso descritto, il quale sbocca nei mammiferi nella cavità nasale sotto la conca inferiore.

Una ben differenziata glandola di Harder si trova in tutta la serie, dagli anfibi acaudati in poi fino ai mammiferi. Sino a poco tempo fa si credeva ch'essa mancasse nei mammiferi, ma fu poi dimostrata da Giacomini in certe razze di Negri dell'Africa centrale, assieme ad una cartilagine intercalata nella membrana nictitante. Nei Negri, dunque, si trovano disposizioni ancora più primitive che nella razza caucasica.

Le *glandule di Meibom*, appartenenti al gruppo delle glandule sebacee, si trovano *solo nei mammiferi* e giacciono in forma di otri ramificati o di masse a grappolo nella sostanza della palpebra superiore. Sboccano all'orlo libero di questa e producono un secreto grasso.

Nei *cetacei* sono sparite completamente non solo le glandole di Meibom, ma anche la glandola lacrimale coi punti e coi lobuli lacrimali, ed anche la membrana nictitante è rudimentaria. Esiste la glandola di Harder e v'ha ancora un grosso strato glandulare sotto la congiuntiva palpebrale (« Glandule congiuntivali »).

Nella *foca* e nell'*ippopotamo* la glandola lacrimale è assai regredita; i dotti lacrimali mancano del tutto: ciò ha luogo anche nella *Lutra vulgaris*.

Tutti questi processi di regressione si devono pensare originati dall'influenza della vita acquatica.

Bibliografia.

- Berger E. *Beiträge zur Anatomie des Sehorganes der Fische*. Morphol. Jahrb. Vol. VIII, 1882.
- Engelmann Th. W. *Ueber Bewegungen der Zapfen und Pigmentzellen der Netzhaut unter dem Einflusse des Lichtes und des Nervensystems*. Atti della VIII seduta del congresso medico internazionale. Copenhagen, 1884.
- Giacomini C. *Annotazioni sull'anatomia del Negro (Esistenza della ghiandola d'Harder in un Boschimane. Duplicità della cartilagine della Plica semilunaris, ecc.)*. Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXII, 1887.
- Heinemann C. *Beiträge zur Anatomie der Retina*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XIV, 1887.
- Kessler L. *Zur Entwicklung des Auges*. Leipzig, 1887.
- Leuckart R. *Organologie des Auges*. Nell'Handbuch der gesammten Augenheilkunde di A. Graefe e Th. Saemisch. I Vol. Anatomie und Physiologie.
- Manz W. *Entw. Gesch. des menschl. Auges*. Ibidem.
- Müller H. Nei suoi scritti completi e postumi sull'anatomia e fisiologia dell'occhio, editi da O. Becker. Leipzig, 1872.
- Sardemann E. *Die Thränenrüse*. Premiato a Freiburg i/B (pubblicato negli Atti della società dei naturalisti di Freiburg i/B 1887). Estratto nel Zool. Anz. 1884.
- Schnlze M. *Die Retina*. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig, 1881.
- Schwalbe G. *Lehrb. d. Anatomie der Sinnesorgane*. Erlangen, 1887.
- Vedi anche i lavori di A. Dogiel nell'Arch. f. mikr. Anat. Vol. XXII, e nell'Anat. Anz. Anno III, 1888.

(1) Le glandule lacrimali della *Chelonia* sono sviluppatissime.

Organo dell'udito.

Occupandomi dei neuroepitelii dell'organo del gusto e dell'olfatto, ho già accennato ad alcuni rapporti cogli organi tattili dei pesci e degli anfi. Ora debbo nuovamente ricordare che *anche nell'organo dell'udito si tratta*, come negli altri organi suaccennati di senso, *di uno sviluppo dell'epitelio sensorio dell'integumento, cioè dell'ectoderma*. Esso nella regione del cervello posteriore primitivo si avvala da ambedue le parti e si divide in seguito dalla superficie in forma di una *vescichetta*. L'epitelio di rivestimento si differenzia nelle *cellule sensorie oblunghe (cellule uditive)*, a noi da lungo note, e nelle *indifferenti e nastriformi di cellule di sostegno*. Le *prime* sono unite a nervi e portano una serie di peli alla loro estremità libera.

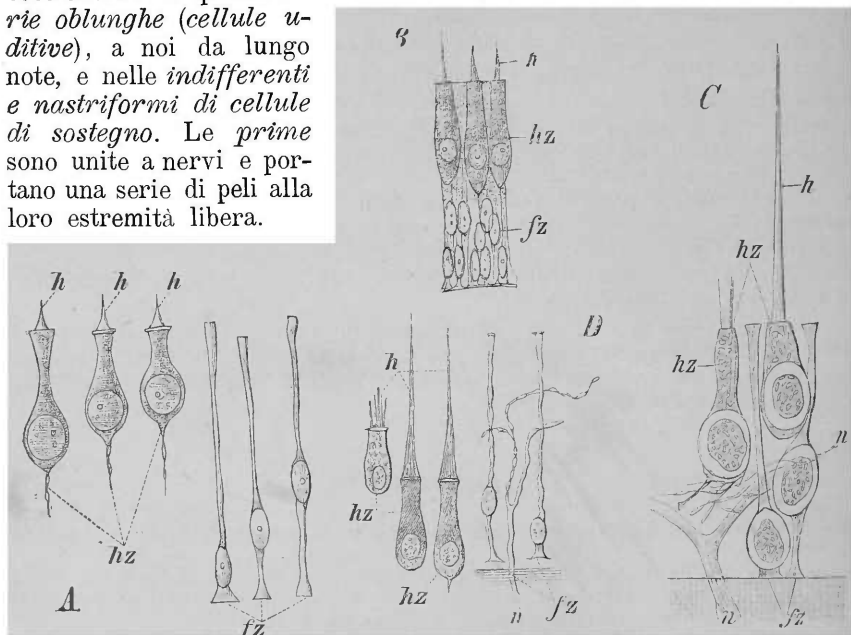


Fig. 195. — *Elementi isolati dell'organo uditivo cutaneo*. De G. RETZIUS. **A** dalla macula acustica comune, della *Myxine glutinosa*, **B** dalla macula acustica neglecta della *Raja clavata*, **C** dalla crista acustica di un'ampolla del *Siredon mexicanus*, **D** dalla crista acustica dell'ampolla anteriore della *Rana esculenta*.

hz Cellule ciliate che portano un pelo *h* alla loro estremità libera, *fz* Cellule filiformi, *n, n* Nervo che si scinde. Alla parte sinistra di **D** il pelo è spezzato e sciolto nei suoi singoli filamenti.

Come gli altri organi sensorii elevati, così pure l'organo uditivo si trova nei vertebrati sempre nella regione del capo, e precisamente tra i gruppi del trigemino e del vago. Nel feto la prima disposizione si presenta a destra ed a sinistra del retro-cervello (fig. 197, *LB*), e dopo, come fu già accennato, la vescichetta si separa da ogni parte dall'ectoderma e si unisce col *N. acustico* che si spicca dal cervello, si spinge essa tosto nel profondo del tessuto mesodermico del cervello, perde poi la sua forma originaria piriforme o sferica e si divide in due parti, dette *utrículo (sacculo ellittico)* e *sacculo (sacculo sferico o rotondo)*,

le quali dapprincipio sono unite tra loro (fig. 197, *u, s*) mediante una vasta apertura: *canale utricolo-sacculare* (fig. 197, *cus*). Dall'utricolo, che rappresenta la parte superiore dell'organo uditivo cutaneo, si differenziano i così detti *canali semicircolari*; dal sacco, che corrisponde alla parte inferiore, si differenziano il *recesso del vestibolo* (acquedotto del vestibolo, ossia condotto endolinfatico), che si diffonde sempre allo insù verso la parte mediana e verso la *chiocciola (coclea)* (fig. 197).

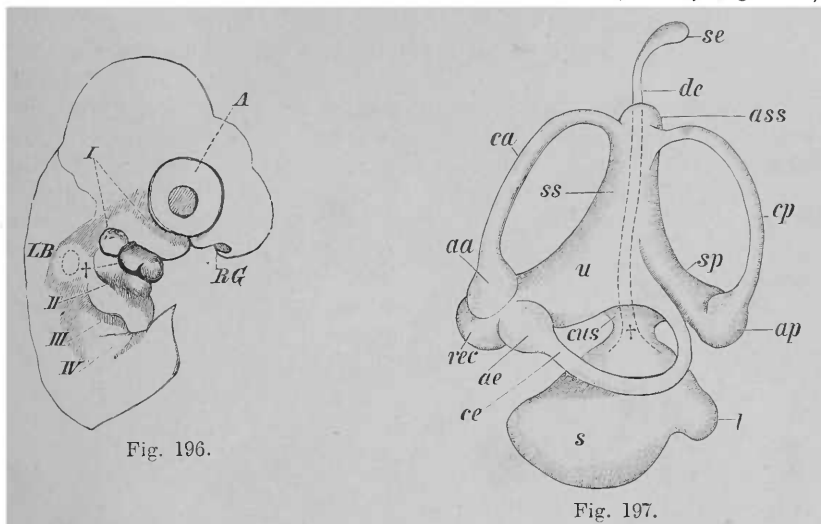


Fig. 196 — Sezione anteriore del corpo dell'embrione di un pollo. In parte da MÖLLERHAUER. *RG* Fossa olfattoria primitiva, *A* Occhio, *I—IV* dal primo al quarto arco branchiale, \dagger Luogo dove comincia a formarsi il dotto uditivo esterno, *LB* Vescichetta del labirinto (vescichette uditive primitive), che si vede attraverso le coperture del corpo.

Fig. 197. — Disegno semischematico dell'organo uditivo cutaneo (*labirinto*) dei vertebrati. Visto dal di fuori. *u* Utricolo, *rec* Recesso utricolare, *sp* Seno posteriore dell'utricolo, *s* Sacculo, *l* Recesso del sacculo (lagena), *cus* Canale utricolo-sacculare, *de, se* Condotto e sacco endolinfatico, di cui il primo si stacca in \dagger dal sacculo, *ss* Seno superiore dell'utricolo, *ass* Apice del seno dell'utricolo superiore, *ca, ce, cp* Canale semicircolare anteriore, esterno e posteriore, *aa, ae, ap* Ampolle che stanno in nesso con questi canali.

Questo intero complicatissimo apparecchio rappresenta l'organo uditivo esterno o *labirinto cutaneo*. Esso solo secondariamente viene circondato da *tessuto mesodermico*; da prima si tratta di un immediato contatto tra loro, più tardi si forma tra essi una zona di assorbimento che interessa gli strati più interni del mesoderma.

Così si forma uno spazio cavo, il quale nella forma ripete così esattamente il labirinto cutaneo come succede in seguito per parte del tessuto mesodermatico giacente alla periferia, che diviene cartilagineo od osseo. Si può quindi distinguere un *labirinto cutaneo* ed uno *osseo* e tra essi una cavità colma di liquido linfoideo (*cavo perilinfatico*). Lo spazio intermedio del labirinto cutaneo, il quale contiene anche un liquido, vien detto *cavo endolinfatico*.

I canali semicircolari sono sempre in numero di tre, fuorchè nei ciclostomi, e stanno, uno relativamente all'altro, sempre in piani situati

tra loro ad angolo retto. Uno vien detto *anteriore (sagittale)*, l'altro *posteriore (frontale)*, il terzo *esterno (orizzontale)*. Il primo e l'ultimo spuntano con un rigonfiamento a vescica, in forma di *ampolla*, da quella parte dell'utricolo, che viene nominata *recesso dell'utricolo*; anche il canale semicircolare posteriore nasce in forma di ampolla (fig. 197).

Il canale semicircolare orizzontale sbocca con un allargamento ad imbuto direttamente nell'utricolo; i canali semicircolari anteriore e posteriore si uniscono in un dotto comune (fig. 197), nel così detto *seno superiore dell'utricolo*, il quale sta in aperta comunicazione coll'utricolo.

Per quanto riguarda la ramificazione del nervo acustico e rispettivamente la sede degli epiteli nervosi (1), devono venir prese in considerazione le seguenti parti del labirinto cutaneo: 1) *le tre ampolle dei canali semicircolari, dove le cellule uditive giacciono su eminenze sporgenti come creste nel lume (creste acustiche)* (2); 2) *l'utricolo, dove si trova una grande macula acustica, la quale si prolunga nel recesso utricolare, nel sacco ed anche nell'abbozzo della chiocciola formata da esso*; 3) *la macula acustica neglecta*, trovata da G. Retzius. Nei *pesci, uccelli e rettili* essa sta proprio al fondo dell'utricolo, vicinissima al canale utricolo-sacculare; negli *anfibi*, invece, è posta alla parte interna del *sacculo*. Nei *mammiferi* e nell'*uomo* ha subito una lenta riduzione ed anche un'atrofia completa. Le diverse parti della *macula acustica*, dapprima in istretta unione tra loro, si staccano in seguito una dall'altra e, cominciando già dai *teleostei*, formansi delle macule acustiche isolate e indipendenti (3).

I *peli uditivi* sono relativamente corti nelle *maculae acusticae*, fatta eccezione per la *macula neglecta*, e sono nascosti in membrane copritrici speciali, fornite più o meno di *crystalli di otoliti* o anche di *concrementi duri* (Teleostei). Nelle creste acustiche i peli sono assai più lunghi (fig. 195, C, D) e sporgono di molto nel lume dell'ampolla. Non son disposti in membrane copritrici speciali, e ciò che prima come tale veniva descritto col nome di *cupola terminale*, non è una formazione naturale, ma dovuta alla preparazione.

Quanto più ascendiamo la scala dei vertebrati, tanto maggior parte vediamo che prende il mesoderma nella formazione dell'organo uditivo. Dappriocipio, cioè nei *pesci*, posto immediatamente sotto le coperture esterne della testa, è benissimo raggiungibile dalle onde sonore, comunicate parte

(1) Nella regione delle diverse piastre nervose si trovano in tutti i vertebrati, ed anche in molti invertebrati, concrementi per la massima parte di carbonato di calcio. Questi così detti *otoliti* che si sviluppano nell'interno delle cellule epiteliali tappezzanti il relativo spazio intermedio e divengono poi liberi, presentano le più svariate forme e dimensioni. I più grandi e più massicci si trovano nei teleostei. O formano una massa aggregata lungo tutto l'organo uditivo cutaneo o sono disposti a gruppi. Nulla si sa sulla loro fisiologia; forse hanno la funzione di mantenere l'equilibrio del corpo.

(2) Le cisti acustiche nascono in forma di cercini epiteliali già nella vescichetta primitiva dell'udito, prima che si abbia ancora neppur traccia dei canali semicircolari. Solo secondariamente, dunque, vengono ad essere situate nelle ampolle (NOORDEN).

(3) Di tutte le frazioni della parte superiore del labirinto cutaneo viene innervata da un ramo del *cochleare* solo l'ampolla del canale semicircolare posteriore; le rimanenti tutte sono innervate dal *nervo vestibolare*.

per mezzo delle scudi opercolari e parte attraverso la cavità branchiale o lo spiracolo; in seguito si allontana sempre più dalla superficie e si avvalta nel profondo. Così vien resa necessaria la creazione di nuove vie, le quali rendano possibile la comunicazione delle onde sonore. Nasce in tal modo un sistema di canali che conducono dalla superficie nel profondo: si sviluppa il *canale uditivo esterno*, si sviluppa il *cavo del timpano*,

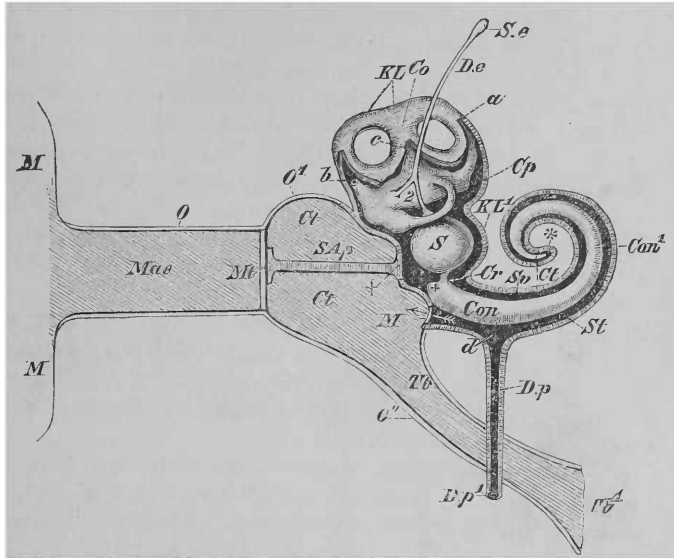


Fig. 198. — Schema dell'intero organo uditivo umano. Orecchio esterno: MM Chiocciola dell'orecchio, Mae Meato uditivo esterno, O Sua parete, Mt Membrana timpanica. Orecchio medio: Ct, Ct Cavo timpanico, O¹ Sua parete, SAp Apparecchio che conduce le onde sonore, segnato al posto degli ossicini uditivi come un corpo a bastoncino. Il punto † corrisponde alla piastra della staffa, che chiude la finestra ovale, M Membrana secondaria del timpano, la quale ottura la finestra rotonda, Tb Tuba eustachiana, Tb¹ Suo sbocco nella gola, O² Sua parete. Orecchio interno con labirinto osseo (KL, KL¹) in parte asportato, S Sacculo, a, b Due canali semicircolari verticali, di cui uno (b) tagliato trasversalmente, c, Co Commissura dei canali semicircolari del labirinto cutaneo ed osseo, S.e D.e Sacco e condotto endolinfatico, questo ultimo si divide presso il segno 2 in due rami, Cp Cavo perilinfatico, Cr Canale riuniente, Con Conca cutanea, che in † produce il sacco cieco dell'atrio, Con¹ Conca ossea, Sv e St Scala del vestibolo e scala del timpano, che presso * si uniscono sulla cupola terminale (Ct), D.p Dotto perilinfatico, che in d si sviluppa dalla scala del timpano e sbocca in D.p¹. Il canale semicircolare orizzontale non indicato nelle figure con segni particolari, è facile a riconoscersi.

una porzione dilatata che vien occupata dagli ossicini uditivi, si sviluppa finalmente la *tuba di Eustachio*, che in forma di tubo unisce il cavo timpanico alla gola. Questo intero sistema di canali, che nel confine fra il dotto uditivo esterno ed il cavo timpanico viene diviso in due parti, esterna ed interna, da una membrana capace di vibrazioni, membrana timpanica, si trova dove sta nell'embrione la prima fessura branchiale o, ciò che è lo stesso, dove in alcuni pesci sta lo *spiracolo*. Dai rettili e dagli uccelli in poi si trovano le prime disposizioni di una *conca auricolare*, la quale formazione raggiunge il suo pieno sviluppo solo nei *mammiferi*.

Pesci e dipneusti.

Eccettuate alcune modificazioni (processi di regressione?) che si trovano nei ciclostomi e che sono in parte difficili a spiegarsi, l'organo uditivo cutaneo dei pesci segue il piano di sviluppo suesposto e ciò succede anche in tutti gli altri vertebrati più elevati. Dappertutto (unica eccezione fanno i *lofobranchi* e l'*Ortagoriscus mola*) troviamo una divisione in una *parte superiore*, sempre uguale nei suoi tratti principali, ed in una *parte inferiore*, che si differenzia sempre più e raggiunge un sempre più alto sviluppo e maggiore importanza fisiologica. La prima viene costituita dall'*utricolo* e dai *canali semicircolari*, la seconda dal *sacculo* e dalla *chiocciola*. Quest'ultima è nei *pesci* una piccolissima appendice a bottone del *sacculo* (*lagena*), che sta in aperta unione colla massa del sacculo mediante il canale sacculo-cocleare. Anche l'utricolo ed il sacculo, sebbene non sempre, stanno tra loro in comunicazione mediante il *canale sacculo-utricolare*.

In contrapposto ai petromizonti, nei quali tutte le macule acustiche sono unite tra loro, tutti i *teleostei*, i *ganoidi* ed i *selaci* posseggono una *macula separata* nel *recesso utricolare*, nel *sacculo* e nella *lagena*; a ciò si aggiunga la *macula neglecta*. Nelle ampolle stanno le già accennate *creste acustiche*.

Dalla fig. 199 risulta che il nervo acustico dei teleostei si divide in *tre rami principali*. Il primo va alle ampolle del canale semicircolare anteriore ed esterno, ed all'utricolo, il secondo all'ampolla posteriore, il terzo, finalmente, al sacculo ed alla lagena. A ciò si aggiunga ancora il *ramo neglecto* che va alla *macula neglecta* e si diparte dal *ramo dell'ampolla posteriore*.

Negli *elasmobranchi* si possono distinguere tre tipi di organo uditivo, cioè il tipo degli *olocefali*, degli *squali* e delle *razze*. Tutte e tre formano linee laterali della forma fondamentale dell'organo uditivo da noi descritta, e precisamente quello delle *razze* si è allontanato di più, quello degli olocefali di meno (fig. 199 B). In queste modificazioni ha gran parte la separazione del recesso utricolare dall'utricolo e dall'ampolla anteriore ed esterna e la sua comunicazione col sacculo (*canale recesso-sacculare*).

Nella *Chimaera* la lagena non è ancora differenziata e la sua papilla sta unita colla macula acustica del sacculo. Negli *squali* e nelle *razze* vi è una propria lagena, e la sua papilla è nelle *razze* chiaramente separata dalla macula acustica del sacculo. Più tardi ci occuperemo del rimarchevole *condotto endolinfatico* che si apre libero alla superficie del cranio (fig. 199 B *de, ade*).

Rapporti dell'organo uditivo colla vescica natatoria dei pesci.

Si trovano in quattro famiglie di *teleostei*: 1) nei *siluroidi*, 2) nei *gimnotidi*, 3) nei *caraciniidi*, 4) nei *ciprinoidi*.

In tutti si tratta di un piano unitario. immutato, fondamentale, nella formazione della catena ossea (« Apparecchio di Weber ») tra l'estremità anteriore della vescica natatoria da una parte e l'organo uditivo dall'altra, *cosicchè i pesci vengono posti a cognizione della maggiore o minore replezione della loro vescica natatoria*.

Quella catena si origina dalla metamorfosi di certe parti (archi superiori, processi spinali e trasversali?) delle quattro vertebre anteriori e delle coste, e si può considerare divisa in articoli che, contando dall'avanti allo

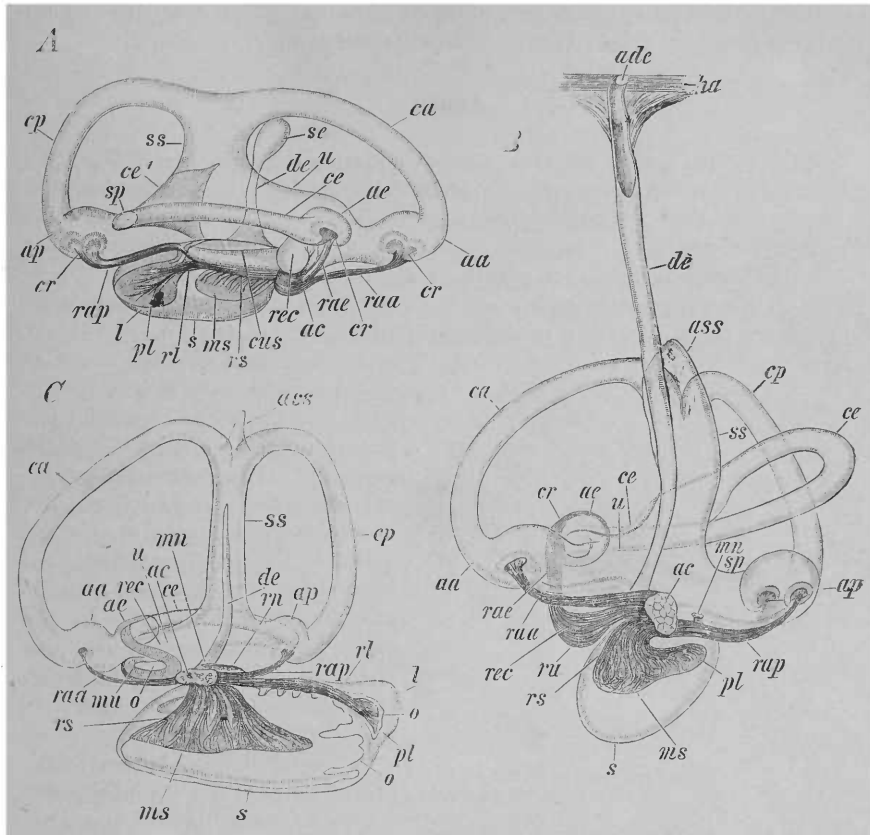


Fig. 199. — Organo uditivo cutaneo dei pesci. Da G. RERZIUS.

A dell'*Arcipenser sturio*, visto dal di fuori,

B della *Chimaera monstrosa*, visto dal di dentro.

C della *Perca fluviatilis*, visto dal di dentro.

u Utricolo, *ss* Seno superiore dell'utricolo, *sp* Seno posteriore dell'utricolo, *ass* Apice del seno posteriore, *rec* Recesso dell'utricolo, *aa* Ampolla anteriore, *ae* Ampolla esterna, *ap* Ampolla posteriore, *ca* Canale anteriore, *ce* Canale esterno, *s* Sacculo, *cus* Canale utricolo-sacculare, *de* Condotto endolinfatico, che in *ade* si apre al di fuori attraverso la pelle *h*, *se* Sacco endolinfatico, *l* Lagena della coclea, *mn* Macula acustica del recesso utricolare, *cr* Cresta acustica dell'ampolla, *ms* Macula acustica del sacculo, *mn* Macula acustica negletta, *pl* Papilla acustica della lagena, *ac* Nervo acustico, *raa* Ramulo dell'ampolla anteriore, *rae* Ramulo dell'ampolla esterna, *rap* Ramulo dell'ampolla posteriore, *ru* Ramulo del recesso utricolare, *rs* Ramulo del sacculo, *rl* Ramulo della lagena, *rn* Ramulo negletto, *o* Otoliti (del recesso utricolare, del sacculo e della lagena).

indietro, vengono incomunemente nominati: *staffa*, *clauastro*, *incudine*, *martello*.

Tutti questi ossicini giacciono in un sistema di cavità formato da un insaccamento della *dura madre*; si prolungano all'indietro lungo la colonna vertebrale verso la vescica natatoria e possono anche venir empite da quel liquido oleoso, che si trova nel cavo cranico.

L'organo uditivo dei dipneusti è costruito in generale sul tipo di quello dei *pesci*, e mostra la più stretta parentela precisamente col tipo dei *selaci* e specialmente delle *chimere* (G. Retzius), per aver diviso il grande recesso utricolare dall'utricolo e dall'ampolla del canale semi-circolare sagittale ed orizzontale e per essere unito al sacco.

Anfibii.

Sebbene gli anfibi offrano punti di contatto coi dipneusti e coi pesci, pure esistono certe differenze rimarchevoli. Queste interessano anzitutto la lagena, la quale, specialmente negli *anuri*, si emancipa sempre più dal lume del sacco, e raggiunge un sempre più alto sviluppo.

I primi principii di una papilla acustica basilare della coclea, s'incontrano nelle *salamandrine*: però, se ne trova già traccia anche nel *Menopoma* e nel *Siredon pisciformis*. In ambedue, però, si trova il relativo punto nervoso ancora dentro la lagena: non si tratta, dunque, ancora di una parte basilare propria con contorni cartilaginei. Una membrana basilare, nel senso dei vertebrati più alti, si trova appena negli *anuri*, nei quali la grossa parete della coclea subisce un piccolo infossamento speciale. In esso v'è un punto, nettamente delineato, su cui si distende una membrana

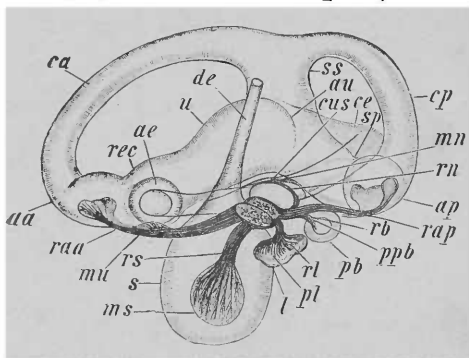


Fig. 200. — Organo uditivo cutaneo della *Rana esculenta*, visto dal di dentro. Da G. RETZIUS.

u Utricolo, au Apertura dell'utricolo, ss Seno superiore dell'utricolo, sp Seno posteriore dell'utricolo, rec Recesso dell'utricolo, aa Ampolla anteriore, ae Ampolla esterna, ap Ampolla posteriore, a Canale anteriore, ce Canale esterno, cp Canale posteriore, s Sacculo, de Condotto endolinfatico, l Lagena della coclea, pb Parte basilare della coclea, cus Canale utricolo-sacculare, mu Macula acustica del recesso utricolare, ms Macula acustica del sacco, mn Macula acustica negletta, pl Papilla acustica della lagena, ppb Papilla acustica basilare della lagena, raa Ramulo dell'ampolla anteriore, rap Ramulo dell'ampolla posteriore, rs Ramulo del sacco, rn Ramulo negletto, rl Ramulo della lagena, rb Ramulo basilare.

alla piastra della staffa dei vertebrati ovale (confr. il cranio degli urodéli). Una *cavità timpanica* con una *membrana timpanica* che sta ancora del tutto al livello della pelle esterna, ed una *tuba eustachiana* terminante nella gola, s'incontrano appena nella serie degli *anuri*, dove l'apparecchio uditivo ha raggiunto già un alto sviluppo.

Mentre negli *urodéli*, e specialmente nei *perennibranchiati* e *derotremi*,

relativo punto nervoso ancora dentro la lagena: non si tratta, dunque, ancora di una parte basilare propria con contorni cartilaginei. Una membrana basilare, nel senso dei vertebrati più alti, si trova appena negli *anuri*, nei quali la grossa parete della coclea subisce un piccolo infossamento speciale. In esso v'è un punto, nettamente delineato, su cui si distende una membrana (*membrana basilare*) posta in una cornice cartilaginea.

Così, alle suaccennate estremità terminali nervose dei pesci, se ne aggiunge un'altra nell'organo uditivo degli anfibi superiori, cioè la *papilla acustica basilare della coclea*.

Come un nuovo progresso di fronte ai pesci, deve riguardarsi anche la piastra cartilaginea che si stacca dalla parete della capsula ossea dell'udito degli urodéli, e che corrisponde

superiori e chiude la finestra

i canali semicircolari sono schiacciati ed appiattiti, essi sono rilevati negli anuri. La commessura dei canali semicircolari è in tutti gli anfibi corta, il *sacculo*, invece, raggiunge negli *urodeli*, in confronto alla parte superiore del labirinto, tale grandezza e sfericità, come mai succede nei pesci; negli *anuri* subisce una notevole riduzione a vantaggio dell'infossamento della coclea.

L'organo uditivo dei *gymnofioni* mostra un carattere rudimentale, e mancano le estremità nervose terminali. Pare che anche il nervo acustico sia atrofizzato. Del resto, l'organo non differisce da quello degli altri anfibi.

Rettili ed uccelli.

Anche qui, dove noi sotto certi rapporti troviamo (nei cheloni) un nesso coll'organo uditivo degli *urodeli*, la modificazione principale riguarda la chiocciola e noi possiamo constatare un regolare progresso dai *cheloni* e dagli *ofidi* fino ai *sauri* ed ai *coccodrilli*. La chiocciola si trova nei primi, come fu osservato, ad un basso gradino di sviluppo,

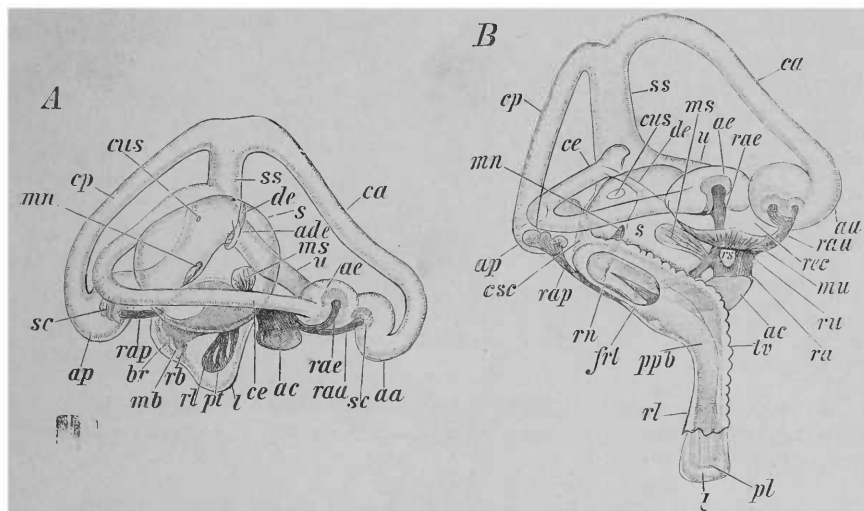


Fig. 201. — **A** Organo uditivo cutaneo della *Lacerta viridis*, visto dal di fuori. **B** Lo stesso, dell'*Alligator mississippiensis*. Da G. REZZIUS.

u Utricolo, *ss* Seno superiore dell'utricolo, *rec* Recesso utricolare, *aa* Ampolla anteriore, *ae* Ampolla esterna, *ap* Ampolla posteriore, *ca* Canale anteriore, *ce* Canale esterno, *cp* Canale posteriore, *s* Sacculo, *de* Condotto endolinfatico, *ade* Apertura del condotto endolinfatico, *cus* Canale utricolo-sacculare, *csc* Canale sacculo-cocleare, *frt* Foro del recesso della scala timpanica, *tv* Tegmento vascolare, *ms* Macula acustica del sacculo, *mn* Macula acustica negletta, *mu* Macula acustica del recesso utricolare, *pl* Papilla acustica della lagena, *ppb* Papilla acustica basilare, *ac* Nervo acustico, *ra* Ramo anteriore dello stesso, *raa* Ramulo dell'ampolla anteriore, *rae* Ramulo dell'ampolla esterna, *rap* Ramulo dell'ampolla posteriore, *ru* Ramulo del recesso utricolare, *br* Ramulo basilare, *rs* Ramulo del sacculo, *rn* Ramulo negletto, *rl* Ramulo della lagena, *sc* Setto crociato, *mb* Membrana basilare.

si sviluppa sempre più a mo' di canale (*condotto cocleare*) e subisce finalmente nei *coccodrilli* e negli *uccelli* un curvamento ed una debole rotazione spirale. Parallelamente a tale modificazione si ha un sempre maggior differenziamento della membrana basilare e della papilla acu-

stica basilare. Ambedue si estendono sempre più in lunghezza e nello stesso tempo si trova già la presenza della *scala timpanica* e della *scala del vestibolo*.

La *lagena* rappresenta nei *coccodrilli* e negli *uccelli* solo un'appendice a tasca, della coclea; peraltro la papilla basilare non raggiunge ancora la struttura istologica dell'*organo di Corti* dei mammiferi. La parete superiore anteriore si è sviluppata in *membrana di Reissner*.

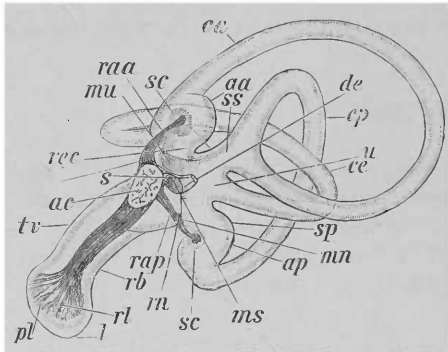


Fig. 202. — *Organo uditivo cutaneo del Turdus musicus*, visto dal di dentro. Da G. REZTIUS. — *u* Utricolo, *ss* Seno superiore utricolare, *sp* Seno posteriore utricolare, *rec* Recesso utricolare, *aa* Ampolla anteriore, *ap* Ampolla posteriore, *ca* Canale anteriore, *ce* Canale esterno, *cp* Canale posteriore, *s* Sacculo, *de* Condotto endolinfatico, *l* Lagena cocleare, *tv* Tegumento vascolare, *mu* Macula acustica del recesso utricolare, *ms* Macula acustica del sacculo, *sc* Setto crociato, *mn* Macula acustica negletta, *pl* Papilla acustica della lagena, *ac* Nervo acustico, *raa* Ramulo dell'ampolla anteriore, *rap* Ramulo dell'ampolla posteriore, *rn* Ramulo negletto, *rb* Ramulo basilare, *rl* Ramulo della lagena.

L'*Hatteria* mostra nella struttura del suo organo uditivo parecchie cose rimarchevoli e mirabili; occupa perciò una posizione a parte come il *Chamaeleo*.

Dacchè la chiocciola raggiunge una sempre maggiore indipendenza di fronte al sacculo, questo soggiace alle più diverse variazioni di forma e di grandezza. Così, p. es., è di regola assai piccolo negli *uccelli*, assai voluminoso, invece, nei *saurii* (*Lacerta*).

L'apertura di comunicazione tra l'utricolo ed il sacculo continua a sussistere, vien, peraltro, sempre più impiccolita, e ciò vale anche per l'apertura tra il sacculo e la coclea. Qui l'apertura può assumere la forma di un canale (*canale riuniente*); ciò succede specialmente negli *uccelli* che, mediante i *coccodrilli*, vengono uniti ai *saurii*. Sempre, peraltro, rappresentano nella struttura del loro organo uditivo un tipo unitario, il quale è caratterizzato dalla speciale disposizione del rigonfio canale semicircolare anteriore e posteriore e dallo sbocco dello stesso nel seno superiore.

Nei tipi inferiori (*uccelli natanti*) ciò spicca ancor meno che nei più

Il *sacculo* è più piccolo che nei *cheloni* e nei *saurii*, e ciò si dice specialmente degli *uccelli*. Negli *uccelli* persiste una macula negletta minima.

Nei *saurii* si trovano i più svariati tipi dell'organo uditivo; alcuni sono appena poco più sviluppati, per quanto riguarda la membrana basilare, che negli *ofidii* (*Phrynosoma*, *Pseudopodus*, *Anguis*).

Nell'*Iguana* si trova già un progresso di fronte alla *Lacerta* ed agli altri *saurii* superiori; la membrana basilare è più allungata e la lagena colla sua papilla meno visibile. Nell'*Acantias* e nel *Platydictylus* tali rapporti son ancora più spiccati, ed il *Plestodon* e l'*Egernia* finalmente, colla loro struttura più elevata, formano l'anello di congiunzione coi *coccodrilli*. *Esiste, dunque, una serie evolutiva ininterrotta, progressiva.*

elevati, e sarebbe assai interessante di stabilire tale rapporto nei *pinguini* e negli *struzionidi*, dacchè si possono qui attendere rapporti interessanti coi *rettili*.

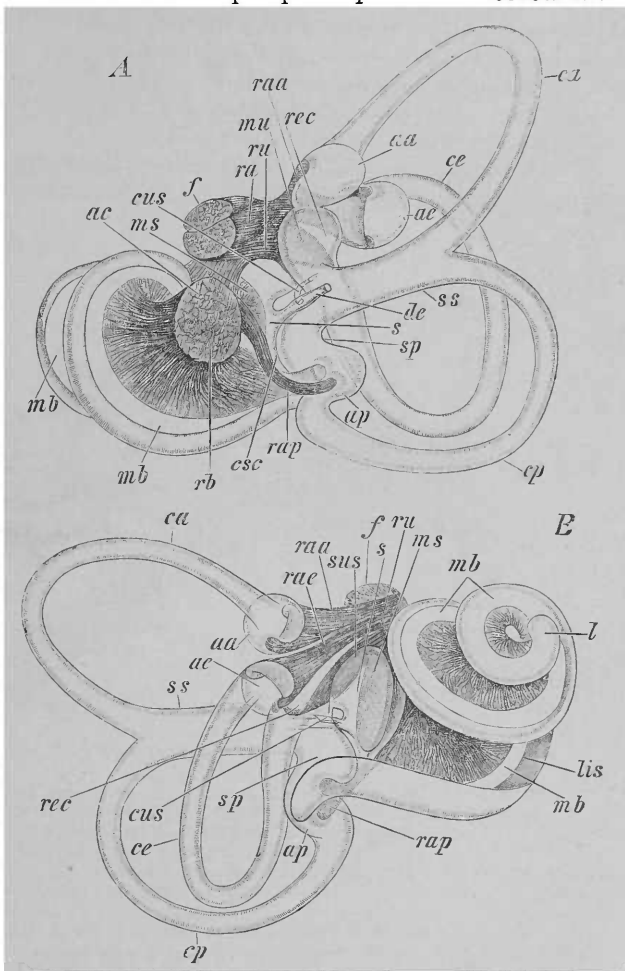
Mammiferi.

Anello di unione coi *rettili* o, meglio, coi *post-rettili*, sono i *monotremi*, il cui organo uditivo ricorda in più punti quello dei *coccodrilli* e degli *uccelli*. Finora poco di certo è noto sulla filogenia dell'organo uditivo dei mammiferi, e sarebbero necessari ulteriori studi.

La *cochlea* raggiunge qui il suo massimo sviluppo, dacchè si foggia a lungo canale, che

Fig. 203. — Organo uditivo cutaneo del coniglio. **A** visto dal di dentro, **B** dal di fuori. Da G. RÆTZIUS.

ss Seno superiore dell'utricolo, sp Seno posteriore dell'utricolo, rec Recesso utricolare, aa Ampolla anteriore, ae Ampolla esterna, ap Ampolla posteriore, ca Canale anteriore, ce Canale esterno, cp Canale posteriore, s Sacculo, sus Seno utricolare del sacculo, de Condotto endolinfatico, cus Canale utricolo-sacculare, csc Canale riuniente di Hensen, l Lagena, mu Macula acustica del recesso utricolare, ms Macula acustica del sacculo, ac Nervo acustico, ra Ramo anteriore dell'acustico, ru Ramulo del recesso utricolare, raa Ramulo dell'ampolla anteriore, rae Ramulo dell'ampolla esterna, rap Ramulo dell'ampolla posteriore, rb Ramulo basilare, f Nervo facciale, mb Membrana basilare, lis Legamento spirale.



nell'uomo fa tre giri spirali, ma nei mammiferi da $1\frac{1}{2}$ (*Cetacei*) a quattro e più (1). Il segno più caratteristico dell'organo uditivo dei mammiferi consiste in questi giri spirali della cochlea e nella sua più fina struttura istologica.

(1) Il *coniglio* ha due giri e mezzo, il *bue* tre e mezzo, il *porco* quasi quattro ed il *gatto* tre. Del resto, la cochlea varia assai di forma e direzione nei diversi tipi; ciò vale anche per il sacculo e per tutte le frazioni della parte superiore dell'organo uditivo cutaneo.

Il nervo acustico forma l'asse della spirale. In relazione alla più forte curvatura della conchiglia, anche la papilla acustica o *organo di Corti*, come vien chiamata nei mammiferi, è più allungata e la parte della parete cocleare cutanea da esso occupata vien detta *membrana basilare*, la parete opposta *membrana di Reissner*. Ritorrerò presto sull'argomento.

L'apertura di comunicazione tra la parte superiore ed inferiore dell'organo uditivo cutaneo, cioè tra il *sacculo* e l'*utricolo*, è scomparsa completamente nei *mammiferi* e le due parti stanno tra loro solo in unione indiretta mediante il condotto endolinfatico, che nel punto di congiungimento al labirinto cutaneo è diviso in due rami. Un ramo si abbassa nell'*utricolo*, l'altro nel *sacculo*.

Per quanto riguarda l'apparecchio conduttore del suono, è da osservarsi che la membrana timpanica si presenta, nel periodo postem-

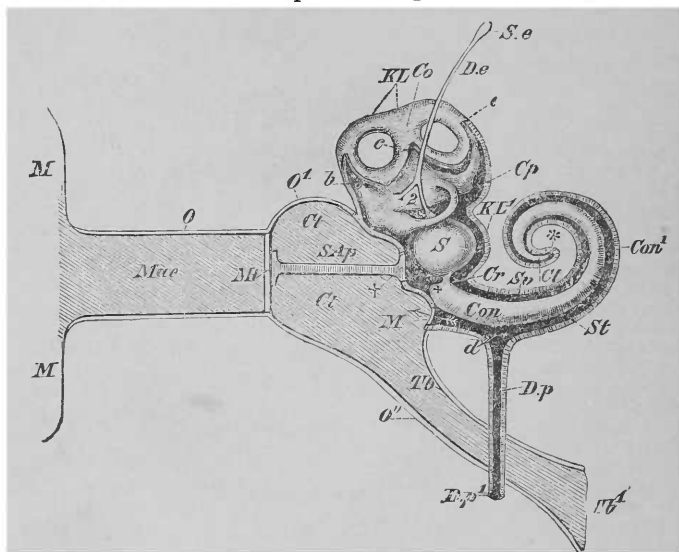


Fig. 204. — Schema dell'intero organo uditivo dell'uomo. Orecchio esterno: *M, M* Conca uditiva, *Mae* Meato uditivo esterno, *O* Sua parete, *Mt* Membrana timpanica. Orecchio medio: *Ct, Ct* Cavo timpanico, *O'* Sua parete, *SAP* Apparecchio conduttore del suono, che al posto degli ossicini uditivi è segnato solo come un corpo a bastoncino. Il posto † corrisponde alla piastra della staffa, che ottura la finestra ovale, *M* Membrana timpanica secondaria, che ottura la finestra rotonda, *Tb* Tuba di Eustachio, *Tb'* Suo sbocco nella gola, *O''* Sua parete. Orecchio interno con labirinto osseo in gran parte asportato (*KL, KL'*), *S* Sacculo, *a, b* i due canali semicircolari verticali, di cui uno (*b*) tagliato, *c, Co* Commissura dei canali semicircolari del labirinto cutaneo ed osseo; *S. e, D. e*, Sacco e condotto endolinfatico, di cui l'ultimo si divide in due bracci, *Cp* Cavo perilinfatico, *Cr* Canale riunente, *Con* Conca cutanea, che in † produce il sacco cieco dell'atrio, *Con'* Conca ossea, *Sv* ed *St* Scala del vestibolo e del timpano, che si uniscono in * sulla cupola terminale (*Ct*), *D.p* Condotto perilinfatico, che in *d* sbocca dalla scala timpanica e termina in *D.p'*. Il canale semicircolare orizzontale non è segnato con alcun segno speciale, ma è facile a riconoscersi.

brionale, nascosta profondamente nel condotto uditivo esterno. Nel cavo timpanico giacciono, in contrapposto ai saurospidi dove si tratta di una unica colonna ossea (*columella*), tre o quattro ossicini uditivi che s'ar-

ticolano tra loro a catena e sono disposti tra la membrana timpanica e la finestra ovale; essi sono il *martello*, l'*incudine*, l'*osso lenticolare* e la *staffa*. (Per il loro sviluppo confr. il cranio dei mammiferi).

Il labirinto osseo e la coclea dei mammiferi.

Non dappertutto il labirinto cutaneo viene circondato nello stesso modo dalle formazioni dure dello scheletro del capo; ciò nondimeno, si parla in tutta la serie animale, come fu già accennato, di un labirinto *cutaneo* e di un labirinto *osseo*, e le parti di quest'ultimo hanno i nomi delle sottoposte parti cutanee. Già prima dell'ossificazione del rimanente osso temporale, si trova nei mammiferi una capsula ossea del labirinto, la quale, mediante una cresta ossea sporgente, viene divisa in due sezioni che racchiudono il *sacculo* e l'*utricolo*. Invece, nei *teleostei*, nelle *chimere*, nei *ganoidi* e nei *dipneusti* si incontra un'incompleta capsula uditiva, separata dal cavo cranico, nella parte mediana, solo

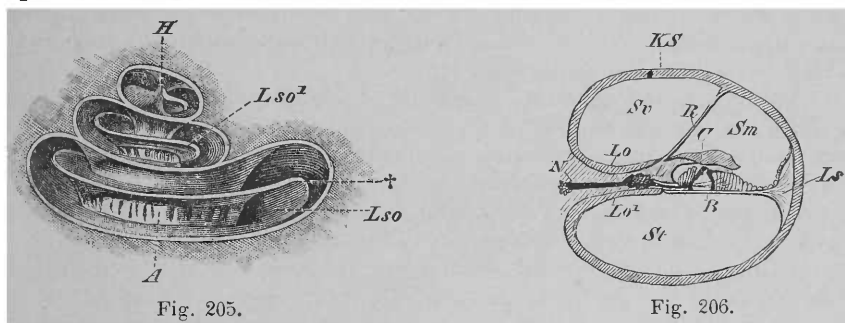


Fig. 205. — *Chiocciola ossea dell'uomo.* A Asse, *Lso*, *Lso¹*, *Lso²* Lamina spirale ossea, il cui margine libero, perforato dai filamenti del nervo acustico, è visibile in \dagger , H Amulo.
 Fig. 206. — *Taglio trasversale del canale cocleare di un mammifero.* Schema. *KS* Coclea ossea, *Lo*, *Lo¹* i due fogli della lamina spirale ossea, tra cui in *N* decorre il nervo acustico (col ganglio a sinistra di *L*), *L* Limbo della lamina spirale, *B* Membrana basilare, su cui stanno gli epiteli nervosi, *R* Membrana di Reisner, *Sv* Scala del vestibolo, *St* Scala del timpano, *Sm* Scala media (Coclea membranosa), *C* Membrana di Corti, *Ls* Legamento spirale.

per mezzo di una cortina fibrosa. Essa giace qui, dunque, soltanto in un seno cartilagineo o osseo, sulla cui complicata struttura (*teleostei* e *ganoidi ossei*) ho già parlato occupandomi dell'anatomia del cranio.

Mi volgo adesso ad una descrizione più minuta della coclea dei mammiferi, cui finora abbiamo esaminato solo nelle parti cutanee. Le masse ossee ricoprenti il labirinto cutaneo producono un *asse osseo*, dove si possono distinguere una parte *inferiore* (*modiolo*), una *media* (*columnella*) ed una *superiore* (*lamina del modiolo*). Intorno a quest'asse si ravvolge in giri spirali una lamella ossea (*lamina ossea spirale*), che sporge nella concavità della rotazione cocleare, senza raggiungere direttamente la parete opposta. Essa viene continuata piuttosto da due lamine che divergono verso i lati, e le lamelle non sono altro che le suaccennate *membrana basilare* e *membrana di Reissner*, cioè le due

pareti unite dal canale cocleare cutaneo. La terza parte di questo viene completata da una sezione della circonferenza laterale del canale cocleare osseo. La coclea cutanea, che in sezione trasversale appare quasi triangolare, vien anche chiamata *condotto cocleare*, ossia *scala media*. Risulta da ciò che essa non riempie del tutto il lume della coclea ossea, ma che rimangono ancora due spazi. Li abbiamo già veduti nell'organo uditivo dei pesci e vengono detti *scala del vestibolo e del timpano* (fig. 204-207).

Ambedue appartengono al sistema perilinfatico e stanno in aperta unione tra loro sulla così detta *cupola terminale*, lungo il decorso della scala media, sopra il fondo cieco della stessa. Verso il cavo timpanico la *scala del vestibolo* è chiusa dalla *staffa*, un ossicino della catena uditiva che sta di contro alla finestra ovale; la *scala del timpano*, invece, mediante la membrana *timpanica secondaria* distesa sulla finestra rotonda.

Sul fondo della coclea ossea, non molto lontano dalla finestra rotonda, giace un'apertura, e questa conduce in uno stretto canale, nominato *acquedotto cocleare*, che congiunge il sistema perilinfatico colle vie linfatiche periferiche della testa (1).

Un'importanza del tutto eguale ha il *condotto endolinfatico*, ossia *acquedotto del vestibolo*, più volte accennato per l'endolinfa chiusa nell'interno dell'organo uditivo cutaneo. Esso è una disposizione primitiva, ereditata dalle infime classi dei pesci (mixinoidi), la quale subisce numerose traslazioni e modificazioni nella serie animale. Nella sua forma primitiva il canale endolinfatico rappresenta un tubulo che sorge dalla parete mediana del sacco rivolta al cavo craniale, e che comunica col lume del sacco. Colla sua estremità superiore perfora la parete mediana della capsula uditiva cartilaginea od ossea, entra in tal modo nel cavo cranico e termina con un rigonfiamento a vescica (*sacco endolinfatico*) nella dura madre. Si tratta probabilmente, dunque, di rapporti endosmotici tra lo spazio endolinfatico e lo spazio linfatico epicerebrale.

Nei *selaci* il condotto endolinfatico si apre libero nella regione dell'occipite sulla volta del cranio, e sta in aperta comunicazione coll'ambiente esterno, cioè coll'acqua marina. In molti rettili l'estremità terminale viene a giacere immediatamente sotto la copertura del capo (sutura parieto-occipitale), negli *ascalaboti*, anzi, il dotto abbandona la capsula cranica, si spinge tra i muscoli cervicali, e nella regione della spalla si gonfia in grosso sacco a lembi, da cui partono dei prolungamenti allungati fino alla superficie ventrale della colonna vertebrale e fino al tessuto submucoso della faringe. Il sistema di canali si può ramificare come un labirinto fino nell'orbita ed è sempre riempito da una viscida melma bianca di otoliti, costituita da minuti cristalli calcarei. Ciò vale (almeno nel periodo embrionale) per il condotto endolinfatico di tutti i vertebrati (Wiedershein).

(1) Un *condotto perilinfatico* si può già dimostrare, con sicurezza, cominciando dai rettili. Comincia in essi nel cavo perilinfatico alla parte esterna del sacco, passa davanti alla parete mediana della coclea, nascosto in un profondo solco, si distende sopra la membrana basilare (scala timpanica), attraversa il forame rotondo ed entra in comunicazione collo spazio linfatico epicerebrale.

Negli *anfibi* ed anche in certi *teleostei* possono i due condotti, allungandosi di molto in forma di sacculi, unirsi tra loro, o soltanto alla circonferenza dorsale del cervello od anche alla ventrale, così che quest'ultimo viene a giacere in una propria fascia calcarea. Ciò, p. es., succede negli *anuri*.

Negli *uccelli* e nei *mammiferi* non viene mai oltrepassato il cavo cranico, ma tutto l'apparecchio combina nella sua forma colla forma fondamentale ad otre, da me in principio descritta.

Istologia della coclea dei mammiferi.

I filamenti del nervo acustico, che decorrono nell'asse osseo della coclea, mentre piegano all'insù, deviano verso la parte laterale, e vengono a giacere nella lamina spirale ossea a due fogli. Escono al margine libero della stessa, ed alla superficie interna della membrana basilare

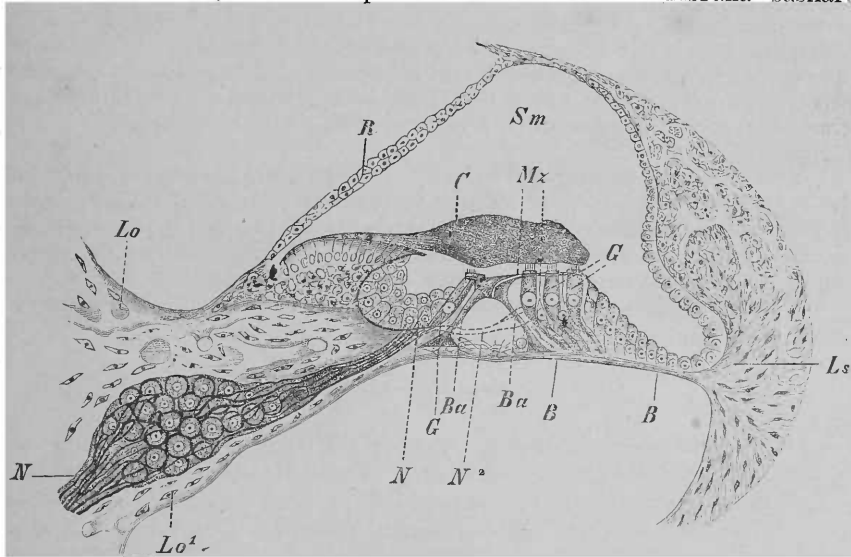


Fig. 207. — *Organo di Corti*, da LAVDOWSKY. *Lo, Lo* Le due piastre della lamina spirale ossea, *N* Nervo acustico con ganglio, *N¹, N²* Il nervo che si scinde nelle sue fibrille terminali ed entra nelle cellule uditive (*G, G*), *Ba, Ba* Bacilli o cellule di sostegno, *Mx* Membrana reticolare, *C* Membrana di Corti, *Ls* Legamento spirale, in cui si dirama la membrana basilare, *Sm* Scala media, *R* Membrana di Reissner, *B, B* Membrana basilare.

finiscono colle loro fibrille terminali. Queste entrano nelle *cellule sensorie ed uditive*, le quali sono disposte come in una cornice tra le resistenti cellule di sostegno e tra quelle d'isolamento o *bacilli*. Una membrana rigida, tessuta a rete (*membrana reticolare*), si stende dalla superficie dei bacilli verso la parte laterale, e nelle sue maglie sono situate le setole terminali delle cellule uditive. (Il numero delle cellule uditive esterne si può calcolare a circa 12000). Esse vengono coperte da una membrana spessa e fragile, che agisce forse da ammortizzatore, dalla così detta *membrana copritrice o di Corti*, che sporge dal *labbro re-*

stibolare della membrana spirale ossea. La membrana basilare è costituita in tutta la sua estensione da fibrille chiare, filiformi, assai elastiche, che ammontano nell'uomo a circa sedici o venti mila. Esse sono straordinariamente vibratili e, dacchè la loro lunghezza varia in modo stabile secondo la regione della coclea, possono ritenersi come una specie di clavicembalo o arpa, cioè come un apparecchio a corda intonato, adatto per le analisi acustiche e che trasmette alle adiacenti cellule uditive le vibrazioni, le quali poi mediante i nervi vengono trasmesse al cervello.

I rapporti dei vasi nella coclea dei mammiferi vennero fatti conoscere da G. Schwable, dietro studi sul porcellino d'India. La scala timpanica è circondata soltanto da vasi venosi (*scala delle vene*), mentre la scala del vestibolo contiene vasi arteriosi (*scala delle arterie*). Perciò la scala timpanica, divisa dall'organo di Corti solo mediante la sottile membrana basilare, è sottratta del tutto alle pulsazioni arteriose, e in generale a tutte le eccitazioni entotiche; tutte le vie arteriose circondano, dunque, come fu già accennato, la scala vestibolare, divisa dall'organo di Corti mediante la membrana di Reissner e l'intero condotto cocleare. In ciò si deve riscontrare una difesa contro l'azione dei rumori del sangue, difesa che viene ancora aumentata perchè la corrente arteriosa del sangue deve attraversare nella coclea un grande numero di glomeruli, e così il sangue perde in pressione ed in rapidità.

Per il fatto suesposto è lecito un confronto coi *glomeruli malpighiani* dei reni; il confronto non può andar troppo oltre, perchè nei reni si tratta di dimensioni assai più piccole (capillari) e di reti mirabili bipolari, il che non si riscontra nella coclea uditiva dei mammiferi. I vasi hanno qui una vera tunica muscolare, e 5-6 vasi efferenti in luogo di uno.

Senza dubbio, vi sono consimili disposizioni in tutti i mammiferi, compreso l'uomo.

Orecchio esterno.

L'orecchio esterno, cioè il condotto uditivo esterno e la conca uditiva, si sviluppa da due prominenze a monticello, poste sul I e II arco branchiale, e limitanti il rudimento della fessura branchiale esterna.

Già assai di buon'ora si sviluppa una serie di collicelli più o meno spiccati, i quali nel feto umano giacciono parte sulla mascella inferiore, parte sull'arco dell'osso ioide, e parte sul tratto di unione che è posto allo indietro tra i due.

Quei collicelli, unendosi tra loro in un massiccio anello, divengono in seguito le protuberanze caratteristiche della conca uditiva, cioè *trago*, *antitrago*, *elice* ed *antelice*, ecc. (W His).

Un condotto uditivo esterno, bene sviluppato, s'incontra solo nei *mammiferi*, sebbene si possa trovarne traccia già nei *rettili* e negli *uccelli*.

Le prime tracce di una conca uditiva s'incontrano nel *cocodrillo*, in forma di una piegatura cutanea. Nelle *civette* si trova una valvola cutanea mobile; la vera conca uditiva, che varia assai di grandezza e di forma, appartiene solo ai *mammiferi*. È in essi regolata da numerosi muscoli (*costrittori e dilatatori*), che qua e colà, p. es. nei *primati*, vanno regredendo ed appartengono quindi alla serie degli organi rudimentali

(confr. la *muscolatura mimica*). È interessante questo, che il margine superiore della conca uditiva, allungatosi in alcune scimmie a forma di lembo acuto, si trova tale talvolta anche nell'uomo.

Fisiologicamente, come lo hanno dimostrato gli esperimenti, la conca uditiva ha solo un valore secondario.

Bibliografia.

- Hasse C.** I numerosi scritti di questo autore su tutti i gruppi principali dei vertebrati, si trovano parte nella « Zeitschr. f. wiss. Zoologie » (Vol. XVII e XVIII), parte negli « Anatomische Studien ». Leipzig, 1870-73.
- Hensen V.** *Physiologie des Gehörs*. Nello « Handbuch der Physiologie » di L. Hermann. Capitolo: *Sinnesorgane*. Leipzig, 1880.
- Kuhn.** Vedi i lavori di questo autore sull'organo uditivo dei pesci, anfibi e rettili nello « Arch. f. mikr. Anat. » Vol. XIV, XVII e XX.
- Moldenhauer W.** *Die Entwicklung des mittleren und äusseren Ohres*. Morph. Jahrb. Vol. III, 1878.
- Retzius G.** *Das Gehörorgan der Wirbelthiere. I. Das Gehörorgan der Fische und Amphibien*. Stockholm 1881. *II. Das Gehörorgan der Reptilien, der Vögel und der Säugethiere*. Stockholm. 1884.
- Wiedersheim R.** *Zur Anatomie und Physiologie des Phylloctylus europaeus, ecc.* Morphol. Jahrb. Vol. I, 1876.
- Salensky W.** *Beitr. zur Entwicklungsgeschichte der knorpeligen Gehörknöchelchen bei Säugethiere*n. Morphol. Jahrb. VI, 1880.
- Schwalbe G.** *Lehrb. der Anatomie der Sinnesorgane*. Erlangen 1887.
- Idem. *Etn Beitrag zur Kenntniss der Circulationsverhältnisse in der Gehörschnecke*. Festschrift zu Carl Ludwig's 70. Geburtstag. Leipzig, 1886.
- Tataro F. D.** *Ueber die Muskeln der Ohrmuschel und einige Besonderheiten des Ohrknorpels*. Arch. f. Anat. und Physiol. 1887.

F. Organi della nutrizione.

Canale intestinale e sue appendici (1).

Il canale intestinale (tratto intestinale) consta di un tubo che comincia coll'apertura boccale, attraversa il corpo e termina coll'ano. Le pareti sono nella loro parte essenziale costituite da tre strati, da uno *interno*, cioè dalla *mucosa*, da un *medio* o *submucosa*, da uno *esterno* o *muscolare*. Il primo, detto foglio glandolare intestinale, è di origine entodermatica e produce numerose formazioni glandolari; in corrispondenza a ciò possiede *facoltà assorbenti e secernenti*. Il secondo strato, costituito da tessuto adenoide, serve da portatore dei vasi sanguigni e degli apparecchi limfoidi; l'ultimo strato, finalmente, il foglio dei filamenti intestinali, si compone d'ordinario di due strati di muscolatura liscia, di cui l'interno è circolare, l'esterno longitudinale. Essi regolano i movimenti, le contrazioni (peristaltiche) della parete intestinale, ed hanno

(1) Relativamente alla disposizione del canale intestinale e del condotto neuro-enterico ed alla nutrizione dell'embrione, rimando alla introduzione embriologica ed ai capitoli che trattano dei rapporti tra la madre ed il feto.

con ciò il doppio incarico di porre nel maggiore e più intimo contatto possibile il chilo colla parete epiteliale interna, cioè colla mucosa, e di eliminare dal corpo le sostanze non assimilabili.

Solo al principio ed alla fine del canale intestinale si trovano muscoli striati, sotto l'influenza dei nervi cerebrali o spinali.

A questi tre strati della parete

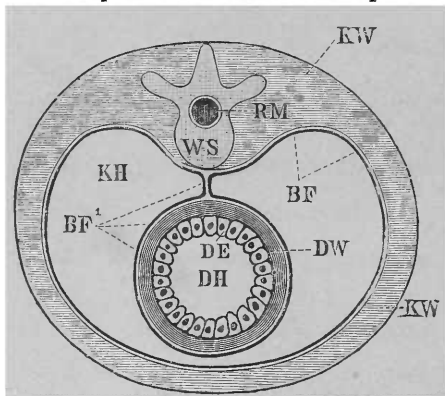


Fig. 208. — Sezione trasversale del corpo di un vertebrato. Schema. KW Parete del corpo, DW Parete intestinale, KH Cavità del corpo, DH Cavità intestinale, DE Cellule della mucosa intestinale, BF Peritoneo che riveste lo spazio del corpo, ricopre in BF' l'intestino e lo congiunge alla parete posteriore del corpo, WS Colonna vertebrale e RM Midollo spinale in sezione trasversale.

intestinale si aggiunge una membrana esterna di ricoprimento, accessoria, il *peritoneo*. È una membrana sierosa, tappezzata alla sua faccia libera da epitelio piatto; riveste l'intera cavità del corpo, lo foggia a grande spazio linfatico e si distende dalle pareti interne del corpo ai visceri in questo situati. Si può distinguere un peritoneo *parietale* ed uno *interno o viscerale*. Il passaggio tra i due viene dato dal *mesenterio*, che consta di due fogli e serve non solo da apparecchio di sospensione, ma anche da legamento che conduce i vasi ed i nervi della regione della colonna vertebrale ai visceri. Questi, nella loro massima parte, vengono dal sistema simpatico. Si tratta, dunque, come abbiamo veduto, di un gran sistema di duplicature, che partono dalle pareti del corpo, e

nelle quali i visceri sono quasi intercalati.

La sezione anteriore del canale intestinale primitivo funge così da *via nutritiva* come da *cavità respiratoria*, e l'origine di quest'ultima è basata sulle due seguenti disposizioni. Si forma una serie di estroflessioni a sacco della mucosa, giacenti una dietro l'altra e verso cui si introflette l'ectoderma; le quali, finalmente, sboccano al di fuori. Fra le aperture così formatesi giacciono gli archi viscerali, a noi già noti, nella cui regione sorgono certe disposizioni del sistema vascolare, mediante le quali l'acqua circolante è sottoposta ad un continuo ricambio di gas. In breve, si sviluppano le branchie.

Sebbene queste abbiano un valore fisiologico solo nei *pesci*, nei *dipneusti* e negli *anfibi acquatici* (precisamente nelle loro larve), pure anche nei vertebrati superiori, prima che si formi in essi (cheloni, coccodrilli) un palato proprio, la grande porzione del cavo boccale e faringea, giacente dietro le coane, rappresenta una via comune per la nutrizione e per la respirazione (fig. 209. A-C).

Collo sviluppo del vero palato, anche la primitiva cavità boccale si divide notoriamente in una cavità *superiore respiratoria* ed in una *inferiore nutritiva*, o in *cavità nasale* ed in *secondaria, o definitiva cavità boccale*. Peraltro, questa divisione non è assoluta neppure nei vertebrati superiori, come nei mammiferi (fig. 209, C), giacchè in quella

seconda porzione dell'intestino anteriore, detta *faringe* e che nei mammiferi e nei coccodrilli è separata dalla cavità boccale mediante una piegatura cutaneo-muscolosa, detta *palato molle*, le vie respiratorie e

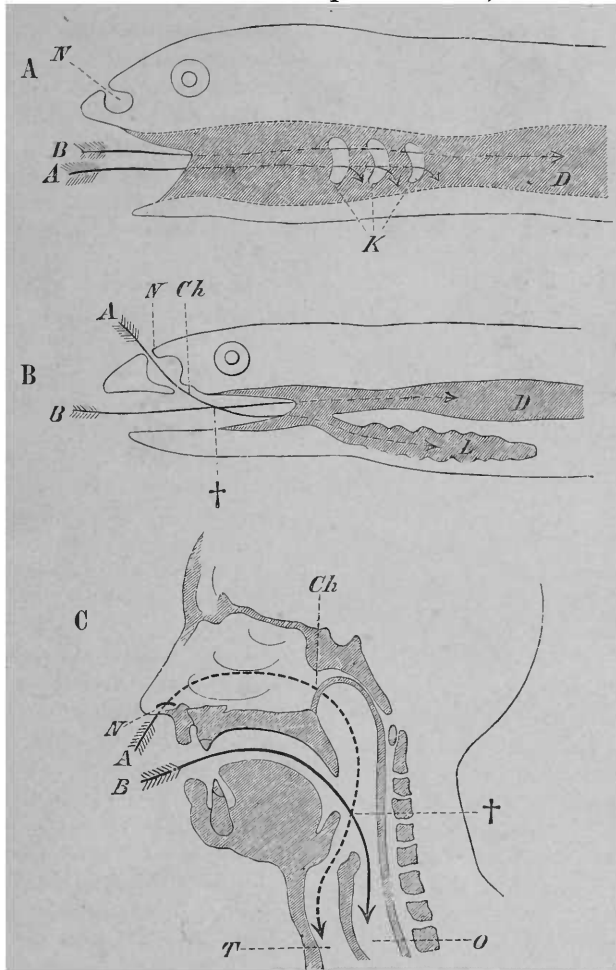


Fig. 209. — Schema dell'intestino boccale dei pesci (A), anfi, rettili (uccelli) (B), e mammiferi (C), N Entrata dell'apertura nasale, Ch Coane, D Intestino, K Fori branchiali, L Polmone, T Trachea, O Esofago. La freccia segnata con A indica il canale aereo, quella con B il canale digerente. Il segno † mostra il punto d'incrocio d'ambidue.

nutritive hanno di nuovo un tratto comune. Solo dall'imboccatura della laringe in poi restano definitivamente tra loro divise.

Il canale intestinale di tutti i vertebrati si divide in tre parti principali, cioè in intestino *anteriore*, *medio* e *posteriore*. Il primo si estende sino allo sbocco del condotto cistico del fegato e si divide nuovamente in quattro sottodivisioni: *intestino boccale* (cavità boccale), *faringe*, *esofago* e (qualora questo esista) *stomaco*. L'intestino medio,

che rappresenta sempre la parte più grande, sta col suo tratto iniziale in rapporti interessanti col fegato e col pancreas. Nell'anatomia umana vien detto *intestino tenue*, od anche *duodeno, digiuno* ed *ileo*. L'intestino

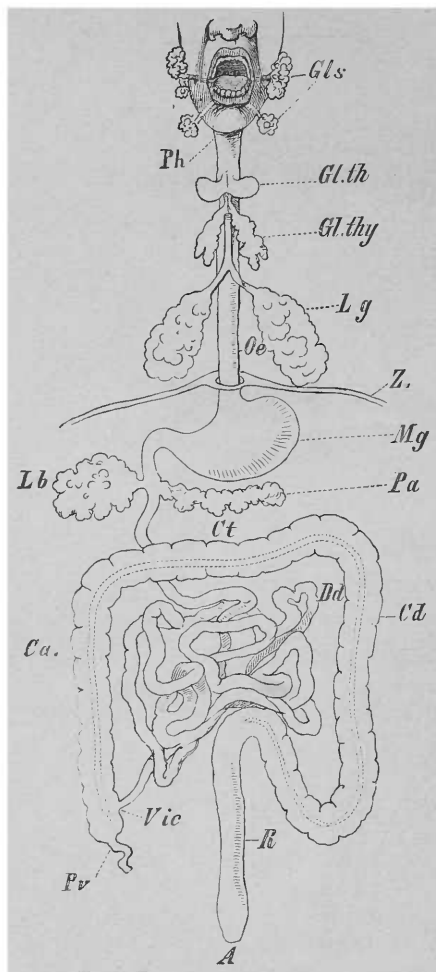


Fig. 210. — Prospetto schematico dell'intero tratto intestinale dell'uomo. Gls Glandole salivari, Ph Faringe, Gl. th Glandola tiroidea, Gl. thy Glandola timo, Lg Polmone, Oe Esofago, Z Diaframma, Mg. Stomaco, Lb Fegato, Pa Pancreas, Dd Intestino tenue (medio), Vic Valvola ileo-colica, Pv Processo vermiforme, Ca Colon ascendente, Ct Colon trasversale, Cd Colon discendente R Retto, A Ano.

posteriore. *crasso* o *colon nell'anatomia dell'uomo*, si divide in *intestino posteriore* in senso stretto ed in *intestino finale o anale (retto)*. Tra l'intestino anteriore ed il medio, e tra questo ed il posteriore si trova un cumulo di muscolatura che agisce da sfintere (*Valvola pilorica e valvola ileo-colica o di Bauhin*).

Il decorso del canale intestinale può essere in linea retta o più o meno ad anse. Nell'ultimo caso si avrà un canale assai più lungo ed una più estesa superficie assorbente e digerente.

Tale rapporto va aumentando per i frequenti rialzi della mucosa a *piegature, villi e papille*.

Uno sguardo alla fig. 210 spiega il piano fondamentale del tratto intestinale dell'uomo e delle sue appendici.

Tutte quelle appendici hanno origine dalla mucosa intestinale, sono, cioè, di origine epiteliale e, o rappresentano per tutta la vita *organi glandolari*, o si formano almeno secondo il tipo delle glandole. Solo secondariamente vi si aggiungono elementi mesodermici.

Cominciando dal tratto boccale si possono distinguere i seguenti organi appendicolari dell'intestino.

- 1) *Glandole salivari* (fig. 210, Gls).
- 2) *Glandole mucipare*.
- 3) *Glandola tiroidea* (Gl.th).
- 4) *Glandola timo* (Gl. thy).
- 5) *Polmoni* (vescica natatoria) (Lg).
- 6) *Fegato* (Lb).
- 7) *Pancreas* (Pa).

Si aggiungano le *glandole peptiche* e le *glandole di Lieberkühn*, intercalate nella parete dello stomaco e dell'intestino proprio.

Intestino anteriore.

1) *Tratto boccale.*

Se si eccettua l' *Amphioxus* ed i *ciclostomi*, di cui il primo ha un'apertura boccale circondata da cirri, ed i secondi da un anello cartilagineo, o bocca succhiante, tutti gli altri vertebrati hanno *formazioni mandibolari*.

Vere *formazioni labbiali*, fornite di muscoli, s' incontrano solo nei mammiferi, e lo spazio esistente tra esse ed il margine mascellare vien detto *vestibolo della bocca*. Può assumere la forma di *tasche guanciali*, che servono come serbatoio per i cibi (molte scimmie e rosicanti).

Le labbra carnose dei mammiferi, insieme alle guance ed alla lingua mobile e muscolosa, rendono possibile il succhiamento e stanno in rapporto interessante col linguaggio articolato dell'uomo. I *cetacei* ed i *monotremi* sono gli unici mammiferi che mancano totalmente di labbra; nei *monotremi*, anzi, gli orli mascellari sono rivestiti da una guaina cornea (vedi più sotto) (come negli uccelli e nei cheloni).

Gli organi della *cavità boccale* sono di tre specie: *denti, glandole e lingua*.

Denti.

Alla formazione dei denti partecipano il foglietto germinativo esterno ed il medio. L'epitelio boccale s'insinua nel profondo, forma qui il germe dello smalto e si inoltra in prolungamenti cupoliformi nel connettivo sottomucoso, detti *papille dei denti*. I due elementi si uniscono presto tra loro ed in seguito a complicati processi di differenziamento producono i vari strati del dente. Essi sono, contando dall'estremità libera del dente, dalla *corona*, verso il profondo (*radice del dente*), i seguenti: *smalto, sostanza ossea* attraversata da un fino sistema di canali e *cemento* (fig. 212).

La radice del dente, nascosta nella gengiva, possiede alla sua estremità inferiore una piccola apertura e questa conduce nella cavità del dente o della polpa (fig. 212). Nell'interno stanno i vasi ed i nervi.

Mentre nei vertebrati inferiori ai mammiferi il cambiamento dei denti ha luogo durante l'intera vita, nei mammiferi succede di regola una sola volta; i primi denti, i così detti *denti da latte*, vengono sostituiti da altri, più forti e più numerosi (*seconda dentizione*). I *denticeti* (1) e gli *sdentati* i quali non cambiano denti, vengono chiamati *monofodonti*, in confronto agli altri detti *difodonti*.

(1) Negli embrioni delle balene si presentano circa 100 denti tra la mascella superiore ed inferiore; abortiscono presto ed al loro posto subentrano i fanoni, formantisi dall'epitelio della mascella superiore. Essi sono costituiti da piastre cornee, parallele, nella cui base penetrano dalla mucosa dei lunghi processi ricchi di vasi, che rappresentano così la loro matrice.

Quando tutti i denti sono eguali, la dentatura vien detta *omodonta*, altrimenti *eterodonta*; in quest'ultimo caso i denti si differenziano in *incisivi*, *canini* e *molari* e tale stato rappresenta uno stadio acquisito in seguito, come dimostra lo studio della dentatura di latte (spesso omodonta).

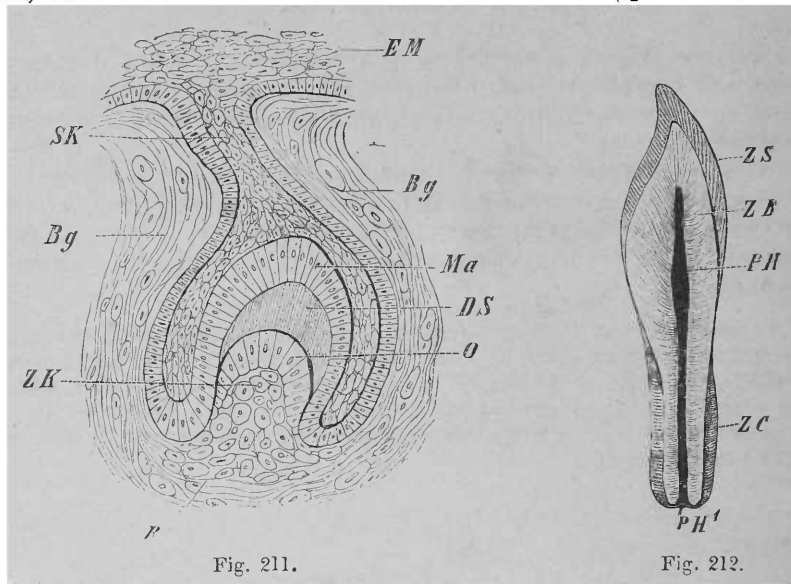


Fig. 211. — Sviluppo di un dente. *EM* Epitelio boccale, *SK* Germe dello smalto, *ZK* Germe del dente, *Ma* Membrana adamantina, *O* Odontoblasti, *DS* Strato di dentina, *Bg*, *Bg* Tessuto connettivo, che produce il sacco dei denti.

Fig. 212. — Sezione longitudinale di un dente, semischematico. *ZS* Smalto dei denti, *ZB* Sostanza ossea (avorio), *ZC* Cemento, *PH* Entrata nella cavità della polpa *PH*.

Nelle *foche* ed in alcuni *pipistrelli* il cambiamento dei denti ha luogo assai di buon'ora, per lo più prima ancora della nascita. La dentatura da latte non entra, dunque, neppure in funzione. Da ciò si può concludere che tali animali sono sulla via di perdere col tempo ogni traccia di una dentatura da latte.

Nei roscanti si trovano tutti gli stadi possibili della dentatura da latte; si può trovare un numero di denti da latte che uguaglia il numero dei denti incisivi e premolari stabili, o non si trova affatto una dentatura da latte, come nel coniglio. Lo stesso vale per gl'insettivori, dove l'istrice possiede l'intera serie dei denti da latte, mentre i sorci non ne hanno pur uno. In tutti i *marsupiali* e nel *porcellino d'India* si cambia solo un paio di denti (un molare) in ogni mascella.

Il cambiamento dei denti va associato ad un processo di riassorbimento, che subentra o solo nella regione della radice (*pesci*, *anfibi*, la maggior parte dei *rettilli*), o si estende anche, come in tutti i mammiferi, alle pareti ossee divisorie, che separano gli alveoli dei denti da latte da quelli dei denti stabili. In tale processo il dente stabile, che da sotto in su spinge il sovrapposto dente da latte, la cui radice finalmente viene del tutto riassorbita, lo solleva sempre più in alto, finchè il dente da latte cade e fa posto al dente stabile.

Pesci ed anfibi.

I dentelli cutanei, nominati parlando dello scheletro, ed i denti della cavità boccale, sono *formazioni omologhe*, perchè cresciute dalla stessa sostanza madre. Nei teleostei ogni osso che limita la cavità boccale può aver denti, e ciò vale anche per l'osso ioide e per l'arco branchiale (*ossa faringee*). Qui, come nel parasfenoide, si trovano spesso ordinati a spazzola, e tale disposizione vediamo anche ereditata da certi urodéli (fig. 213); d'ordinario, si trova negli *anfibi*, di fronte al cranio dei pesci sopraccarico di denti, una notevole diminuzione nel numero dei denti, e nello stesso tempo si comincia ad osservare anche nella loro forma un carattere più unitario.

Nei *pesci* i denti possono essere a cilindro, a cono o ad uncino, o sono a scalpello, come i denti incisivi dei mammiferi (*Scarus* e *Sarginae*); in altri formano un vero selciato, sono arrotondati e adatti allo schiacciamento dei cibi. Inoltre vi sono dei denti finissimi come peli, in forma di setole (*Chetodonti*) o di sciaiola (*Chauliodus*).

Fra i ganiodi cartilaginei adulti si trovano denti solo nello *Scaphirhynchus* e nel *Polyodon*. Nell'*Acipenser ruthenus* si trovano solo nel periodo embrionale ed indicano così rapporti primitivi (Zograf). I *ciclostomi*, i *lofobranchi* e il genere *Coregonus* tra i salmonidi o mancano completamente di denti, o li hanno costituiti solo da sostanza cornea (*ciclostomi* (1)).

Una dentatura terribile posseggono i selaci, i cui denti sono posti sui margini della fessura boccale in molte serie parallele.

I denti degli anfibi sono allargati a cono alla base e sono posti su un piedestallo. Alla loro estremità superiore libera diventano più slanciati, hanno una leggera curvatura e terminano o in due punte (salamandrini, anuri), o in una (*Axolotl*, *Ictiodi*, *Derotremi*, *Gimnofioni*), il che corrisponde alla loro disposizione primitiva.

I denti degli anfibi, situati profondamente nella mucosa, stanno di regola sulla mascella superiore, inferiore, sull'osso intermascellare, sul vomere e sul palatino. Il parasfenoide ha denti relativamente di rado, e l'opercolare della mascella inferiore possiede denti solo nelle larve della salamandra e nel proteo. Nelle forme larvali degli anuri si trovano mascelle e denti di sostanza cornea; formazioni simili v'hanno anche nella *Siren lacertina*.

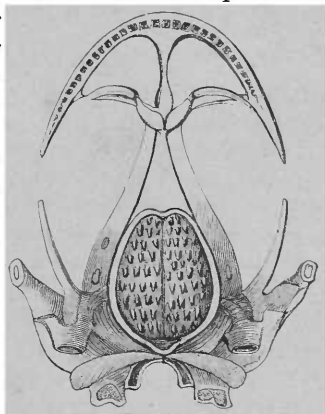


Fig. 213. — Cranio del *Batrachoseps attenuatus*, parte ventrale con denti parasfenoidali.

(1) Nei ciclostomi, e specialmente nella *Myxine* e nel *Bdellostoma* ogni dente ha uno strato corneo esterno, che sta sopra un epitelio stratificato. Lo strato più interno è costituito da cellule coniche alla cui estremità più sottile si può constatare un rivestimento di dentina o di smalto. Il centro del dente è formato da una polpa vascolarizzata. Si è quasi costretti a pensare che la dentatura dei mixinoidi aveva prima uno sviluppo più elevato, come nei *gnatostomi*, e che soltanto in seguito venne regredendo. (J. BEARD).

Negli anfibî si trovano formazioni assai piú ricche, sia per forma che per grandezza. In alcuni di essi la dentina ha una disposizione a onde ed a piegature (*Labirintodonti*).

Rettili.

Parallelamente alla crescente durezza e solidità dello scheletro della testa, ha luogo nei rettili un piú forte sviluppo ed un piú ricco differenziamento della dentatura. I denti sono posti in una scanalatura della mascella inferiore, aperta verso il lato mediano, e colla circonferenza esterna della loro base sono fusi colla parete interna della mascella (sauri, pleurodonti, lacertili, scincoidei, amfispene, ecc.), o giacciono al margine mascellare superiore libero (sauri anodonti), o finalmente sono situati in alveoli, come nei coccodrilli ed in numerosi rettili fossili (rettili tecodonti) (confr. fig. 214 A, a, b, c).

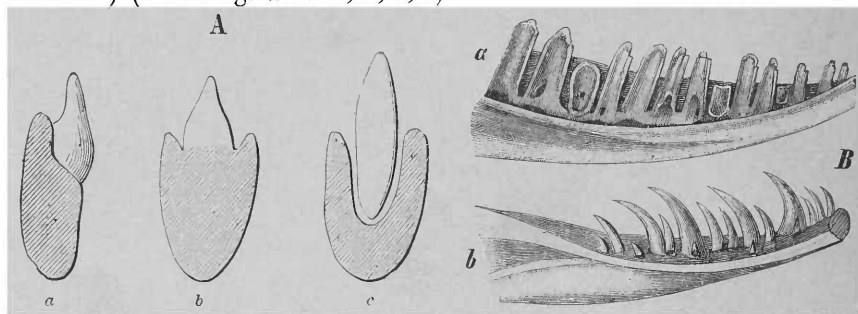


Fig. 214. — **A** Tre schemi per i sauri pleurodonti (a), acrodonti (b), tecodonti (c). **B** a Mascella inferiore della *Lacerta vivipara*, b dell'*Anguis fragilis*; ambedue da LEYDIG.

Oltre alla mascella inferiore, posseggono denti anche le ossa del palato, ed i denti hanno una punta, fatta eccezione per i lacertili, che hanno denti a due punte (1).

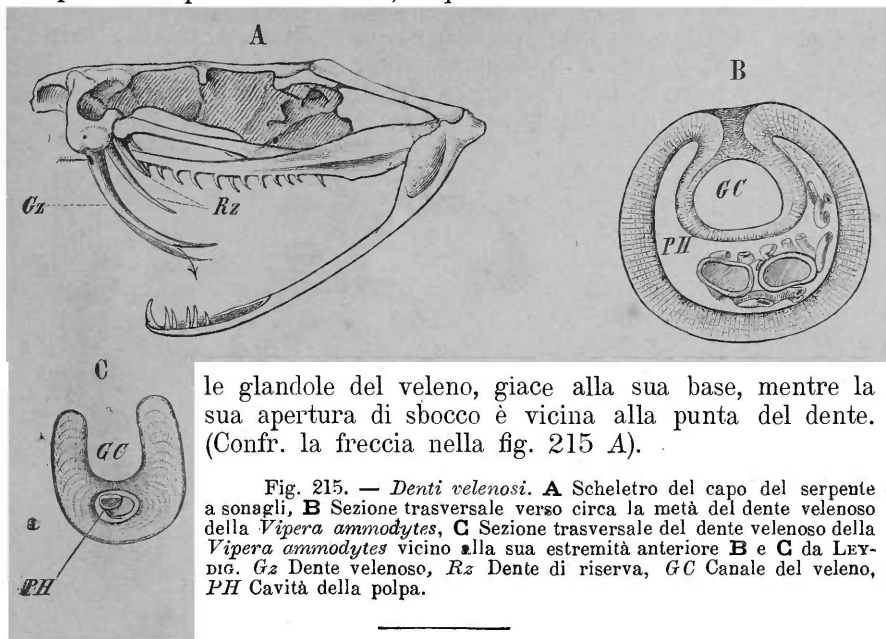
Ciò, del resto, non vale in eguale maniera per la dentatura di tutti i rettili, perchè in alcuni, per es. nell'*Hatteria*, nell'*Uromastix spinipes* nell'*Agamen* ed in numerose forme fossili, specialmente in quelle del *Trias* dell'Africa meridionale, si ha già la formazione di una dentatura eterodonta, cioè di denti *incisivi*, *canini*, *molari*.

Speciale riguardo merita la dentatura dei serpenti velenosi, perchè in essi un numero variabile di denti della mascella superiore si differenzia in *denti velenosi*. Così, p. es., nella nostra *Vipera berus* e *prester* si tratta di nove denti velenosi, disposti da ogni parte in serie trasversale; i piú forti stanno al di fuori, i piú deboli, denti di riserva, sono al riparo di sotto (fig. 215 A).

Solo uno di questi denti aderisce solidamente all'osso mascellare ed oltre alla sua propria cavità della polpa possiede un canale per il

(1) Un dente speciale si trova negli embrioni dei sauri, dell'*Anguis fragilis* e dei colubridi. Assai piú grande dei suoi vicini, si trova nel mezzo dell'osso intermascellare, sta perpendicolarmente al muso e serve all'animale per rompere il guscio dell'uovo. Un organo funzionalmente uguale si sviluppa anche nella *Rana ophisthodon*.

veleno (fig. 215 *B, C, GC*), circondato in forma semicircolare da essa. L'apertura superiore del dente, la quale comunica col canale contenente



le glandole del veleno, giace alla sua base, mentre la sua apertura di sbocco è vicina alla punta del dente. (Confr. la freccia nella fig. 215 *A*).

Fig. 215. — *Denti velenosi*. *A* Scheletro del capo del serpente a sonagli, *B* Sezione trasversale verso circa la metà del dente velenoso della *Vipera ammodytes*, *C* Sezione trasversale del dente velenoso della *Vipera ammodytes* vicino alla sua estremità anteriore *B* e *C* da LEYDIG. *Gz* Dente velenoso, *Rz* Dente di riserva, *GC* Canale del veleno, *PH* Cavità della polpa.

I denti degli *uccelli fossili* dell'America (*Odontornithes*) stavano in appositi alveoli (*Ichthyornis*) o solo in solchi (*Hesperornis*), come nell'*Ichthyosaurus*. L'osso intermascellare era privo di denti, e sembra abbia posseduto un becco corneo. Tutti gli uccelli attuali e la maggior parte (forse tutti?) di quelli dell'epoca *terziaria* e *diluviale*, sono senza denti.

Mammiferi.

Il differenziamento dei denti è qui sviluppatissimo nelle più diverse forme, in relazione all'adattamento alla maniera di vita (qualità del cibo, modo di prenderlo ed elaborarlo).

Noi dobbiamo considerare le diverse forme di denti come modificazioni di una dentatura semplice, *omodonta*, la quale originariamente doveva essere costituita da denti coniformi, di grandezza e forma perfettamente uguali. (vedi per ciò il geniale lavoro di E. D. Cope, citato nella bibliografia: *The mechanical origin of the sectorial teeth of the carnivora*).

I denti dei mammiferi si dividono generalmente in *incisivi*, *canini*, *premolari* e *molari*; sono posti tutti in alveoli bene sviluppati. Il dente *canino* deve considerarsi come un dente premolare differenziato, che raggiunge notevole sviluppo specialmente nei *carnivori*, figura come *primo* dente nella parte anteriore della mascella e si accosta ai denti *incisivi* più esterni (posteriori), i quali stanno sopra sull'osso intermascellare, al di sotto a destra e sinistra della sinfisi mandibolare. Dopo i canini

vengono al di dietro i *premolari* e dopo questi, posti alla parte posteriore della mascella, i *molari* (fig. 216).

I denti incisivi sono a scalpello, i canini, invece, quando sono bene sviluppati, hanno una forma più o meno curva, a cono acuto; i premolari ed i molari, eccetto nei carnivori, dove hanno una corona tagliente e non servono per macinare nè per ischiacciare, ma agiscono a mo' di forbice, hanno una forte ed ampia corona, là quale alla sua su-

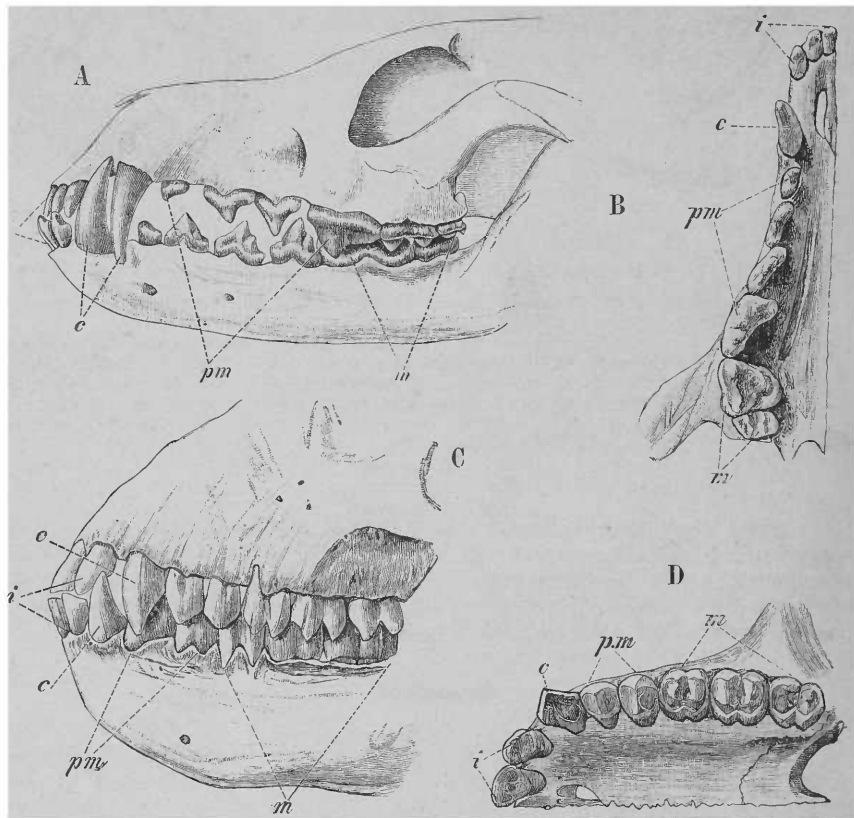


Fig. 216. — **A.** Dentatura del cane, in profilo, **B** Denti della mascella superiore dello stesso animale, visti dalla cavità boccale, **C** Dentatura della *Nasalis* larvata, in profilo, **D** Denti della mascella superiore dello stesso animale, visti dalla superficie della bocca. Denti incisivi, c Denti canini, pm Premolari, m Molari.

perficie è più o meno appiattita e possiede una struttura nodosa. Così nell'uomo ed in molti animali si trovano quattro tubercoli ai quattro angoli della corona.

Spesso, p. es. negli insettivori, tali tubercoli, il cui numero può aumentare od anche diminuire per la fusione tra loro di alcuni, sono uniti nella maniera più svariata da creste, così da produrre varie figure a rilievo.

Le variazioni della dentatura, interessantissime per la sistematica, le quali sorgono nei diversi gruppi dei mammiferi e che possono venire spesso at-

tribuite anche a differenze sessuali, sono così numerose che non posso esporle tutte, e ne dirò in proposito solo qualcosa.

Il tipo fondamentale della disposizione dei denti è un vicendevole alternarsi dei denti superiori ed inferiori; perciò i denti di una mascella non corrispondono a quelli della mascella opposta, ma agli *spazi intermedi* tra esse. Per riguardo alla frequente presenza di denti rudimentali, senza funzione, si può ammettere in generale che i denti diminuiscono di numero nel decorso dello sviluppo genealogico. *Un aumento, invece, dovrà sempre considerarsi come un atavismo*. L'atrofia colpisce sempre dapprima quel dente della serie superiore ed inferiore, il quale è l'ultimo in una data sezione fisiologica. Così, p. e., tra i denti incisivi sparirà o l'anteriore, quello posto vicino la linea mediana, od il posteriore confinante col canino; lo stesso vale per il dente premolare o molare anteriore e posteriore.

La presenza, scoperta da E. Poulton, di tipici denti da mammiferi nei giovani esemplari (lungi 8,3 cm.) dell'*Ornithorhynchus paradoxus* è di sommo interesse. In ogni parte della mascella superiore (lo stesso forse si deve dire anche per l'inferiore) stanno tre denti; l'anteriore si distingue da quello che sta più all'indietro, sia pel maggior volume che per la forma. Esso è a punta e cilindrico, mentre gli altri hanno più gobbe (1).

In numerosi mammiferi *giurassici* dell'America, sembra, secondo la relazione di Marsh, trattarsi di forme che, almeno per la loro dentatura, erano più vicine agli attuali insettivori che ai marsupiali; esistono, peraltro, anche forme che si avvicinano più a questi ultimi. Dei mammiferi *triassici* furono trovate solo poche tracce: si può dir, peraltro, con sicurezza che erano assai differenti dai giurassici. Nel terreno triassico non furono trovati ancora resti di mammiferi, ed anche nel periodo cretaceo si trova una lacuna finora non colmata.

Per ritornare ancora ai mammiferi giurassici, sembra che nei primitivi periodi zoologici gli animali placentati fossero già divisi dagli aplacentati; da ciò si deve dedurre, che per trovare la forma primitiva originaria, da cui discesero ambedue, bisogna rimontare assai più indietro, nell'epoca paleozoica.

Dopo esserci occupati degli svariatissimi caratteri dei denti, è ora tempo di chiederci quale sia la causa di tante variazioni, quale, cioè, sia il *principio formativo* della dentatura, e qui credo che la risposta non possa essere dubbia. Dapprima dobbiamo ricordarci che il primitivo movimento della mascella, come lo troviamo nei *pesci, anfibi e rettili* ed anche in molti *mammiferi*, segue le leggi di un'articolazione a *cerniera*, ed è sufficiente quindi a ciò una dentatura *omodonta*, costituita da denti di egual forma, a cono acuto. Appena, con un differenziamento più accentuato dei muscoli pterigoidei e col cambiamento del cibo, venne reso possibile il moto macinatorio delle mascelle, tale moto dovette non solo condurre ad una differenziazione in dentatura eterodonta, ma anche ad una modificazione nell'articolazione della mascella. Quando poi si sviluppavano lunghe lingue prensili, come,

(1) Nella mascella superiore si trova ancora la traccia di un quarto dente; ciò succede forse anche nella inferiore. Nella loro struttura istologica i denti concordano con quelli degli altri mammiferi.

Le piastre cornee nella bocca dell'ornitorinco sono di natura esclusivamente epiteliale; al loro posto c'erano prima dei denti, che poco a poco vennero coperti dalla massa cornea, e ridotti all'atrofia.

p. es., nella serie degli *Artiodactyla*, o labbra prensili assai mobili, in modo che gli animali potevano prendere o svellere il cibo, allora cadevano naturalmente i denti incisivi o assumevano una funzione del tutto diversa, come negli animali a proboscide.

Glandole della cavità boccale.

Come le glandole dell'occhio e della pelle, così anche quelle della cavità boccale s'incontrano appena negli *animali terrestri*, cominciando cioè dagli *anfibi* (1). Esse hanno l'incarico di tener umide le mucose che vengono in contatto coll'aria ambiente e preservarle così dall'inaridimento. Costituite da principio solo da organi quasi indifferenti che producono una massa mucosa, si differenziano in seguito in apparecchi, il cui secreto ha un valore per la digestione o diviene addirittura un'arma terribile, come nei serpenti e nei sauri velenosi.

Parallelamente col più alto lavoro fisiologico, ha luogo uno sviluppo maggiore nel numero e nell'aggruppamento. Anche il carattere istologico varia in modo, che si trovano rappresentate tutte e tre le specie di glandole cui distingue l'anatomia generale, cioè le *tubulose semplici*, le *tubulose composte* e le *acinose*.

Nei vertebrati inferiori preponderano le due prime forme, e sono per lo più ordinate a gruppi; nei superiori, invece, s'incontra di più l'ultima forma, geneticamente più elevata.

Anfibi.

Fatta eccezione per gl'*ictioidi*, i *derotremi* ed i *gimnofioni*, in tutti gli altri anfibi si sviluppa dalla parte anteriore della volta della cavità boccale una glandola tubulosa, la quale negli urodeli viene a giacere per la più parte nel cavo del setto nasale o dell'osso premascellare (*glandola intermascellare, ossia internasale*). Negli *anuri* sporge ancor più allo innanzi ed è più voluminosa; in ambedue le forme, peraltro, i condotti terminano nella regione anteriore della testa, sul palato. Presso gli anuri nella regione delle coane si trova ancora una seconda glandola, la quale versa il suo secreto parte nell'apertura delle coane, parte nella gola (*glandola della gola*).

Anche nella *lingua* degli anfibi si trovano numerosi tubuli glandolari.

Rettili.

Qui si ha un progresso di fronte agli anfibi, giacché si osserva una separazione in *gruppi glandolari*. Vi ha non solo una *glandola palatina* omologa alla glandola intermascellare, ma ci sono già anche *glandole linguati, sottolinguati, labbiali superiori ed inferiori*. Si distinguono per ispeciale ricchezza di glandole i *camaleonti* e gli *ofidii*, nei quali ultimi è estesissima la specializzazione delle singole glandole. Da

(1) Se ne trovano tracce già nei dispneusti, p. es. nel *Protopterus*. (W. N. PARKER).

una parte della *glandola labbiale*, posta nella regione del labbro superiore, si differenzia nei serpenti velenosi la *glandola velenifera*. Essa è ravvolta da una robusta guaina fibrosa e sta sotto l'azione di

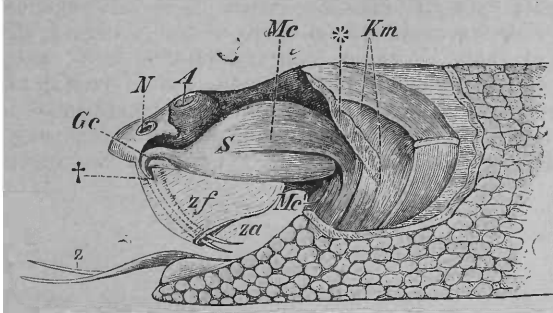


Fig. 217. — *Apparecchio velenoso del serpente a sonagli*. S Sacco fibroso del veleno che sta sotto l'azione del muscolo costrittore *Mc*. In *Mc*¹ si vede un prolungamento del muscolo che discende alla mascella inferiore, *Gc* Condotto che sbocca dalla vescica del veleno, ed in † si approfonda nel dente velenoso. Questo è nascosto in un grande sacco della mucosa (*zf*), il quale passa sopra il dente. *Km* muscoli masseteri visibili in parte in sezione (presso *). Al di dietro si vedel'orlo del taglio della copertura squamosa, *N* Apertura nasale, *A* Occhio lussato allo innanzi e al di sopra, *z* Lingua, *za* Sbocco del canale del veleno.

una potente muscolatura, cosicchè il secreto viene spinto con grande energia nel canale del veleno (fig. 217. *Gc*) e da questo nel relativo dente.

Una simile proprietà venefica possiede la *glandola sottolinguale* di un sauro messicano, dell'*Heleroderma orridum*. Si scarica al davanti dei denti a solco della mascella inferiore, mediante quattro condotti che perforano le ossa della mascella inferiore.

Nelle *tartarughe di mare* e nei *cocodrilli* non si trovano nella cavità boccale grandi organi glandolari, uniti, cioè, a gruppi.

Uccelli.

In questi, ed anzitutto nei *rampicanti*, si trovano bene sviluppate le *glandole linguali*, che sboccano alla base della cavità boccale. Non v'è dubbio che siano omologhe a quelle dei sauri, e forse la glandola che sbocca all'angolo della bocca corrisponde alla glandola posteriore della mascella superiore, o glandola venefica, degli ofidi. Anche le glandole palatine degli uccelli hanno le loro omologhe nei rettili. Non v'ha traccia negli uccelli di *glandole labbiali*.

Mammiferi.

Nei mammiferi di distinguono, secondo la loro posizione, tre glandole: 1) *glandola parotide*, 2) *glandola submascellare*, 3) *glandola sublinguale*. Ciascuna termina con un ampio condotto (*condotto stenoriano*, *whartoniano* e di *Bartolini*) nella cavità boccale.

La prima corrisponde alla glandola dell'angolo della bocca degli uccelli e quindi anche alla parte posteriore della glandola labbiale superiore (glandola venefica) dei serpenti. Le suddette glandole dei serpenti sono da considerarsi come differenziazioni delle glandole labbiali, e quindi dobbiamo ammettere la stessa genesi anche per la parotide, e ciò viene in realtà confermato dalla embriologia.

Che le altre due glandole sieno omologhe alle glandole sublinguali degli animali inferiori, non abbisognano prove ulteriori, e ciò vale an-

che per le numerose glandole mucipare che terminano ai lati della lingua nel cavo boccale.

Nell' *Echidna* le glandole parotidi non sono poste, come d'ordinario, avanti all'apertura dell'orecchio, ma assai più indietro, circa nella metà del collo, immediatamente sotto la pelle. Il canale della glandola è perciò assai lungo, incrocia il condotto uditivo esterno e termina alla cavità boccale al margine anteriore del massetere. Nell' *Echidna* la glandola submascellare è da ambedue le parti doppia; una delle due è assai più grande. Anche negli *sdentati* le glandole salivali raggiungono un forte sviluppo. Nei *cetacei* mancano del tutto.

Lingua.

Alla parte mediana dell'arco branchiale si sviluppa nella cavità boccale un altro organo, assai importante, cioè la *lingua*.

Pesci.

Nei pesci essa ha per lo più un carattere ancora rudimentale, giacchè, fatta eccezione per i ciclostomi, dove ha un grande valore per il succhiamento, rappresenta solo un rivestimento mucoso più o meno spesso dell'osso ioide. E quindi mobile solo con esso e funge da *organo di sensibilità*, essendo fornita di papille. Può anche, come abbiamo già veduto, portar denti alla sua faccia libera (in certi teleostei). È più o meno nettamente divisa dal suo ambiente, ossia dalla cavità boccale; in certi casi, come nei *Plagiostomi* e più ancora nel *Polypterus*, si stacca dal fondo con margini laterali liberi e con punta libera. Una cosa simile si osserva anche nei *Dipneusti*.

Anfibi e rettili.

Negli *anfibi* si può parlare di una muscolatura propria, cioè di un movimento della lingua indipendente da quello dello scheletro viscerale (osso ioide). Nello stesso tempo l'organo è relativamente più voluminoso, ha una superficie vellutata, leggermente papillare ed occupa già una buona parte della bocca.

Negl'ictiodi la lingua ricorda assai il tipo di quella dei pesci, solo dai salamandrinì, e specialmente dagli *anuri* in su, mostra un decisivo progresso (1).

La mobilità della lingua è assai varia, secondo i diversi gruppi degli anfibi; ciò vale anche per i rettili. In ambedue i casi si trova la cagione nella diversità delle aderenze sul fondo della cavità boccale. Di regola negli anfibi aderisce solo colla sua estremità anteriore o con una parte della sua faccia ventrale o è libera tutto all'intorno e può, come nello *Spelerpes*, o, tra i rettili, nel *camaleonte*, venir di molto

(1) Eccezione fanno gli *Aglossa*, dove l'organo è ancora meno sviluppato che negli ictiodi.

spinta fuori dalla cavità boccale, mediante un complicato meccanismo (fig. 218).

Nei rettili la libera mobilità della lingua è divenuta una regola. Nella forma è sottoposta a variazioni ancora più numerose che presso

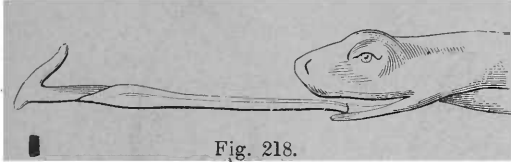


Fig. 218.

Fig. 218. — Lingua dello *Spelerpes fuscus*, lanciata fuori della bocca.

Fig. 219. — Lingua della rana, rappresentata in tre diversi atti di movimento.

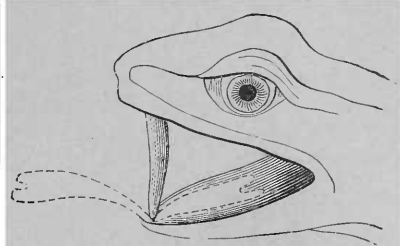


Fig. 219.

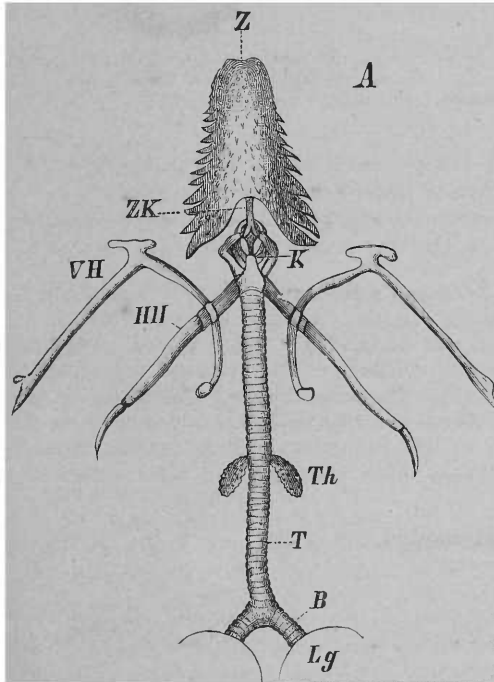


Fig. 220. — **A** Lingua, apparecchio dell'osso ioide e dotto respiratorio del *Phyllodactylus europaeus*. Z Lingua, ZK Corpo dell'osso ioide, VH e HH Corna anteriori e posteriori dell'osso ioide, K Laringe, Th Glandola tiroidea, T Trachea, B Bronchi, Lg polmone.

B Lingua della *Lacerta*. Z Lingua, M Mandibula, L Imboccatura della laringe.

gli anfibi, e ciò dicasi specialmente dei sauri, i quali perciò vengono distinti in *vermilingui*, *crassilingui*, *brevilingui* e *fissilingui*. Dalla lingua fessa, caratteristica dell'ultimo gruppo, è derivata la lingua dei serpenti. Per i diversi tipi, rimando alle fig. 220 e 221.

La più piccola mobilità è posseduta dalle lingue delle *tartarughe* e dei *coccodrilli*.

Uccelli.

La lingua degli uccelli è in genere povera di muscoli e possiede un rivestimento corneo, fornito spesso di papille e di acuti uncini; può anche talvolta, come in alcuni rettili, essere spaccata alla sua estremità

anteriore; può aver forma di forchetta (*colibrì*) o di pennello. Nei *picidi*, alle cui sviluppatissime ossa epibranchiali ho accennato già parlando

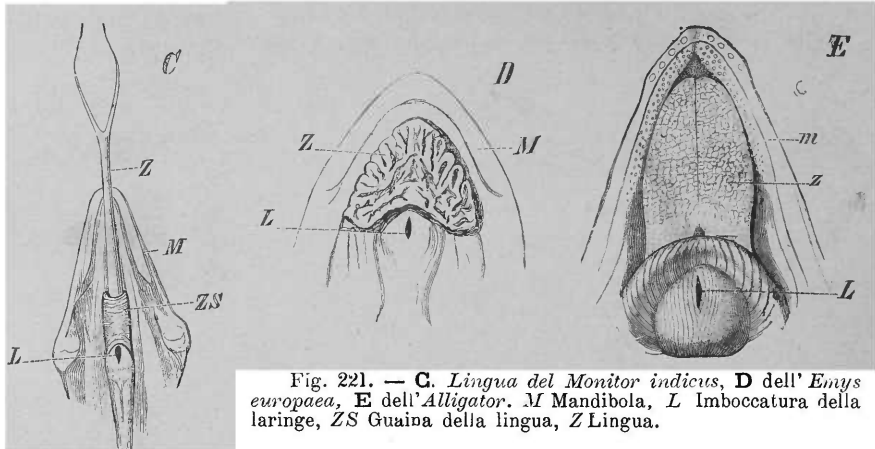


Fig. 221. — C. Lingua del *Monitor indicus*, D dell' *Emys europaea*, E dell' *Alligator*. M Mandibola, L Imboccatura della laringe, ZS Guaina della lingua, Z Lingua.

del cranio, può venir cacciata molto fuori dalla bocca mediante un complicato apparecchio muscolare, e serve da organo di presa.

Tutte queste modificazioni sono da spiegarsi come processi di adattamento alle diverse maniere con cui gli uccelli prendono il loro cibo.

Più che in tutti, sviluppata è la lingua negli *uccelli rapaci* e nei *pappagalli*, nei quali ultimi rappresenta un organo carnosso largo e grosso; ma la sua costituzione molle e pastosa non deriva tanto dalla sua muscolatura, quanto dalla presenza di *grasso, vasi e glandole*. Tuttavia, nei pappagalli è sviluppatissima una propria muscolatura (principe Luigi Ferdinando di Baviera), e ciò avviene anche nel *Coturnix dactylisonans*, e fino a un certo punto anche nei *Lamellirostres* e nel *Phoenicopterus*. Piccolissima, invece, rudimentale, è la lingua del *Pellicano*, della *Cicogna* e di altri uccelli.

Mammiferi.

Qui la lingua ha raggiunto il suo più alto sviluppo per volume, mobilità e funzione multilaterale ed anche qui, come dappertutto, soggiace nella forma ai più svariati adattamenti. La sua muscolatura è sempre riccamente sviluppata; alla sua superficie si osserva qua e colà, p. es. nei *felini*, una formazione di sostanza cornea. Ha per lo più una forma piatta, a nastro, sul davanti arrotondata, ha molte glandole e può essere protrusa. Alla sua faccia inferiore, specialmente nelle proscimmie, si osserva un sistema di piegature, che venne descritto da Gegenbaur col nome di *sottolingua*. Nel suo interno si deve esser prima sviluppato uno scheletro cartilagineo di sostegno, e ciò ha luogo anche ora nello *Stenops*, il quale è da considerarsi come un'eredità fatta dai vertebrati inferiori (*rettili*).

Da ciò risulta che la vera lingua dei mammiferi non è direttamente omologa alla lingua dei vertebrati inferiori, che essa, dunque, fino ad

un certo grado rappresenta un nuovo acquisto, prodotto forse dalla parte posteriore della sottolingua che va lentamente atrofizzandosi (Gegenbaur).

Glandola tiroidea.

La glandola tiroidea rappresenta, per la sua disposizione, vascolarizzazione ed innervazione, un'appendice ventrale della cavità branchiale, impari già dalla sua origine, che si distende nella regione delle prime quattro o cinque fessure branchiali e che nel decorso del suo sviluppo si può dividere in due lembi. A questa disposizione impari se ne aggiungono nei mammiferi delle pari, che si formano nella regione posteriore degli archi viscerali (1).

Nell'*Ammocoetes* la glandola tiroidea, la quale si plasma in formazioni tubulari, ed è tappezzata da epitelio vibratile, resta in aperta comunicazione colla cavità della bocca tra la terza e la quarta fessura branchiale. Nel *Petromyzon* l'organo regredisce in gran parte; del resto, si formano mucchi di follicoli, come si possono osservare nella tiroidea di tutti i vertebrati.

Nei *selaci* l'abbozzo impari si mantiene nella sua forma originaria e giace sotto la sinfisi della mascella inferiore, precisamente sulla linea mediana, nell'angolo di divisione del tronco arterioso delle branchie. Nei teleostei adulti si presenta come un organo pari, situato davanti al primo arco branchiale. Negli *urodeli* e negli *anuri* si tratta anche, come sempre, di una formazione impari, la quale, peraltro, più tardi si fraziona, ed allora le relative porzioni, costituite da un conglomerato di vescichette epiteliali ialine, stanno (negli urodeli) alla parte posteriore del II *cheratobranchiale*.

Negli *anuri* la tiroidea sta da ambedue le parti sulla faccia ventrale del corno posteriore dell'osso ioide, medianamente rispetto alle ramificazioni anteriori del muscolo addominale retto (muscolo sterno-ioideo) od è intercalata nelle fibrille di esso.

Ciò che finora venne descritto come glandola tiroidea degli anuri, non rappresenta altro che i resti anteriori o ventrali delle branchie (Fr. Maurer). Ai lati trovansi negli urodeli dei *corpuscoli epiteliali* (le glandole tiroidee secondarie laterali degli anuri), e devono poi finalmente ricordarsi i *corpi postbranchiali*, impari negli urodeli, negli anuri, invece, ordinati in disposizione pari alle due parti dell'imboccatura laringea. Corrispondono ai *corpi soprapericardiali* scoperti da van Bemmelen negli *embrioni dei selaci*, nei *selaci* e nei *ganoidi adulti*, ed in ambedue i casi debbono considerarsi come ultimi resti delle branchie prima esistenti. Ciò vale anche per la *glandola carotidea*, sorta da un fondo epiteliale. Tutte le suaccennate formazioni vengono vascolarizzate dalla *carotide esterna*.

Nella *Coecilia* la tiroidea è situata alla circonferenza anteriore del muscolo elevatore dell'ultimo arco; nel *Siphonops*, invece, al punto d'incrocciamento dell'*ipoglossa* col *vago*.

(1) Se tali disposizioni abbiano il loro parallelo in alcuni reperti fatti nei vertebrati inferiori, debbono dimostrarlo ulteriori ricerche.

In alcuni *sauri* trovasi essa, come risulta dai notevoli studi di van Bemmelen, dietro il punto di mezzo della trachea, nei *cheloni*, *cocodrilli* od *ofidi*, sebbene impari, ha talvolta due lembi ed è posta sopra i grandi vasi, dopochè questi sono usciti dal cuore. Istologicamente concorda in tutto colla tiroidea dei *pesci* e dei *batraci*, è formata, cioè, da un agglomerato di vesciche tonde rivestite da epitelio, con un contenuto chiaro albuminoso in cui s'insinuano delle trabecole, staccantisi dalla guaina esterna che riveste l'intero organo (1).

La tiroidea *pari* degli *uccelli* si trova davanti al cuore, al punto di origine delle carotidi.

Nei *mammiferi* è comune e diffusa una tiroidea a due o a tre lembi; in essi l'organo si stacca completamente dalla parete esofagea, come avviene già nei *rettili* e negli *uccelli*, e viene a disporsi sempre più alla parte ventrale della *trachea* o rispettivamente della *laringe*. Qui i due lembi laterali o sono divisi completamente, o congiunti mediante un istmo più o meno forte, il quale corrisponde al suaccennato lembo mediano. Quest'ultimo è specialmente il caso dell'uomo, dove l'organo raggiunge una grandezza considerevole e dove non sono neppur rare le *glandole tiroidee secondarie*.

Per quanto riguarda l'abbozzo della tiroidea dei mammiferi, derivante, come dicemmo, da due diversi punti, deve osservarsi quanto segue. Dalla base della lingua, cioè da quel punto che corrisponde al forame cieco della lingua umana, si distende all'ingiù, in quella regione dove sta più tardi la *cartilagine tiroidea*, un canale epiteliale (*condotto tireoglossa*, His), il quale sta in intimo nesso colla formazione della lingua. L'estremità inferiore di questo canale, che si allunga e si isola, si unisce intimamente col secondo abbozzo pari della tiroidea; come quest'ultimo si origina, è ancor oggetto di discussione. Secondo His, Born ed altri, dovrebbe nascere dall'epitelio della quarta tasca branchiale, la quale si allunga a tubulo, manda poi dei germogli solidi e si stacca dalla sua matrice. È più probabile l'ipotesi di van Bemmelen, secondo cui le glandole tiroidee laterali non nascono dalla quarta tasca branchiale, ma dalla parete esofagea, alla parte mediana della tasca stessa (*fondo branchiale*). Da ciò risulta il parallelo suaccennato coi corpi soprapericardiali degli anfibi e dei rettili.

Dapprima l'intero organo ha una evidente struttura glandolare, la quale va lentamente riducendosi, finchè si perde più o meno anche il carattere glandolare. Ne nasce un frazionamento in una massa di nuclei grandi e piccoli, che in seguito pare acquistino un lume, vengono circuiti dal connettivo e ricchissimamente vascolarizzati. Nell'interno si trovano o grandi follicoli a vescica, trasparenti, come in molti pesci ed in tutti i rettili, rivestiti da un epitelio, oppure, il che succede nei vertebrati superiori, hanno anche dei tubi cilindrici che si ramificano e presentano un lume, i quali poi si staccano formando piccole sfere, e spariscono quasi di fronte ai follicoli rotondi. Grandissima parte hanno in tale processo i vasi sanguigni, che sono dapprima a lacuna, ma poi divengono più stretti e s'intrecciano a rete.

La normale glandola tiroidea dei mammiferi, completa e perfettamente

(1) Un corpo soprapericardiale impari si trova anche nella *Lacerta*. Forse anche tutti gli altri vertebrati, eccettuati i pesci ossei, posseggono tali corpuscoli. Nei mammiferi essi formano le glandole tiroidee laterali. In ciò si devono riscontrare resti di un organo rudimentale di funzione ignota, il quale forse è sorto originariamente per la modificazione di una tasca branchiale.

acinosa, è costituita da vesciche glandolari, chiuse tutt' all'intorno, e circondate da una ricca rete di capillari e da una guaina connessiva. Mediante questa vengono isolate dalle adiacenti vesciche, e risulta una struttura frastagliata o a lembi dalla fusione di più vesciche, che assumono una tonaca connessiva comune.

Noi possediamo nella glandola tiroidea un organo, che, sotto certi rapporti, appartiene agli organi rudimentali, ma che, d'altra parte, però, sembra aver cambiato funzione. In favore di ciò parla la sua notevole dimensione, che va crescendo finchè termina lo sviluppo del corpo, e l'essere essa nei mammiferi, come p. es. nell'uomo, riccamente fornita di robusti vasi sanguigni, oltre le sperienze cliniche fatte negli ultimi anni. Se si estirpa, cioè, ad un individuo giovane la glandola tiroidea, si osservano speciali alterazioni nella nutrizione (*stato anemico, sviluppo minore dello scheletro ed idiotismo*; si pensi anche al *cretinismo* unito spesso al gozzo!).

Segue da tutto ciò che la glandola tiroidea deve avere un *elevato compito fisiologico*, sebbene nulla finora si sappia di positivo.

Glandola timo.

Il timo, che possiede sempre una disposizione bilaterale, si forma nei *selaci* da tessuti epiteliali nell'angolo superiore della I-V fessura branchiale, e precisamente in vicinanza dei gangli del vago. Anche nella regione dello spiracolo si osserva una traccia di simile disposizione. Si tratta, dunque, di un materiale, che doveva forse esser utile originariamente all'apparecchio della respirazione; il non aver conservato tale scopo dipende forse dall'esser stati coperti gli angoli superiori dei fori branchiali dalla muscolatura dorsale delle branchie. Questa circostanza produce un lento distacco dell'epitelio delle fessure branchiali (A. Dohrn).

Ugualmente anche nei *teleostei* (1) e negli *urodeli* il timo si sviluppa dall'epitelio delle estremità dorsali delle fessure branchiali. Tali masse epiteliali in parte regrediscono, in parte si fondono in un corpo fusiforme, che viene a giacere alla base del cranio al di fuori degli archi branchiali dorsali. Poscia, dalle parti adiacenti, emigrano in massa nel tessuto cellule linfoidi, cosicchè va sparendo l'originario carattere epiteliale ed appaiono dei follicoli linfatici. Finalmente, succede una parziale distruzione del tessuto linfoide, l'organo viene attraversato da cavità e subisce una metamorfosi regressiva (Maurer).

Tale abbozzo *multiloculare* del timo, trovantesi, cioè, in parecchie o in tutte le fessure branchiali, viene dimostrato anche dai miei reperti nei *gimnofioni* e dalle relative disposizioni nei *serpenti*.

Nei *lacertili*, in cui nel periodo fetale si trovano ancora cinque fessure branchiali, delle quali le due posteriori spariscono assai presto, il timo si sviluppa dalla seconda e dalla terza, e l'organo è costituito perciò da ogni parte da due sezioni giacenti una dietro l'altra. Alla posteriore aderisce una piccola vescichetta, che ricorda la glandola carotidea degli anfibì.

(1) W. N. PARKER dimostrò nei dipneusti un potente timo, diviso in due frazioni da masse muscolari insinuantesi.

Nei *serpenti* il timo si forma dalla quarta e quinta tasca branchiale. I resti della seconda e della terza restano di natura epiteliale, e non hanno a che fare col timo. Anche nei serpenti (come nei lacertili) l'organo è costituito, vita durante, da due sezioni divise (van Bem melen).

Gli stessi rapporti si trovano nei *cheloni* e nei *cocodrilli*, i quali ultimi posseggono da giovani un timo che si estende su tutto il collo. Un simile timo caratterizza anche gli uccelli, in cui esso si sviluppa dalla terza fessura branchiale e solo in piccola parte anche dalla quarta. Anche qui si trova una glandola carotidea formatasi dal rudimento epiteliale della terza fessura branchiale (van Bem melen).

Nei *mammiferi* il timo originariamente si forma per la massima parte dall'epitelio della terza fessura branchiale, però prende parte alla sua formazione anche la quarta e, sebbene assai poco, anche la seconda. A quanto sembra, vanno presi qui in considerazione e l'epitelio esofageo e l'epidermide. Gli elementi epiteliali si staccano lentamente dalla superficie, si spingono nel profondo, in seguito a certi modi di sviluppo del collo e dei suoi organi, vengono divisi tra loro e finalmente metamorfizzati. Nasce poi una immigrazione in massa di leucociti, e così l'intero organo assume un altro carattere istologico, un carattere linfoide. Senza dubbio, il timo ha un grande valore per la formazione del sangue nei mammiferi, si nel periodo fetale che dopo la nascita. I rapporti precisi sono ignoti.

Per quanto riguarda la posizione del timo, si trova esso di regola nei *pesci* e nei *dipneusti* nella regione della cavità branchiale, negli *anfibi* dietro e sopra l'articolazione della mascella, nei *rettili* nella regione del collo vicino alla carotide, più avanti o più indietro o davanti al cuore, come, p. es., nei *serpenti*. Negli *uccelli* (e nei giovani cocodrilli) si estende, come già accennammo, lungo tutto il collo, come un organo lungo, a nastro e più o meno a lembi.

Nei *mammiferi*, finalmente, il timo, sviluppatissimo, giace per la sua massima estensione sul torace, immediatamente dietro lo sterno, dunque ventralmente riguardo al cuore ed ai grandi vasi in comunicazione con esso. Sporge solo con una porzione minima nella regione del collo, alla parte ventrale e laterale della trachea. L'epoca della sua atrofia varia assai secondo i diversi mammiferi e fu studiata nel modo più esatto nell'uomo. Verso la fine del secondo anno di età pare che il timo abbia raggiunto il suo massimo sviluppo, e d'allora in poi subisce una metamorfosi regressiva; peraltro, anche nell'età cadente si trovano dietro lo sterno talvolta dei residui grassi.

Circa la cosiddetta *glandola grassa* o del *letargo* degli insettivori, rosicanti e pipistrelli, embriologicamente non si sa quasi nulla. L'organo giace come una massa a lembi nella cavità toracica, dov'essa, p. es. nella marmotta, decorrendo avanti alle vertebre, giunge fino al diaframma; di qui si estende anche fino al collo, sotto la scapola e perfino sino al dorso.

Una uguale estensione possiede il timo nel sorcio campagnuolo, dove arriva fino alla regione mascellare; sviluppatissimo più che in altri animali è il timo dell'istrice.

Istologicamente si studiò poco in proposito; è certo soltanto che non si tratta di una vera glandola, ma probabilmente di un tessuto linfadenoido, ricco di grasso e ricchissimo di vasi sanguigni.

2) *Intestino anteriore in senso proprio.*

Pesci, dipneusti ed anfibi. Mentre nell' *Amphioxus* una parte dilatata del canale nutritivo può considerarsi come una specie di stomaco, manca essa nei *ciclostomi, dipneusti, chimere*, in alcuni *teleostei* e *salamandrinini*, dove il tubo nutritivo ha un lume uguale dappertutto e spesso un decorso perfettamente diritto. In tale caso vale come unico limite, visibile esternamente, tra intestino anteriore e medio, quel punto dove il condotto coledoco perfora la parete intestinale.

In altri pesci, come, p. es., negli *squali*, in tutti i *ganoidi*, in numerosi *teleostei*, nei *derotremi, salamandrinini* ed in tutti gli *anuri*, lo stomaco è più o meno dilatato a mo' di sacco, o anche piegato ad ansa, cosicchè si può distinguere in esso una parte discendente (fig. 222 *M*) ed un tubo pilorico che si piega all'indietro (*PR*). In generale, si adatta alla forma del corpo. Così, p. es., gli *anuri* e le *razze* hanno lo stomaco assai più esteso in larghezza che la maggior parte degli altri pesci e salamandrinini, e questa legge vale anche per i rettili (confr. fig. 223). Le più

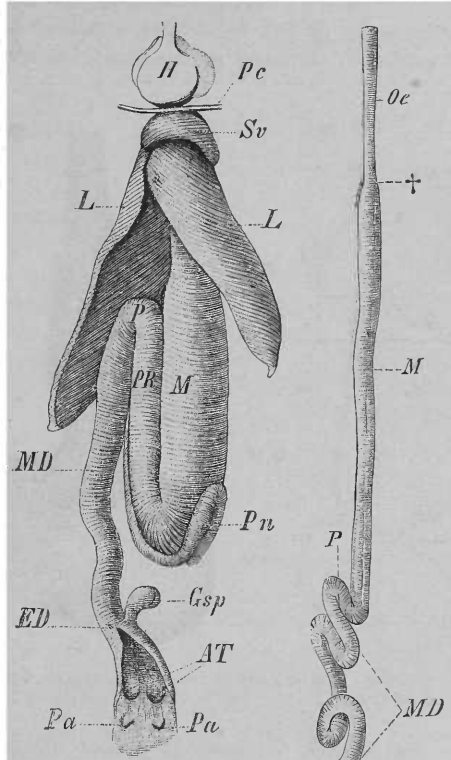


Fig. 222.

Fig. 222. — *Tratto intestinale di uno squalo.* *H* Cuore, *Pc* Pericardio tagliato trasversalmente. *Sv* Seno venoso, *L, L* I due lembi del fegato, allontanati l'uno dall'altro, cosicchè sono resi visibili lo stomaco (*M*), il tubo pilorico (*PR*), e la regione del piloro (*P*), *MD* Intestino medio, *ED* Intestino terminale, *Gsp* Glandola soprarrenale. *AT* Tasche anali, *Pa, Pa* Sbocchi dei pori addominali, *Mi* Milza.

Fig. 223. — *Tratto intestinale della Siren lacertina.* *Oe* Esofago, che è diviso dallo stomaco *M* mediante un solco †, *P* Regione del piloro, *MD* Intestino medio, *ED* Intestino terminale.

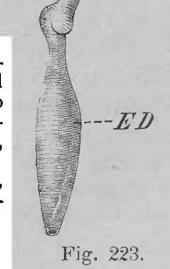


Fig. 223.

grandi variazioni nella forma ha lo stomaco dei teleostei. L'esofago è d'ordinario assai corto e non diviso nettamente dallo stomaco; peraltro, vi sono non rare eccezioni, come in alcuni *teleostei* e, tra gli anfibi, nella *Siren lacertina* (fig. 223 *Oe*).

Rettili. Qui, insieme ad un più accentuato differenziamento del collo, s'incontra anche un esofago più lungo, il quale è sempre nettamente

diviso dallo stomaco assai largo e formato d'ordinario a sacco (*coccodrilli*), o piegato ad ansa in modo da giacere trasversalmente (*cheloni*) (1). I serpenti, i sauri e le anfisbene hanno uno stomaco fusiforme, situato nell'asse longitudinale del corpo, e l'intero intestino anteriore è in essi capace di una straordinaria dilatazione in corrispondenza alla grande massa di cibo non masticato.

Uccelli. Corrispondentemente al cibo, alla maniera di vita ed alla mancanza di una dentatura, abbiamo qui una specie di divisione di lavoro, giacchè lo stomaco prima semplice (2), si divide in due sezioni: anteriore

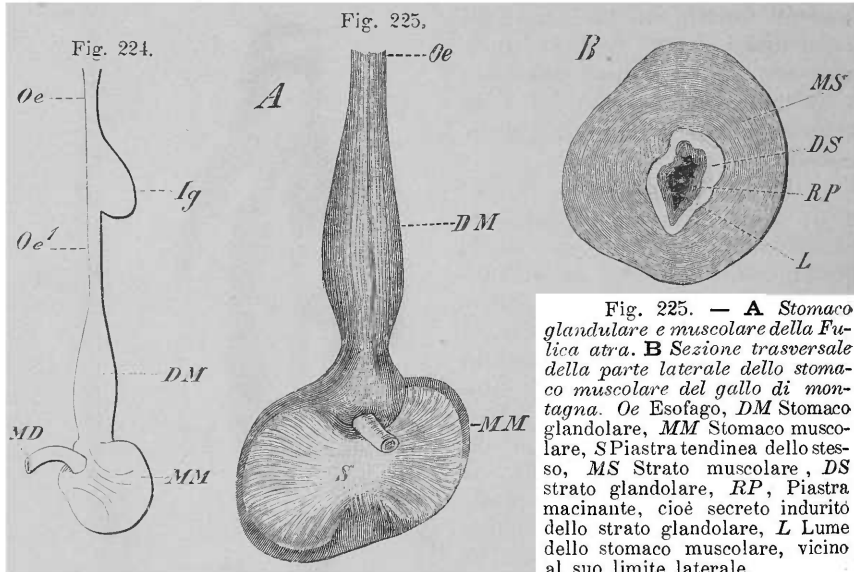


Fig. 224. — Esposizione schematica dell'intestino anteriore di un uccello. Oe, Oe' Esofago, Ig Ingluvie, DM Stomaco glandolare, MM stomaco muscolare, MD Intestino medio.

e posteriore. Soltanto la prima, la quale per la sua ricchezza di glandole vien detta *stomaco glandolare*, partecipa coi suoi secreti al chimismo della digestione (fig. 224 DM), la seconda invece (fig. 224 e 225, MM), alla cui faccia interna si trova lo *strato corneo* composto di un secreto glandolare indurito, agisce solo meccanicamente ed in corrispondenza a ciò possiede pareti muscolose, fornite di due dischi tendinei. Si chiama anche perciò *stomaco muscolare* e si può constatare che il suo sviluppo sta in proporzione diretta col grado di consistenza del relativo cibo. Nei *granivori* dobbiamo, dunque, aspettarci i più forti strati muscolari ed alla parete interna i più grossi strati cornei, mentre, andando dagl'*insettivori* fino ai *rapaci*, troviamo una continua diminuzione nei due strati suaccennati, cosicchè è sempre meno visibile la divisione del

(1) L'esofago delle tartarughe di mare è, come quello di alcuni uccelli, tappezzato da papille cornee.

(2) Nei coccodrilli alcuni fatti accennano ad uno stomaco complicato, che ricorda quello degli uccelli.

lavoro. Così anche nella serie degli uccelli attuali si può seguire il differenziamento percorso dall'organo nella filogenesi.

Debbo, finalmente, accennare a quella estroflessione dell'esofago degli uccelli che vien detto gozzo (ingluvie) (fig. 224 *Ig*). Si può distin-

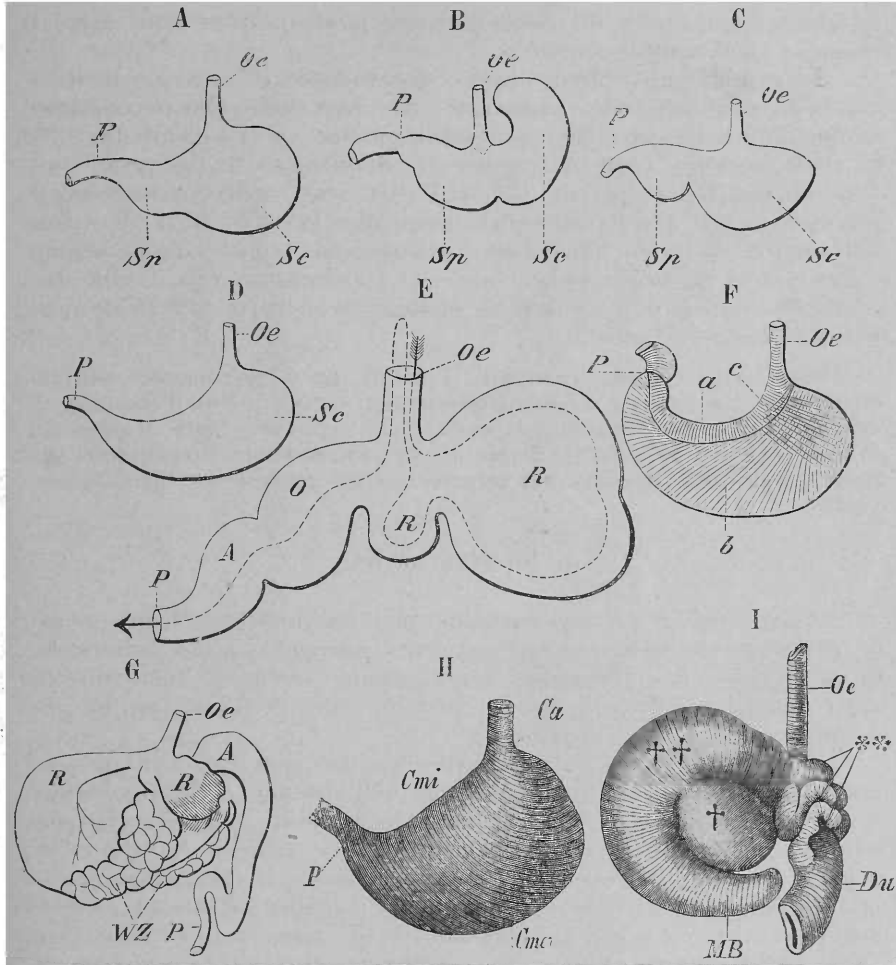


Fig. 226. — Diverse forme di stomaco di mammifero. **A** Cane, **B** *Mus decumanus*, **C** *Mus musculus*. **D** Donnaia, **E** Schema dello stomaco dei ruminanti; la freccia indica la strada percorsa dal cibo, **R, R** Rumine e reticolo, **O** Omaso, **A** Abomaso, **F** Stomaco umano visto dal di dentro, coi suoi muscoli *a, b, c*, **G** Stomaco del cammello. **RR** Rumine e reticolo, **A** Abomaso, **WZ** Cellule acquee, **H** Stomaco dell'Echidna hystrix, **Cmi** Curvatura minore, **Cma** Curvatura maggiore, **I** Stomaco del *Bradypus tridactylus*, †† Sezione corrispondente al rumine. † al reticolo dello stomaco dei ruminanti; il primo in **MB** disteso in sacco cieco, ** Estroflessioni del duodeno (*Du*). Fig. **G** da GEGENBAUR. *Oe* Esofago, *P* Pyloro, *S*: Sacco cardiaco, *Sp* Sacco pilorico, *Ca* Cardia.

guere un gozzo falso che serve da serbatoio per i cibi, da un gozzo vero che ha un'importanza chimica.

Mammiferi. Come negli uccelli, così abbiamo anche qui un eso-

fago diviso nettamente dallo stomaco e differenziato al suo principio in una faringe, retta da robusta muscolatura.

Lo stomaco, per l'influenza dei cibi, subisce molte modificazioni, di cui non v'ha traccia in alcuna altra classe di vertebrati. Di regola giace trasversalmente ed ha forma di sacco; in esso si può distinguere un *cardia* confinante coll'esofago ed una *parte pilorica* che segna il passaggio nell'intestino medio.

In generale, gli *erbivori* hanno uno stomaco più grande e di struttura più complicata che i *carnivori*; può aver delle celle o concamerazioni in numero variabile, così ne ha quattro nei ruminanti (fig. 226 E), dette *rumine*, *reticolo*, *omaso* (1) ed *abomaso*. I due primi servono da semplici recipienti, da cui il cibo risale nella cavità boccale, per esser qui di nuovo insalivato e masticato. Dopo di ciò, il cibo passa nell'*omaso* e da questo, finalmente, nell'*abomaso*, il quale ultimo soltanto è provvisto di glandole peptiche ed è da considerarsi come il solo *stomaco digerente* (confr. le frecce punteggiate nella fig. 226 E, le quali indicano la via del cibo).

Forse tutti i cetacei, eccettuati i *zifoidi*, hanno uno stomaco costituito da tre parti. La *prima* è un'estroffessione dell'esofago priva di glandole, la *seconda* corrisponde all'incirca al *cardia* di un *carnivoro*: è uno stomaco che produce pepsina. La *terza* si divide in più sottosezioni e corrisponde alla *parte pilorica* dello stomaco dei *carnivori*: le sue glandole sono glandole masticare.

3) *Intestino medio.*

Pesci. Come fu già accennato, nel tubo intestinale dei diversi gruppi di vertebrati si osservano i più svariati passaggi e gradi intermedi, da un decorso quasi rettilineo ad una grande ricchezza di circonvoluzioni; pure si può dire in genere che *gli erbivori hanno un tubo intestinale più lungo de' carnivori*.

A scopo d'aumento della superficie si trova già traccia di una piegatura longitudinale sporgente nel lume dell'intestino, nell'*Ammocoetes*; essa esiste anche nei *selaci*, *dipneusti* e *ganoidi*, ma in corrispondenza al suo decorso vien detta *piega spirale* (*valvola spirale*). Nel gruppo di pesci ultimamente accennato, subisce già una regressione, e negli altri vertebrati non si trova punto. Un'altra formazione caratteristica per l'intestino dei pesci e che ha lo stesso valore fisiologico, è data dalle numerose *appendici piloriche* che s'incontrano per la prima volta nei *ganoidi* e da essi si trasmettono in eredità a molti teleostei. Sono esse più o meno lunghe estroffessioni dell'intestino medio, spesso frastagliate a lembi digitiformi, le quali stanno dietro il piloro nella regione del condotto coledoco (fig. 227 e 228 Ap). Il loro numero va-

(1) Questo manca ad alcuni ruminanti, come ai *tilopodi* ed ai *moschilli*, i quali perciò hanno uno stomaco diviso solo in tre parti. L'*omaso* deve esser considerato filogeneticamente ed ontogeneticamente come l'ultimo prodotto di differenziamento nella lenta formazione dello stomaco dei ruminanti. Varia anche di forma ed assai anche nella struttura delle sue pareti; ha il volume più grande nel bue. Ontogeneticamente percorre i gradi di sviluppo più bassi dal punto di vista filogenetico.

ria da I (*Polypterus* e *Ammodytes*) a 191 (*Scomber scombrus*). Le appendici piloriche da una parte e la valvola spirale dall'altra, sembra stiano in nesso tra loro, solo in quanto la presenza delle une esclude la presenza dell'altra fino ad un certo punto.

Anfibi e rettili. Qui in un corpo sottile, come, p. es., nei *gimno-*

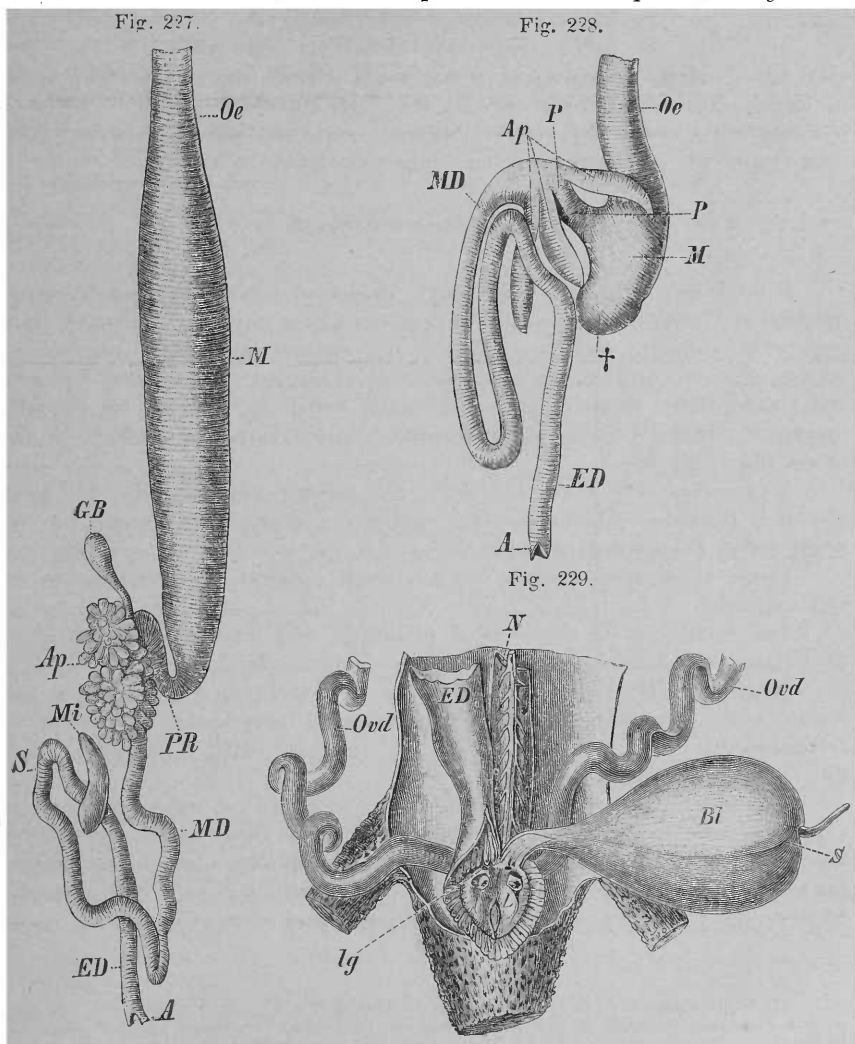


Fig. 227. — *Tratto intestinale del Lepidosteus.* Oe Esofago, M Stomaco, PR Tubo pilorico, GB Cistifellea, Ap Appendici piloriche, MD Intestino medio, S Ansa dell'intestino medio, da cui si sviluppa l'intestino terminale ED, A Ano, Mi Milza.

Fig. 228. — *Tratto intestinale del pesce persico.* Oe Esofago, M Stomaco, † Suo fondo cieco, P, P Breve tubo pilorico e regione pilorica, Ap Appendici piloriche, MD Intestino medio, ED Intestino terminale, A Ano.

Fig. 229. — *Sezione della cloaca della Salamandrina perspicillata femmina.* ED e Bi Intestino terminale e vescica urinaria, tagliate ambedue al punto di sbocco nella cloaca, S Solco della vescica, N Reni, lg Sbocco dei condotti di LEYDIG (ureteri), Ovd, Ovd Ovidotti che sboccano su due papille. A sinistra della piega mucosa L la papilla genitale.

fioni, anfibene, serpenti e sauri serpentiformi, si incontra un tubo intestinale solo leggermente ondulato, mentre in un corpo largo, negli *anuri, coccodrilli e tartarughe* il tubo intestinale si spiega in numerose anse. I *salamandrini* ed i *sauri* tengono il mezzo.

Uccelli e mammiferi. Qui l'intestino medio, più o meno avvolto, raggiunge per regola una considerevole lunghezza e varia, anche nella sua larghezza, più nelle forme domestiche che nelle selvatiche (1). Circa alla metà del suo decorso si trova negli uccelli una piccola formazione in foggia d'intestino cieco, che è il resto del *condotto vitello intestinale* o *diverticolo cieco del vitello*. Spesso, come nell'uomo, esistono differenze notevoli di lunghezza tra l'intestino fetale e l'adulto.

4) *Intestino terminale.*

L'intestino terminale, che negli *anamni* e nei *saurapsidi* sbocca insieme ai condotti urogenitali in una cavità comune, nella *cloaca*, ha in genere un decorso rettilineo (retto), e, cominciando dagli *anfibi* (od anche già da certi ganoidi e teleostei) si divide nettamente dall'intestino medio (2). Mostra, anche in molti rettili ed uccelli, un rigonfiamento a vescica, che per dimensione supera talvolta perfino lo stomaco (fig. 230 R).

L'estroffessione a vescica della sua parete ventrale che ha luogo già nel periodo embrionale, la così detta allantoide, diviene *in toto* negli anfibi la vescica urinaria.

Come si comporta quest'organo negli ammioti, vedremo in un altro capitolo.

Dai rettili in su abbiamo al principio dell'intestino terminale un insaccamento asimmetrico, chiamato *intestino cieco*.

Negli uccelli, l'intestino cieco ha di regola una disposizione pari e può anche sorpassare in lunghezza l'intestino principale (*lamellirostri, razzolatori, ratiti*). D'altra parte, si trovano tutti i possibili gradi, fino ad una completa atrofia.

Quando è assai esteso, l'intestino cieco sta ad ogni modo in un rapporto interessante colla digestione, giacchè rappresenta un ampliamento della superficie della mucosa; tale rapporto acquista un'importanza ancor maggiore quando, come, p. es., nello struzzo, nell'interno si forma una piegatura spirale formante più giri.

(1) Negli anidiaci, dove il tuorlo dopo l'uscita dall'uovo non è consumato, ma empira ancora l'addome in forma di una grossa vescica, l'intestino raggiunge appena assai tardi la lunghezza propria alla specie adulta, cresce, cioè, fino al termine dello sviluppo del giovane uccello.

Altrimenti succede nei nidiaci (specialmente nei passerini), dove la massa del vitello è consumata del tutto o quasi allo sbucciare dall'uovo. Qui l'intestino raggiunge la sua assoluta lunghezza già molto prima che i pulcini siano atti al volo: allora lo sviluppo dell'intestino si arresta. Lo stesso succede nel *Buteo vulgaris*. Dunque, l'intestino precede nello sviluppo il corpo tanto più, quanto più imperfetto è lo stato in cui l'uccello sbuccia dall'uovo (Gadow).

(2) In tutti i pesci, senza eccezione, lo sbocco dell'intestino retto sta sempre davanti al luogo di sbocco degli organi urogenitali. Tale rapporto, peraltro, si cambia già nei dipneusti.

Propria degli uccelli è la cosiddetta *borsa del Fabrizio*. Rappresenta essa una piccola formazione originatasi da un solido abbozzo epiteliale, la quale in seguito si incava a mo' di vescica e sta tra la colonna vertebrale e la parte posteriore dell'intestino terminale. Raggiunge allo indietro la parte più profonda della cloaca, nella quale sbocca sotto l'apertura urogenitale.

Di tale organo, fisiologicamente oscuro, si trovano resti più o meno visibili in alcune specie di uccelli.

Mammiferi. Qui l'intestino terminale, formato da un numero variabile di anse, raggiunge una grande lunghezza ed anche una larghezza notevole in confronto all'intestino medio e si distingue da questo, si per i caratteri suesposti che per gli *haustra* cui esso può formare. Soltanto la sua parte posteriore, abbassantesi nella cavità del bacino, il così detto intestino retto, corrisponde all'intestino terminale dei vertebrati inferiori; l'altra porzione, assai più lunga, è da considerarsi come un acquisto fatto dalla serie dei mammiferi, e si chiama *colon*. In esso poi, per es. nell'uomo, si possono distinguere varie parti.

Il diffusissimo intestino cieco varia anche qui assai, secondo il nutrimento, e nella forma e nella grandezza. È piccolissimo o manca del tutto nei *carnivori*, *denticeti*, *insettivori* e *chiroterti*, mentre negli *erbivori* può superare in lunghezza il corpo stesso. Tra il cieco ed il resto dell'intestino terminale, esiste un certo rapporto compensatorio. In certi casi (alcune scimmie, i roscanti, l'uomo) durante lo sviluppo dell'individuo una parte del cieco si atrofizza, cosicchè si può avere un *processo vermiforme*. Tale fatto dimostra la primitiva esistenza di un tubo intestinale più lungo.

Fra tutti i mammiferi, solo i *monotremi* ed in parte anche i *marsupiali* posseggono una *cloaca*. In tutti gli altri si ha una separazione dell'ano dall'apertura urogenitale.

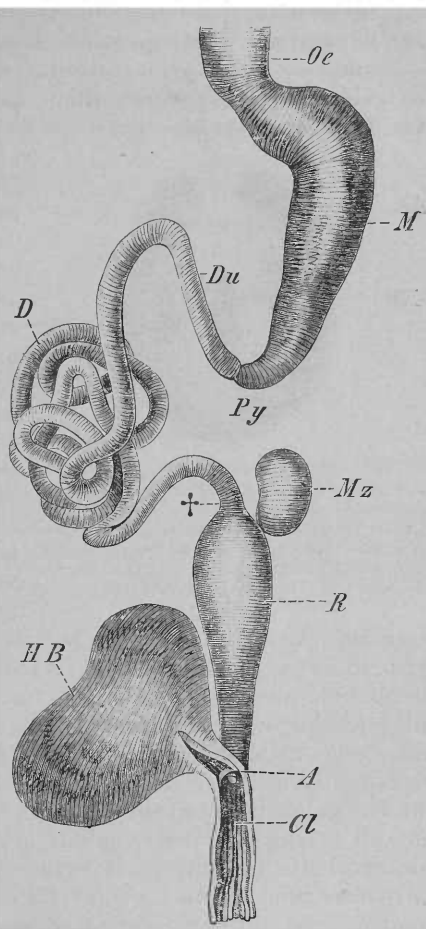


Fig. 230. — Tratto intestinale della *rana esculenta*. Oe Esofago, M Stomaco, Py Regione pilorica, Du Principio dell'intestino medio (duodeno), D Intestino medio, + Suo confine (valvola) verso l'intestino terminale (R), A Sbocco di questo nella cloaca Cl, HB Vescica urinaria, Mz Milza.

Istologia della mucosa intestinale.

Eccettuata l'apertura boccale e l'anale, dove si conserva d'ordinario il carattere epidermoidale dell'epitelio, è d'uopo considerare l'epitelio della mucosa intestinale costituito originariamente, cioè filogeneticamente, da cellule cilindriche vibratili o ameboidi. Ciò si osserva talvolta anche ontogeneticamente, anzi nei pesci inferiori, p. es. nell'*Amphioxus* e nei *petromizonti* (*Ammocoetes*), l'epitelio vibratile si mantiene durante tutta la vita.

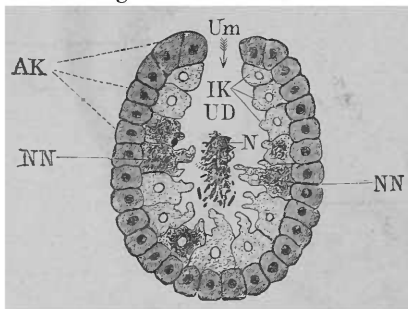


Fig. 231. — Schema del corpo dei celenterati. AK ed IK Foglietto germinativo esterno ed interno. Le cellule del foglietto interno mandano processi ameboidi ed in NN han preso particelle di cibo. UD Cavità intestinale primitiva, in cui si trova del cibo (N), Um Bocca primitiva.

Anche nell'intestino degli altri pesci, come pure dei dipneusti e degli anfibi, esso è più o meno diffuso; si trova, peraltro, solo in alcune regioni dell'intestino. Nel periodo postembrionale non ha molta importanza nei vertebrati superiori, cosicchè qui si può parlare di un comune epitelio cilindrico in genere. Alla superficie libera delle cellule si osserva, peraltro, un orlo striato, chè ha il valore dell'epitelio vibratile dapprima esistente, ed in certi vertebrati inferiori manda delle protrusioni contrattili, verso il lume intestinale (Wiedersheim).

Nell'attiva partecipazione dell'orlo cellulare libero al processo di assorbimento, giacchè si tratta evidentemente di un tale processo, dobbiamo riconoscere una eredità dagli animali invertebrati, e perciò rimando alla fig. 231, che rappresenta lo schema del corpo di un celenterato, dove le cellule endodermiche NN che tappezzano il celoma (UD) (Archenteron o cavità intestinale primitiva) assorbono delle particelle di cibo N mediante la protrusione di pseudopodi. Confrontisi cogli epiteli intestinali $E^1 E^1$ di un vertebrato inferiore nella fig. 232 A, dove gli epiteli sono anche in movimento alla loro estremità libera, e colle stesse cellule a e b della fig. 232 B, disegnate con più forte ingrandimento.

È evidentemente dimostrato che, oltre agli epiteli, anche i leucociti (*fagociti*) partecipano in modo attivo alla introduzione degli alimenti. I leucociti si trovano o isolati o agglomerati in masse sferiche o nastriformi (*follicoli*, *mucchi di Peyer*) nella submucosa, o anche (in seguito all'emigrazione dell'epitelio della mucosa) nel lume dell'intestino (fig. 232).

Nell'*Amphioxus*, nei *ciclostomi* e *dipneusti* dobbiamo rappresentarci come secernente l'intera mucosa intestinale; ogni singola cellula epiteliale è una piccola glandola. Questo stadio indifferente si modifica già nei selaci, dove nello stomaco grossi gruppi di cellule si fondono in glandole tubulari. Il carattere delle cellule si mantiene ancora unitario o assai poco variabile, si nel fondo che nel collo della glandola. Ma già nei ganoidi e nei teleostei questa differenza si accentua, dietro le ricerche di Leidig e di Cattaneo, e quest'ultimo ha dimostrato

in maniera indiscutibile, con istudi chimico-fisiologici, la capacità di quelle glandole di produrre *pepsina*. Non si può, peraltro, parlare ancora di cellule *delomorfe* ed *adelomorfe*, e nemmeno gli anfibì e i

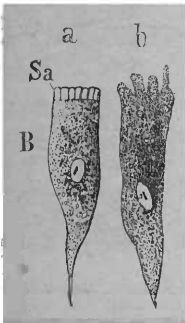
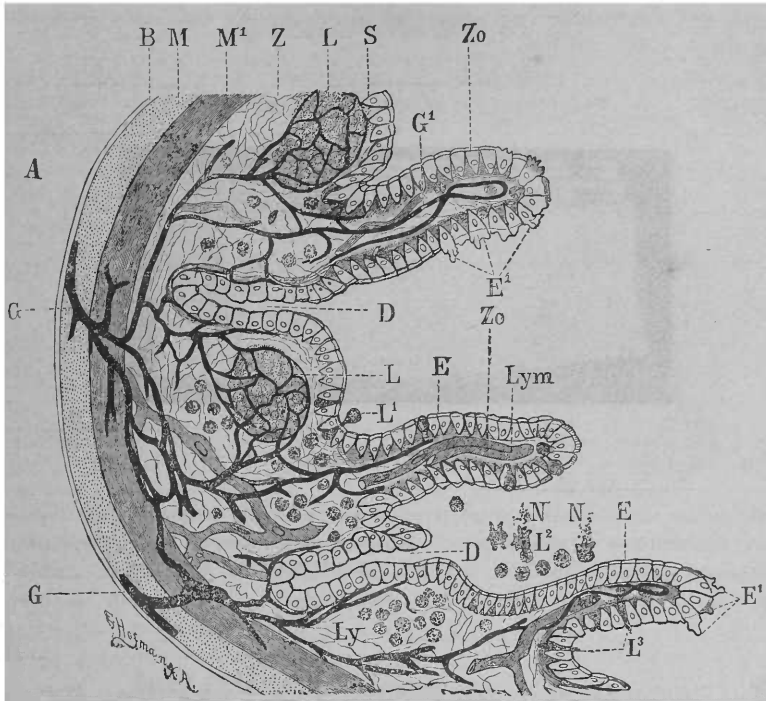


Fig. 232. — **A** Sezione trasversale di un pezzo della parete dell'intestino, in parte schematica. Lo strato intermedio, cioè la submucosa e la mucosa, è disegnato appositamente più largo in confronto agli strati intestinali esterni. A sinistra della figura si suppone la cavità del corpo, a destra la cavità intestinale. **B** Rivestimento peritoneale dell'intestino, **M** Strato di muscolatura longitudinale, **M'** Strato di muscolatura circolare, **Z** Strato intermedio, **S** Mucosa che in **Zo**, **Zo** si solleva in villi, **G**, **G** Vasi i cui rami più grandi decorrono tra il peritoneo e lo strato muscolare. I vasi più fini si ramificano nello strato intermedio, circuiscono colà i pacchetti di cellule linfatiche (**L**, **L**) e le glandole, e mandano delle piccole anse (in **G'**) nei villi. **DD**, Imboccature delle glandole, **E**, **E** Cellule epiteliali della mucosa col loro orlo, il quale in **E'** manifesta un movimento ameboide. — Le stesse cellule sono disegnate nella fig. 232 **B**, **a**, **b** con un ingrandimento più forte, **Sa** Orlo a bastoncini. — **Ly** Cellule linfatiche sparse nello strato intermedio, **LL'**, **L'** Cellule linfatiche che emigrano attraverso la mucosa, in **L'** parecchie son già arrivate nella cavità intestinale e cominciano ad impossessarsi, con movimenti ameboidi, delle particelle di cibo **N**, **N** colà trovantisì, **Lym** Vasi linfatici nei villi intestinali.

rettili lasciano ancora scorgere un simile differenziamento nell'epitelio dello stomaco. Si tratta solo di progenitrici di quelle cellule (Maria Sacchi), le quali sono tipicamente formate appena nei mammiferi.

Nell'intestino dei mammiferi hanno una grande importanza le formazioni tubulose conosciute sotto il nome di *glandole di Lieberkühn*; vicino ad esse v'hanno anche glandole mucipare di carattere acinoso, e

dappertutto sonvi delle cellule caliciformi sparse. Specialmente ricco di glandole è l'intestino degli *uccelli* e dei *mammiferi* (1).

Già prima, nella introduzione, ho detto l'essenziale sulla stratificazione della parete intestinale; ora dirò più minutamente solo sulla formazione di piegature della mucosa.

Riguardo a tali formazioni si riscontrano spesso parallelismi fra l'ontogenesi e la filogenesi. Le pieghe longitudinali sono da considerarsi

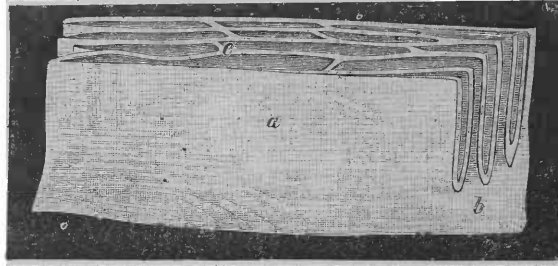


Fig. 233. — Un tratto dell'intestino dei teleostei colle lunghe e sottili cripte. Da EDINGER. *a* Regione longitudinale, *b* trasversale, *c* Faccia interna.

sempre come disposizioni primitive, cooperanti all'ampliamento della superficie secernente e assorbente. Un grado superiore è rappresentato già dalla piega spirale, che si riscontra nell'intestino dei selaci, ganoidi e dipnoi. Nei primi, e ciò vale anche per numerosi altri pesci, si osserva

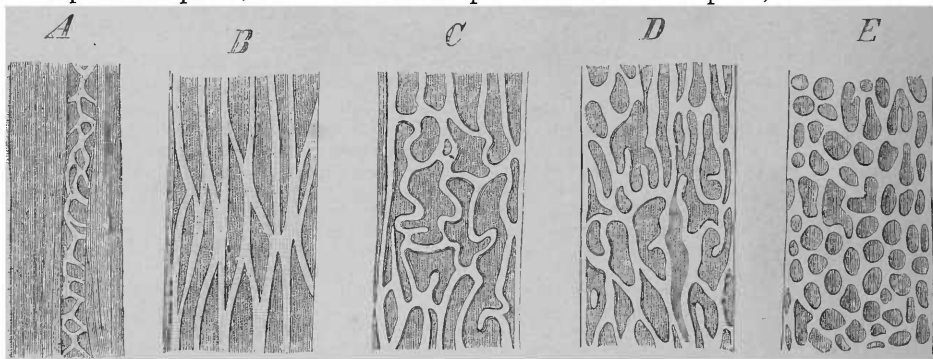


Fig. 234. — Taglio della superficie dell'intestino dei pesci per dimostrare il passaggio dei seni longitudinali nelle cripte rotonde. Semischematiche. Da EDINGER. *A* del *Petromyzon*, colla piegatura spirale ben accentuata, *B* di un selaco, *C-E* di diversi teleostei.

un progresso in ciò, che quelle pieghe longitudinali sono unite tra loro (fig. 233) da pieghe trasversali, colla contemporanea produzione di cripte di diversa profondità e forma.

Questi infossamenti (cripte) che giacciono in tale sistema di pieghe

(1) Sta, dunque, in diretta opposizione all'intestino dei ciclostomi e dei dipneasti, privo di glandole, pel quale abbisogna una severa analisi da parte della chimica fisiologica. La formazione di pepsina si può, intanto, escludere con certezza.

a rete o a grata, si pronunziano sempre più, e così si originano le suaccennate glandole tubulari del canale intestinale (*glandole peptiche* e *glandole di Lieberkühn*).

Villi intestinali propri, appena accennati e rari nei pesci, si trovano, invece, bene sviluppati negli anfibi, specialmente negli acaudati; accanto ai villi persistono tutte le possibili formazioni di pieghe ondeggiate o a zig-zag; ciò vale anche per i *sauropsidi* e per i *mammiferi*.

Le formazioni dei mammiferi e dell'uomo, note sotto il nome di *glandole conniventi di Kerkring*, si trovano già anche negli *uccelli* e specialmente nello struzzo.

L'intestino degli uccelli, oltre alle pieghe, possiede anche numerosi villi; sono benissimo sviluppati nel duodeno: peraltro, si prolungano anche fino nell'intestino terminale.

Più sviluppati che in qualsiasi altro luogo sono i villi intestinali nei mammiferi, e qui si trova anche rigoglioso, specie nell'intestino terminale, un sistema di piegature trasversali; le pieghe longitudinali, invece, sono rare. La mucosa dello stomaco è sollevata in pieghe retiformi o presenta la struttura complicata dello stomaco dei ruminanti (1).

Organi appendicolari del canale intestinale.

Fegato.

Il fegato, che si adatta sempre esattamente alla forma del corpo e che ricopre più o meno il tratto intestinale, specialmente dalla parte ventrale, si trova in ogni vertebrato (*Amphioxus?*). Negli *anamni* (p. es. nei ganoidi ed ictiodi) è di regola più voluminoso che negli amnioti. Gli animali *carnivori* (nutrentisi di grasso) hanno ordinariamente un fegato più grande degli *erbivori*.

L'organo è sempre attaccato al corpo mediante una duplicatura del peritoneo (2) e varia assai per numero e forma dei lobi. Si può ammettere come forma basica quella a due lobi (ciclostomi), ed a questa deve ricondursi il fegato di tutti i vertebrati. Si origina sempre dal principio dell'intestino medio, e si trasforma in un grande apparecchio glandolare, vascoloso, che in prima linea produce la bile e che sta unito al lume intestinale mediante uno o più condotti evacuatori (*dotto colodoco*, oppure *dotto epato-enterico*).

(1) Con grande regolarità si trovano nella sostanza adenoide dei villi di tutti i vertebrati dei muscoli paralleli all'asse longitudinale, e che aderiscono alla parete endoteliale dei vasi chiliferi giacenti nei villi. Mediante questi muscoli i villi si possono contrarre, mentre la loro estensione va attribuita alla pressione del sangue e all'epitelio (dunque, a forze elastiche), ed anzitutto alla contrazione peristaltica della muscolatura intestinale. Tali movimenti dei villi stanno in un nesso interessante colla circolazione del chilo e coll'assorbimento nei villi stessi (SPEE).

(2) Nei *monitori* e nei *varanidi* una speciale piega del peritoneo, che parte dalla linea mediana dorsale, avvolge come un sacco i visceri addominali ed il fegato. Al lato ventrale termina liberamente ed isola così gli organi addominali dal cuore e dai polmoni. In tale formazione ravvisiamo il principio della divisione del *Celoma* in due spazii, i quali si trovano poi meglio formati nei *sauropsidi* superiori (coccodrilli ed uccelli) (BEDDARD).

Una cistifellea può esservi o anche mancare; nel primo caso è unita mediante il dotto cistico al sistema dei condotti coledochi, i quali soggiacciono alle più svariate modificazioni.

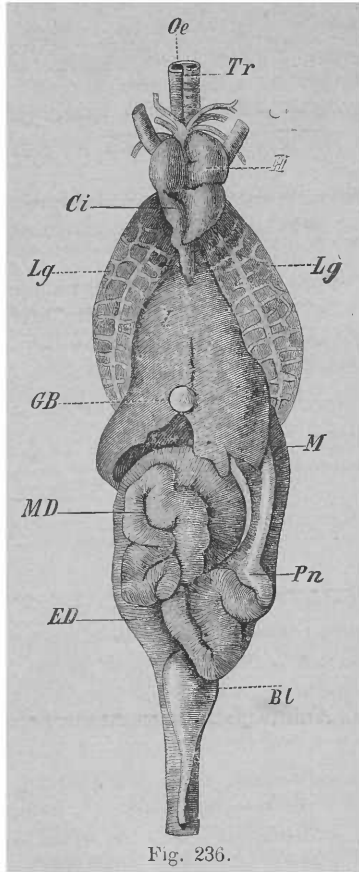


Fig. 236.

Di regola escono dal fegato uno o due condotti epatici, e si uniscono in un condotto epato-enterico, che sbocca al principio dell'intestino medio. Durante il suo decorso può unirsi ad esso il dotto cistico

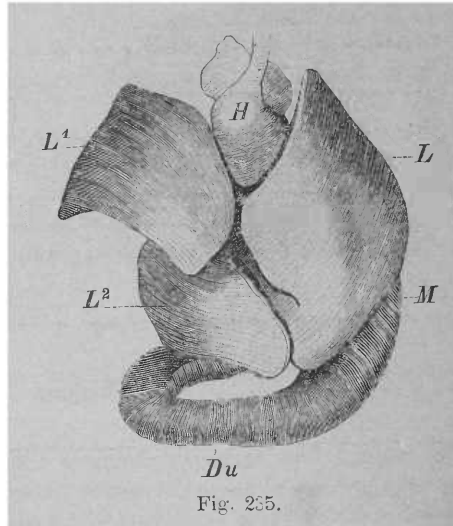


Fig. 235.

Fig. 235. — Fegato della *Rana esculenta*, eduto dalla parte ventrale. *L*, *L*¹, *L*² Diversi lobi del fegato, *M* Stomaco, *D* Duodeno, *H* Cuore.

Fig. 236. — Posizione dei visceri nella *Lacerta agilis*. *Oe* Esofago, *M* Stomaco, *MD* Intestino medio, *ED* Intestino terminale, *L* Fegato, *GB* Cistifellea, *Pn* Pancreas, *Bl* Vescica urinaria, *H* Cuore, *Ci* Vena cava inferiore, *Tr* Trachea.

che viene dalla cistifellea, ed allora la porzione del dotto epato-enterico,

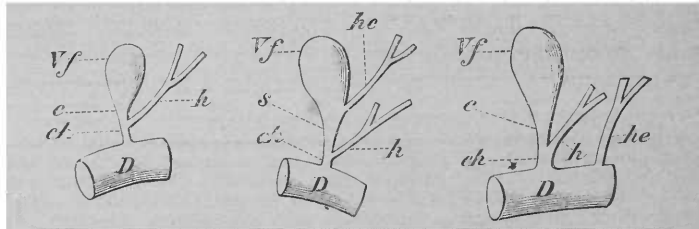


Fig. 237. — A, B, C. Diverse modificazioni del sistema coledoco. *D* Duodeno, *Vf* Cistifellea, *c* ed *s* Dotto cistico, *h* Dotto epatico, *ch* Dotto coledoco, *hc* Dotto epato-cistico, *he* Dotto epato-enterico.

situata tra il punto di sbocco e l'intestino, viene detta *condotto coledoco* (*mixinoidi*, *gimnofioni*, *la maggior parte dei mammiferi*, l'uomo).

In altri casi il numero dei dotti epatici è ancor più grande e possono unirsi a rete, sia tra loro, sia col dotto cistico od anche terminare in diversi punti nel condotto *epato-enterico*. Così succede, p. es., negli anuri e specialmente nella *Rana esculenta*. La stessissima cosa vale per la *Lacerta* ed in ambedue i casi il dotto coledoco può perforare la sostanza del pancreas ed unire in sé il condotto *wirsungiano*, cosicchè ambedue terminano con una apertura comune su una papilla o plica dell'intestino.

Oltre al dotto coledoco, possono esservi anche propri condotti *epato-cistici* ed *epato-enterici*, i quali ultimi perforano a parte l'intestino; così, p. es., in alcuni pesci può anche esistere un condotto *cistico-enterico*, il quale va direttamente dalla cisti nell'intestino, ecc.

Pancreas.

Anche questo organo nasce, come fu già accennato, dal principio dell'intestino medio: giace, dunque, ordinariamente vicino al fegato. Il punto d'uscita dall'intestino corrisponde allo sbocco del condotto *pancreatico* o *wirsungiano*, che si forma più tardi. Esso attraversa l'intero organo, prendendo da ogni parte condotti secondari dalle masse glandolari lobate.

Fatta eccezione per pochi pesci (ciclostomi ed alcuni teleostei) e per i dipneusti, il pancreas si trova in tutti i vertebrati. Variando assai per forma, posizione e grandezza, si presenta ora come un organo semplice, nastriforme, ora come un organo più o meno lobato. Spesso il suo condotto si unisce a quello del fegato, oppure esistono parecchi condotti indipendenti che terminano nell'intestino medio.

Bibliografia.

- Beard J. *The Teeth of Myxinoïd Fishes*. Anatom. Anz. III Anno, 1888.
 Born G. *Ueber die Derivate der embryonalen Schlundbogen*, ecc. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XXII, 1883.
 Van Bemmelen J. F. *Beiträge zur Kenntniss der Halsgegend bei Reptilien*. I. Anatom. Theil. Amsterdam, 1888. (Vedi anche i suoi articoli nel Zoolog. Anz. IX Annata, 1886).
 Idem. *Over den oorsprong van de voorste ledematen en de tongspieren bij Reptilien*. K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, seduta del 30 giugno 1888.
 Cattaneo G. *Istologia e sviluppo dell'apparato gastrico degli uccelli*. Mil. no, 1884.
 Idem. *Istologia e sviluppo del tubo digerente dei pesci*. Milano, 1886.
 Idem. *Sull'esistenza delle glandule gastriche nell'Acipenser sturio e nella Tinca vulgaris*. Rend. Istit. lomb. Vol. XIX, 1886 (Vedi anche i lavori di questo autore nel Bollet. scientif. N. 1, 3 e 4. Pavia, 1886).
 Cazin M. *L'appareil gastrique des Oiseaux*, Annal. des sciences zoologiques. T. IV. Paris, 1888.
 Cope E. D. *The mechanical Origin of the Sectorial Teeth of the Carnivora*. Proceed. of the Americ. Assoc. for the Advancement of Science. Vol. XXXVI. New York Meeting, August 1887.
 Dohrn A. *Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers*. Mitthl. aus d. zool. Station zu Neapel, Vol. V, fascie. I.
 Edinger L. *Ueber die Schleimhaut des Fischdarmes*, ecc. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XIII, 1887.

- Ludwig Ferdinand, königl. Prinz. v. Bayern. *Zur Anatomie der Zunge*. Eine vergleichend-anatomische Studie. München, 1884.
- Idem. *Ueber Endorgane der sensiblen Nerven in der Zunge der Spechte* Sitzungsberichte d. k. bayr. Acad. d. Wiss. 1884, fascic. I.
- Gadow H. *Versuch einer vergl. Anatomie des Verdauungssystemes der Vögel*. Jenaische Zeitschr. Vol. XIII, N. F. VI.
- Hensel R. *Ueber Homologien und Varianten in den Zahnformen einiger Säugthier.* Morphol. Jahrb. Vol. V, 1879.
- Hertwig O. *Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XI, 1874.
- Julin Ch. *Quelle est la valeur morphologique du corps thyroïde des Vertébrés?* Bull. Acad. royale de Belgique. Tomo III, 1887.
- Leydig F. *Ueber die Kopfdrüsen einheimischer Ophidier* Arch. f. mikr. Anat. Vol. IX, 1873.
- Maurer F. *Schilddrüse und Thymus der Teleostier* Morph. Jahrb. Vol. XI, 1885.
- De Meuron P. *Rech. sur le développement du thymus et de la glande thyroïde* Inaug. Diss. Genève, 1886.
- Minot Ch. S. *Studies of the tongue*. Anniversary memoirs of the Boston Society of natural history. Boston, 1880.
- Postma G. *Bijdrage tot de Kennis van den Bouw von het Darmcanaal der Vogels*. Inaug. Diss. Leyden, 1887.
- Poulton E. *The True Teeth and the Horny Plates of Ornithorhynchus*. Quart. Journ. Microsc. Science. Vol XXIX, N. S. 1888.
- Rathke H. *Zur Anatomie der Fische*. Arch. f. Anat. und Physiol, 1837.
- Reichel P. *Beitrag zur Morphologie der Mundhöhlendrüsen der Wirbelthiere*. Morphol. Jahrb. Bd. VIII, 1882.
- Sacchi Maria. *Contrib. all'istologia ed embriologia dell'apparecchio digerente dei batraci e dei rettili*. Atti della Società italiana di scienze naturali, Vol. XXIX. Milano, 1886.
- Idem. *Sulla morfologia delle glandole intestinali dei vertebrati*. Bollet. scientif. N.º 2. Pavia, 1886.
- Stieda L. *Unters. über die Glandula thymus, thyreoidea und carotica*. Leipzig, 1881.
- Tomes Ch. *Die Anatomie der Zähne des Menschen und der Wirbelthiere*. Traduz. tedesca di Holländer. Berlin, 1877.
- Watney H. *The minute anatomy of the Thymus*. Philos. Trans. Royal Soc. P III, 1882.
- Wenkebach K. F. *De Ontwikkeling en de Bouw der Bursa Fabricii*. Inaug. Diss. Utrecht, 1888.
- Wiedersheim R. *Die feineren Strukturverhältnisse der Drüsen im Muskelmagen der Vögel*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. VIII, 1872.
- Idem. *Ueber die mechan. Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut*. Freiburger Festschrift zur 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, 1883.
- Wülfiler A. *Ueber die Entwicklung der Schilddrüse*. Berlin, 1880.
- Idem. *Schilddrüse, Thymus und Kiemenreste bei Amphibien*. Ibid. Vol. XIII, 1887.

I. Organi della respirazione.

Gli organi respiratori dei vertebrati sono strettamente collegati al tubo intestinale, si in rapporto topografico che genetico, e si dividono in *branchie* e *polmoni*. Le prime, come organi fleticamente più vecchi, servono per la respirazione nell'acqua, e stanno nella regione dell'intestino boccale, ossia rispettivamente degli archi viscerali o branchiali; gli ultimi rappresentano delle estroflessioni pari e sacciformi dell'intestino anteriore, giacciono nella cavità del corpo e servono per la respirazione nell'aria. È possibile che anche i polmoni sieno da considerarsi filogeneticamente come un paio posteriore di tasche branchiali,

che si sviluppano volgendosi verso il *celoma*, senza passar oltre la pelle esterna.

Ambedue gli apparecchi possono svilupparsi uno accanto l'altro nello stesso animale, ma solo *uno di essi* entra in funzione (eccettuati i *dipneusti* e forse la *sirena* tra gli ictiodi), cosicchè si escludono a vicenda nel rapporto fisiologico. Sono decisivi i rapporti colla circolazione, poichè una respirazione può aver luogo solo quando i vasi *venosi*, carichi, cioè, di acido carbonico, vengono in tal modo a contatto col medio ambiente, che quel gas venga eliminato e sostituito da un altro, dall'ossigeno, il quale vien poi condotto all'organismo da una corrente di sangue arterioso.

Finchè non sieno soddisfatte tali condizioni per l'ossidazione del sangue, non si può parlare di un organo della respirazione. Alludo alla vescica natatoria dei pesci, la quale, sebbene si sviluppi anch'essa come i polmoni, da una estroflessione dell'intestino anteriore, pure in nessun periodo della vita presenta quei rapporti di circolazione. Riceve solo sangue arterioso dall'orta a cede del sangue venoso; perciò essa è un polmone solo in senso morfologico e non in senso fisiologico.

I. Branchie.

Esse rappresentano, come fu già detto più volte, una serie di estroflessioni dell'intestino anteriore primitivo, disposte *bilateralmente*, giacenti una dietro l'altra, e che raggiungono lo scopo di aumentare la superficie respiratoria. Così si crea una via di passaggio per l'acqua che entra dalla bocca, e, per assorbire nella maniera più estesa l'ossigeno unito ad essa, si osserva nella regione di quelle aperture la tendenza di sviluppare dei processi filiformi od a foglia, riccamente vascolarizzati, cioè le *branchie*. Esse si dividono, secondo la posizione, in *interne* ed *esterne*.

Mentre nei pesci le branchie funzionano per tutta la vita, ciò succede solo per una piccola parte degli anfibi, per gli ictiodi; tutti gli altri percorrono soltanto nella loro giovinezza uno stadio branchiale e poi respirano con polmoni, cosicchè nello studio di questo gruppo di animali si ha una immagine eccellente dello sviluppo filetico, che una volta devono aver percorso tutti i vertebrati superiori.

Col gruppo degli anfibi cessa per sempre la comparsa di branchie funzionanti. Quale potente fattore rappresenti la respirazione branchiale nella organizzazione del corpo animale, e come essa vi abbia preso piede in spazi di tempo di una durata immensurabile, lo dimostra la circostanza che essa trova la sua manifestazione morfologica nella presenza sia di *tasche* o *solchi* (1) o *archi branchiali*, sia nell'ordinamento del sistema vascolare. Noi possiamo quindi con piena sicurezza ammettere l'assioma, che anche gli amnioti nel loro sviluppo filogenetico devono aver percorso uno stadio, in cui respiravano con branchie.

(1) Il termine *solchi branchiali* si riferisce all'uomo ed a molti mammiferi, giacchè qui non si ha una formazione di fessure tra entoderma ed ectoderma. Ciò può aver luogo solo eccezionalmente, p. es. nell'embrione del bue e della pecora.

Nei *cheloni*, *sauri* (1), *ofidi* ed *uccelli* si trovano ancora cinque tasche branchiali, ma qua e colà, p. es. nelle *lucerte*, si aprono solo le tre anteriori, la quarta solo eccezionalmente, la quinta mai. Così succede negli uccelli, dove, del resto, anche il terzo paio si apre solo eccezionalmente al di fuori, mentre il quarto ed il quinto (che si trovano incostanti) non si aprono mai (van Bemmelen). Nei *mammiferi* si trovano ancora tasche branchiali, e qui, come dappertutto, quelle che stanno più all'indietro hanno un carattere rudimentale, fatto che trova un parallelismo coll'apparecchio branchiale degli *anamni*. Così, dunque, tanto nella filogenia che nell'ontogenia, si osserva una riduzione progrediente, in direzione prossimale, delle fessure e degli archi branchiali.

Pesci.

Nell'*Amphioxus* la cavità branchiale è divisa dalla cavità boccale mediante una piega mucosa, in cui si sviluppa un muscolo. La camera respiratoria, appoggiata a numerosi bastoncini elastici, che stanno sotto l'azione di muscoli, si estende all'indietro fin quasi alla metà del corpo. In un certo periodo dello sviluppo le 80 o 100 fessure branchiali sboccano libere all'infuori, ma più tardi vengono ricoperte da due piegature cutanee laterali, cosicchè si forma uno spazio peribranchiale. Di qui l'acqua espirata viene condotta all'indietro ed espulsa da un'apertura posta dietro la metà del corpo e detta *poro addominale* o, come più esattamente dovrebbe chiamarsi, *poro branchiale* (confr. il capitolo che tratta dei *pori addominali*).

Questa estensione dell'apparecchio branchiale su una grandissima porzione del corpo, indicante uno stadio assai primitivo, subisce una notevole limitazione già nei *ciclostomi*. Dobbiamo, anzitutto, considerare lo *Ammocoetes*.

Qui l'esofago sta sul diretto prolungamento posteriore della cavità branchiale (fig. 239 A), ed all'imboccatura di questa si trova una plica muscolare della mucosa (fig. 240 V), il cosiddetto *velo*. Le sette (2) fessure branchiali dell'*Ammocoetes*, fornite di pliche mucose a foglia, persistono anche nel *Petromyzon*, ma qui il sacco branchiale viene chiuso all'indietro, mentre il tubo intestinale si sviluppa allo innanzi, formando una bocca succhiante. Perciò dall'intestino boccale si entra in due cavi, in un sacco branchiale che giace al lato ventrale e nell'esofago che sta al lato dorsale (fig. 239 B).

Mentre nei petromizonti i singoli condotti branchiali sboccano liberi al difuori, questo non è il caso della mixine: qui è subentrata una modificazione in quel rapporto primitivo, giacchè i condotti branchiali esterni si sono sviluppati in lunghi canali, che da ogni parte si fondono in un lungo canale comune. Questo sbocca molto all'indietro dell'apparecchio branchiale nella parte ventrale dell'animale.

Dai *selaci* in poi le branchie entrano in rapporti più intimi cogli archi viscerali, poichè in forma di spesse foglie, ordinate a pettine,

(1) La *Lacerta vivipara* presenta anche la disposizione di una *sesta* fessura branchiale.

(2) Nell'*Ammocoetes* si trovano originariamente *otto* fessure branchiali, ma il primo paio, da cui nasce il foro sprizzante (*spiracolo*) dei pesci superiori, si atrofizza senza lasciar traccia.

aderiscono immediatamente alla loro parte convessa (fig. 241). Sono per di più aderenti ad ambedue le parti dei setti che dividono tra loro le singole tasche branchiali, e così ogni setto porta dei foglietti branchiali tanto alla sua superficie anteriore che alla posteriore.

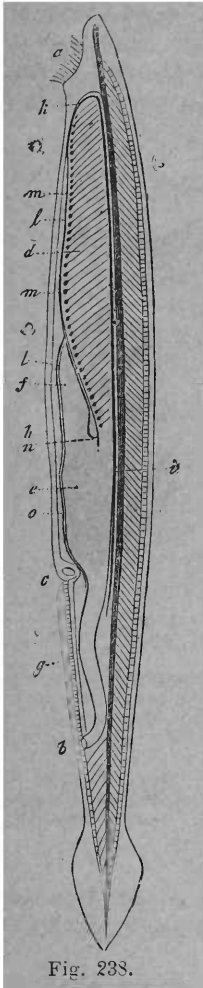


Fig. 238.

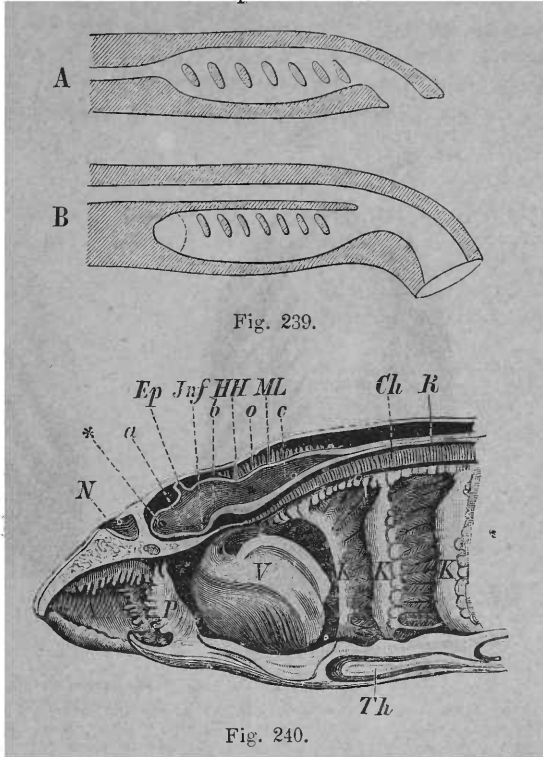


Fig. 239.

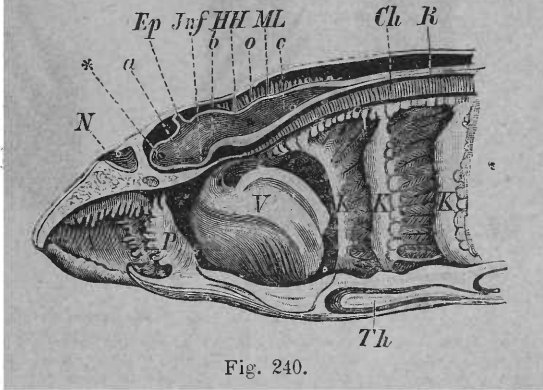


Fig. 240.

Fig. 238. — *Amphyozus lanceolatus*, ingrandito 2 volte e mezzo. Da GEGENBAUR secondo QUATREFAGES. *a* Apertura boccale circondata da cirri, *b* Apertura anale, *c* Foro branchiale, *d* Sacco branchiale, *e* Regione dell' intestino in forma di stomaco, *f* Sacco cieco, *g* Intestino terminale, *h* Cavità generale del corpo, *i* Corda dorsale, sotto l'aorta, *k* Arco dell'aorta, *l* Cuore dell'aorta, *m* Rigonfiamento delle arterie branchiali, *n* Cuore delle vene cave, *o* Cuore della vena porta.

Fig. 239. — Taglio longitudinale del capo dell' *Ammocoetes* (A) e del *Petromyzon* (B). Schema.

Fig. 240. — Taglio longitudinale del capo dell' *Ammocoetes*. V Velo, P Papille della mucosa, K K K le tre prime branchie, Th, Gl. tiroidea, N Sacco nasale, * Entrata nel bulbo olfattorio della cavità (*a*) del cervello anteriore, Ep Epifisi, Inf Infundibolo, HH Cervello posteriore, ML Midollo allungato, *b*, *c* Cavità di queste parti del cervello, *o* Spazio subdurale, Ch Corda dorsale, R Midollo spinale.

Di regola nei selaci esistono cinque fessure branchiali, ma le forme più primitive, i *notidanidi*, ne hanno anche 6 o 7, e, dacchè tanto il foro sprizzante quanto certe estroflessioni a tasca della mucosa che si trovano al confine posteriore dell'apparecchio branchiale (confr. i corpi soprapericardiali accennati parlando della tiroidea, van Bemmelen),

hanno lo stesso valore morfologico, da ciò risulta che l'apparecchio branchiale dei selaci doveva prima possedere un'estensione molto maggiore.

Mentre le tasche branchiali dei selaci terminano ciascuna con una apertura propria, dai *ganoidi* in poi non vi sono più tasche branchiali separate. Procedendo, dunque, verso il di fuori si arriva, attraverso alle fessure branchiali interne (faringee) e al di là dei foglietti branchiali in una cavità branchiale comune, la quale è talmente ricoperta dall'o-

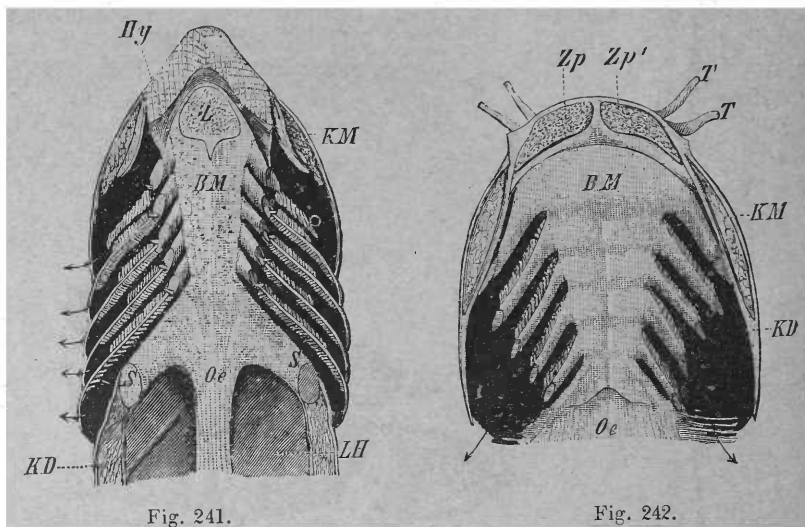


Fig. 241. — *Taglio della superficie di una testa di selacio.* Semischematico. Si vede il fondo della cavità boccale. *Km* Muscolatura mascellare, *Z* Lingua, *Hy* Arco ioideo, tagliato; al di dietro stanno cinque veri archi branchiali, pure tagliati. *Bm* Mucosa della bocca, *Oe* Esofago, *S, S* Cingolo toracico, pure in sezione, *LH* Cavità del corpo. Le frecce indicano gli sbocchi delle cinque tasche branchiali.

Fig. 242. — *Taglio della superficie della testa del Silurus glanis.* Semischematico. *TT* Tentacoli, *Zp, Zp'* Piastre dentali della mascella inferiore, *Bm* Mucosa della bocca, *Oe* Esofago, *Km* Muscolatura mascellare. *KD* Opercolo branchiale, dietro cui (vicino alla freccia) sbocca l'intera cavità branchiale.

percolo branchiale e dalla membrana branchiostega (confr. lo scheletro della stessa), che rimane un'unica apertura d'uscita per la cavità delle branchie (fig. 242).

Di regola i *teleostei* (1) ed i *ganoidi* hanno soltanto quattro archi viscerali forniti di branchie. Che, peraltro, tutti questi pesci, come i selaci, debbano aver avuto in periodi anteriori un apparecchio branchiale assai più riccamente sviluppato, lo dimostra la *pseudobranchia* rudimentale che trovasi nella regione dell'osso ioide di alcuni ganoidi per tutta la vita e nei teleostei solo ontogeneticamente, come pure la branchia opercolare che sta alla superficie inferiore ed interna dell'opercolo branchiale (*Acipenser, Lepidosteus, embrioni dei teleostei*).

(1) Nei teleostei vi ha una riduzione talvolta a *tre*, ed anche a *due*.

Quest'ultima agisce fisiologicamente come branchia, la prima, invece, riceve sangue arterioso e manda fuori sangue venoso (1).

In alcuni *teleostei*, specialmente negli abitatori del fango (alcuni siluridi, clupeidi, labirintobranchi e caracini), si sviluppano nella regione posteriore della cavità branchiale, fra le modificazioni più varie dello scheletro branchiale, certi apparecchi (estroflessioni a sacco, formazioni a foglie o a maglie, reti mirabili, ecc.), per l'assorbimento dell'acqua e dell'aria. Essi, fungendo da organi respiratori accessori, permettono ai singoli animali una vita anfibia, cioè una respirazione aerea, almeno temporariamente.

Tutti i pesci superiori ai *ciclostomi*, respirano assorbendo dell'acqua dalla cavità boccale ed eliminandola per le branchie col restringere la bocca. Per ciò alzano ed abbassano gli archi branchiali, che si allontanano tra loro nella ispirazione, e nella espirazione, invece, si avvicinano.

Dipneusti.

Essi respirano, come lo indica il loro nome, o con *branchie* o con *polmoni*, secondo l'ambiente. Per ciò che riguarda l'apparecchio branchiale, esso attrae la nostra speciale attenzione, poichè nel *Protopterus* (fig. 67 K), oltre alle branchie interne disposte sugli archi viscerali e che, come nei pesci, si sviluppano quali formazioni entodermiche, si trovano anche delle branchie esterne. Esse, in numero di tre, sono poste al confine posteriore-superiore dell'arco della spalla, dove sono assicurate mediante tessuto connettivo e vasi uscenti dal II, III e IV arco dell'aorta. Anche nei *selaci*, nel *Polypterus* e nella *Cobitis* si trovano negli stadi giovanili dei filamenti branchiali esterni, che hanno un'attività nutritiva, servendo per l'assorbimento del vitello (2).

Come nei ganoidi e nei teleostei, così anche nei dipnoi si trova una sola apertura esterna, protetta da un opercolo branchiale (sebbene rudimentale).

Le branchie del *Ceratodus* sono costruite secondo il tipo dei teleostei, e dei cinque archi branchiali quattro hanno branchie complete. La quarta branchia è aderente alla parete interna dell'arco della spalla. L'osso ioide porta una pseudobranchia. Il *Ceratodus* ha da ogni parte due aperture branchiali esterne.

Nel *Protopterus* il primo arco ha una pseudobranchia, il secondo ed il terzo non ne portano alcuna, il quarto, quinto e sesto, invece, hanno una doppia fila di foglie branchiali.

(1) La pseudobranchia riceve il sangue da quelli tra i sei archi arteriosi dei teleostei che stanno più al davanti. MAURER cambiò il suo nome primitivo di arteria hyoidea in *arteria hyo-mandibularis*. Secondo il suddetto autore, essa è omologa alla branchia del foro sprizzante dei selaci e ganoidi.

(2) Nei selaci i filamenti branchiali esterni giacciono sempre nel profondo delle fessure branchiali: sono, dunque, di natura entodermica e non omologhi alle frangie branchiali degli anfibi, che descriveremo più tardi e che si originano dall'ectoderma. Non è noto come sotto tale riguardo si comportino i dipneusti.

Anfibi.

In tutte le *larve di urodeli* e negl'*ictiodi*, in cui si trovano sempre ancora cinque fessure branchiali, delle quali la posteriore non si apre, vi sono tre *ciuffi branchiali* di tessuto connettivo non sostenuti da cartilagini, e che sporgono liberi sopra il livello della cute esterna. Nascono dall'ectoderma (1) in forma di piccoli collicelli a lobi digitiformi, nella regione laterale del collo, i quali in seguito si frastagliano ai margini, son provvisti di frangie, oppure finamente ramificati; hanno, dunque, le disposizioni più varie, utili ad un allargamento della superficie respiratoria. Essi, situati alle estremità posteriori (esterne) dei tre archi branchiali anteriori, sono, come nei pesci, sotto l'azione di una muscolatura, e nell'interesse di un continuo rinnovamento del medio ambiente, provvisti di un epitelio vibratile.

Nell'*Axolotl* e nelle larve dei *salamandrini* esistono quattro fessure branchiali, nel *Menobrancus* e nel *Proteus* solo due, che perforano la parete esofagea. Quelle presentano, dunque, una disposizione più primitiva, queste una

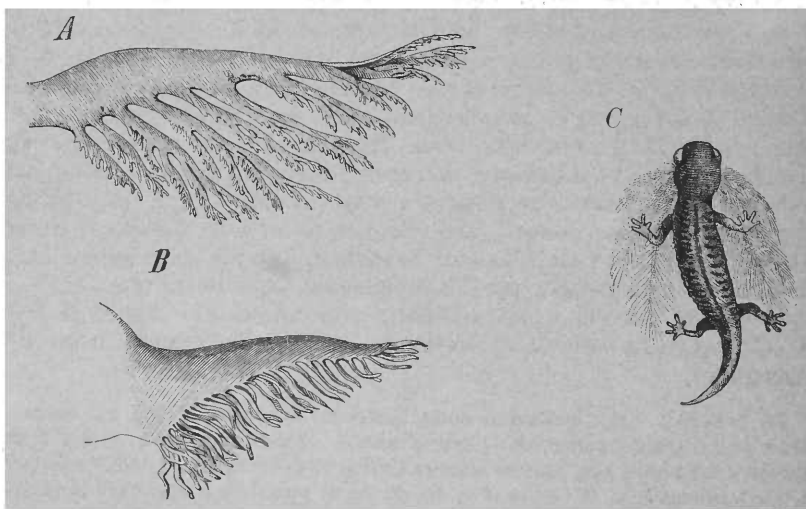


Fig. 243. — *Branchie esterne di urodeli*. **A** Della *Siren lacertina*, **B** Del *Siredon pisciformis*, **C** Della *Salamandra atra*, larva (l'ultima figura da CHAUVIN).

più ridotta. Sulla cute esterna vi è sempre una sola apertura, difesa da una piega cutanea disposta come un opercolo branchiale.

Nei *derotremi* le branchie spariscono del tutto, si mantiene solo un fo. o branchiale, situato tra il terzo e quarto arco delle branchie.

Le *branchie esterne* che si trovano dappprincipio negli *anuri*, spa-

(1) Probabilissimamente anche le branchie secondarie interne (vedi più sotto) degli anuri sono di origine ectodermica. In tale caso si tratterebbe anche per esse, come per le branchie esterne (al contrario dei pesci dove le branchie di origine entodermica indicano una respirazione intestinale), di una respirazione cutanea (F. MAURER).

riscono dopo breve tempo e fanno posto verso il lato alle *interne*, formate altrimenti. Inoltre, l'apertura respiratoria esterna si avvanza sempre più al lato ventrale, per unirsi qui, sia nella linea mediana, sia di fianco, a quella dell'altra parte.

Come nella larva delle Salamandre e nell'Axlottl, così v'è anche, nello stadio giovanile degli anuri, un opercolo branchiale o una plica opercolare, che in parte ricopre le aperture branchiali esterne. Tale plica non acquista, peraltro, mai uno scheletro di sostegno, cartilagineo od osseo; essa è costituita sempre da tessuto connessivo, che riceve una copertura della cute esterna.

Riguardo alle branchie esiste, nella larva assai giovane della rana, uno stadio il quale corrisponde all'apparecchio branchiale stabile degli urodeli. Ciò vale non solo per la stessa struttura delle branchie esterne e per il loro ordinamento sui tre archi branchiali anteriori, ma anche per il rapporto coi vasi sanguigni. L'unica differenza tra questi si è che negli anuri gli archi arteriosi primari appaiono un certo tempo innanzi delle arterie branchiali secondarie, mentre negli urodeli la loro comparsa è contemporanea. Questa piccola differenza non esclude che in ambedue si possa parlare di rapporti omologhi (F. Maurer).

Nella metamorfosi degli anfibii, l'apertura branchiale esterna si chiude completamente, viene ricoperta dalla pelle della plica opercolare, e così s'inizia un cambiamento nei rapporti circolatori, come vedremo parlando del sistema vascolare sanguigno.

Le *branchie esterne* degli anfibii possono subire i più svariati cambiamenti nella forma, e qui hanno una grande parte i fenomeni di adattamento.

Quale estensione acquistino esse nella larva della vivipara *Salamandra atra*, lo dimostra uno sguardo alla fig. 243 C. Lo stesso carattere pennato esse presentano in certi gimnofioni, come, p. es., nell'*Epicrium glutinosum* (Sarasin), in altri, invece, come nella *Cecilia compressicauda*, si ha lo sviluppo di due grandi lobi, giacenti dietro il capo, su cui si diramano i vasi; nella loro posizione naturale avvolgono a guisa di mantello il corpo della larva (fig. 244, 245).

Anche negli *anuri* si trovano degli interessanti cambiamenti nella forma originaria delle branchie. Così, p. es. nel *Notodelphys*, si ha lo sviluppo di branchie a campana, riccamente vascolarizzate, e che mediante un gambo cavo stanno in comunicazione cogli archi branchiali.

Oltre agli apparecchi propri destinati alla respirazione, vediamo in certi anfibii, o nelle loro larve, anche altri organi collo stesso compito fisiologico. Così vediamo che nell'embrione dell'*Hylodes martinicensis* (rana delle Antille), il quale percorre il suo intero sviluppo nell'uovo, funge da organo respiratorio la coda (1), larga e aderente al corpo.

(1) Nel *Pipa* vi sono probabilmente eguali disposizioni; sono assai in dubbio se ciò valga anche per il *Protopterus* che si trova in sonno estivo, dopo che ho avuta occasione di studiarne più esattamente i rapporti biologici in circa cento esemplari viventi, liberati dal loro ricoprimento fangoso. La coda si presentava, ad ogni modo, qua e là leggermente arrossata, ma ciò non si riscontrava in ogni animale, e l'arrossamento poi non era quale io lo aveva riscontrato nel 1887 in due esemplari.

Come poté constatare il mio scolaro, W. N. PARKER, ogni *Protopterus*, prima di entrare nel sonno estivo, mediante aspirazione del secreto cutaneo adiacente, forma un piccolo tubo, che tiene tra le labbra come una pipa. Esso termina al di fuori con una piccola apertura situata in quel punto dove la capsula cutanea che avvolge il corpo è chiusa a mo' di opercolo; in tal modo viene creata una via di passaggio per l'aria atmosferica.

Nella *Rana opisthodon* (che abita nelle isole di Salomone), la quale percorre anche il suo intero sviluppo nell'uovo come l'*Hylodes martinicensis*,

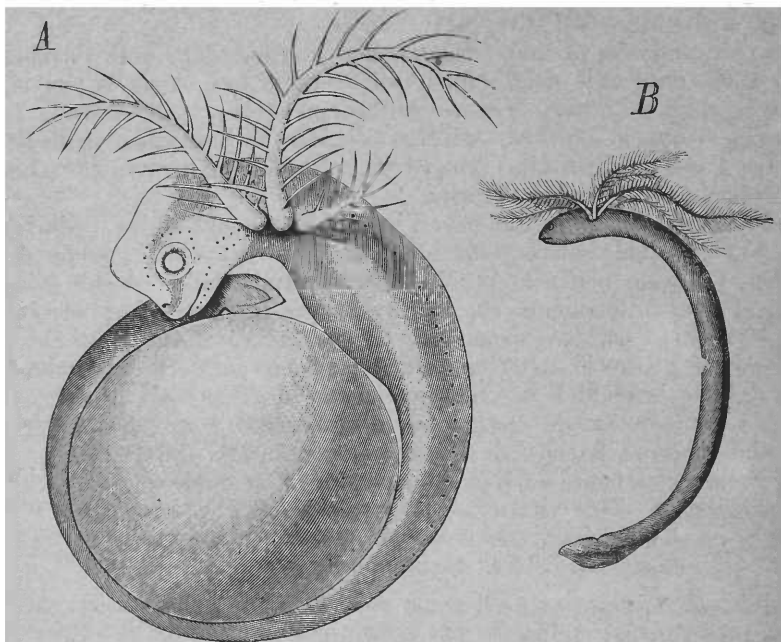


Fig. 244. — A e B Branchie esterne dell'*Epicrion glutinosum*. Da SARASIN.

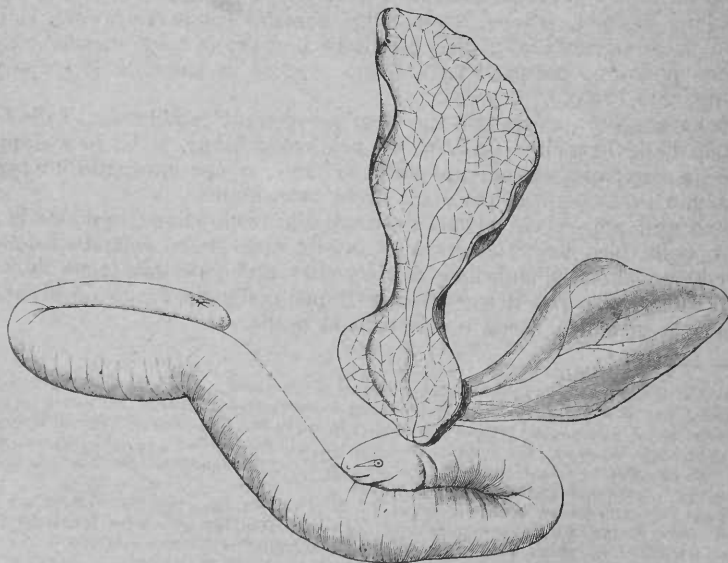


Fig. 245. — Branchie esterne della *Coccilia compressicauda*. Da SARASIN.

servono da organi respiratori circa nove pieghe disposte in file trasversali e situate da ambedue le parti sulla pelle del ventre (confr. dentatura dei rettili).

II. Vescica natatoria e polmoni.

1) Vescica natatoria.

Ambedue, come fu già detto, seguono lo stesso piano di sviluppo, e differiscono tra loro solo perchè i polmoni si originano senza eccezione dalla parte ventrale dell'intestino anteriore primitivo, mentre per la vescica natatoria ciò succede solo eccezionalmente (*Polypterus*, *ri-trini*). Essa si forma d'ordinario dalla parte dorsale dell'intestino anteriore, o da qualsiasi punto dello stesso, ora più allo innanzi, ora più all'indietro. Il dotto di unione (*condotto pneumatico*) può restar aperto per l'intera vita, come in tutti i *ganoidi* ed in *molti teleostei (fisostomi)*, oppure, come in altri teleostei (*fisoclisti*) può in seguito obliterarsi e divenire un cordone solido, di tessuto connettivo. In tale caso non si potrà naturalmente parlare di aria che entri dal di fuori e bisogna pensare ad una eliminazione di gas che succeda dalla parete della stessa vescica natatoria.

La vescica natatoria ha sempre una posizione retroperitoneale, e sta al lato dorsale della cavità del corpo, tra la colonna vertebrale (aorta ed apparecchio urogenitale) ed il canale intestinale. Si presenta come un sacco, impari o pari, fornito di pareti connettive, elastiche o muscolose, il quale spesso uguaglia in lunghezza l'intera cavità del corpo.

Le due metà possono essere sviluppate simmetricamente od asimmetricamente, ed in altri casi (*in certi teleostei*) l'organo impari si divide, mediante strozzamenti, in più frazioni giacenti una dietro l'altra; vi possono, finalmente, essere più o meno numerose estroflessioni, che qua e là assumono forma di intestino cieco.

La parete interna della vescica natatoria è o liscia, o a maglie e spugnosa, in causa d'un sistema di trabecole sporgenti, grosse o sottili. Si rammenta, quindi, involontariamente, il polmone dei *dipneusti* e degli *anfibi* (fig. 246).

Ho accennato già prima ai rapporti che esistono talvolta tra la vescica natatoria e l'organo uditivo.

In causa dei rapporti di circolazione, per cui la vescica natatoria riceve sempre *sangue arterioso* e dà *sangue venoso*, non può trattarsi di un apparecchio respiratorio, ma solo di un apparecchio idrostatico, che rende possibile al pesce l'ascendere o il discendere nell'acqua (1).

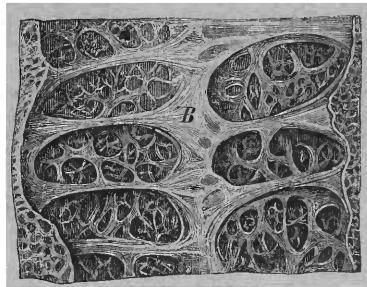


Fig. 246. — Superficie interna della vescica natatoria del *Lepidosteus*, con sistema di trabecole. B Legamento longitudinale fibroso.

(1) Nell'*Amphioxus* e nei *ciclostomi* manca del tutto una vescica natatoria; è dubbio se debba considerarsi come traccia di essa un piccolo diverticolo che si trova nei selaci alla parte esofagea dorsale.

1) *Polmoni.*

I polmoni si sviluppano al limite posteriore di quelle estroflessioni a sacco, che abbiamo conosciute col nome di *fessure branchiali* o *esofagee*.

L'intestino anteriore, nella prima formazione dei polmoni, immediatamente sopra il quinto o sesto arco dell'aorta, assume una forma lateralmente compressa e viene diviso in una parte dorsale ed in una ventrale da una piega longitudinale che va da destra a sinistra.

La parte ventrale manda alla sua estremità posteriore (caudale)

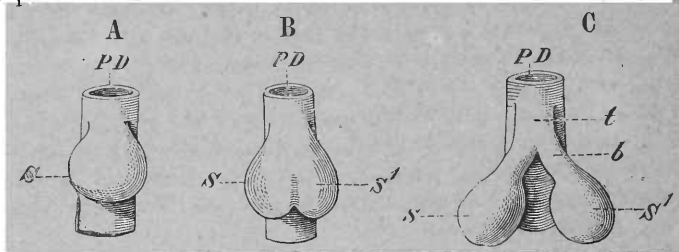


Fig. 247. — A, B, C. Schema dello sviluppo dei polmoni. PD Tubo intestinale primitivo, S, S' Sacculo polmonare impari, che poi diviene pari, t Trachee, b Bronco.

una estroflessione sacciforme, la quale dapprincipio è unita al lume intestinale con una larga apertura.

Questo sacco polmonare primitivo viene presto diviso da un solco longitudinale in due metà laterali, le quali divengono sempre più libere da sotto in su, cioè verso la bocca, e si emancipano sempre più dal tubo intestinale (fig. 247, A, B, C). Nel successivo sviluppo si può distinguere da ogni parte un proprio *sacco polmonare*, con una imboccatura tubiforme, col cosiddetto *bronco primitivo*; i due bronchi sboccano insieme nella corta *trachea*. Alla sua estremità superiore, cioè al punto di distacco dell'intero tratto respiratorio dal tubo intestinale primitivo, si sviluppa la *laringe*.

Da ciò risulta che il vero sacco polmonare è da considerarsi come la formazione fileticamente più vecchia, mentre i bronchi, la trachea e la laringe sono solo acquisti successivi. Tale tesi viene confermata anche dall'anatomia comparata.

A tale modo di formazione dei polmoni, partecipano ambedue i foglietti del canale intestinale, cioè il mesoderma e l'entoderma; quest'ultimo ha parte maggiore nei primi stadi di sviluppo ed è da coi-

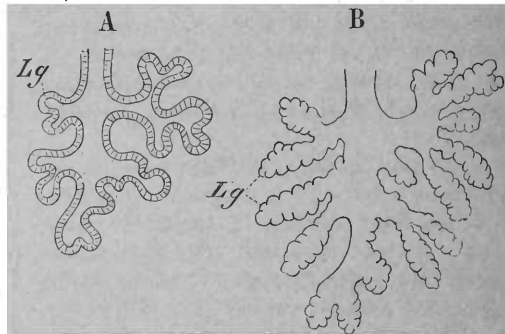


Fig. 248. — Due stadi di sviluppo del polmone dei mammiferi; A Stadio più recente, B Stadio più vecchio. Lg indica in A le vescichette polmonari primarie, in B le secondarie.

siderarsi come il principio formativo efficiente. Esso produce estroflessioni cave e germogli, che si insinuano nel tessuto mesodermico adiacente, ricco di vasi, muscoli e connettivo e che, mediante continui strozzamenti, producono un intero arboscello di canalicoli vuoti, cioè di bronchi di II, III, ecc. ordine con estremità rigonfie a bottoni (*Infundibuli* ed *alveoli*).

L'epitelio che tappezza gli spazi interni dei bronchi è fornito di cigli.

In tal modo, e ciò vale specialmente per i vertebrati superiori, si viene ad un ampliamento della superficie respiratoria, ad un aumento cioè, dell'attività fisiologica dell'organo. Il progresso che così si manifesta nella serie animale ascendente, trova il suo parallelo nell'ontogenesi. Lo stesso vale anche per la divisione dei polmoni in *lobi*, i quali sono da considerarsi come acquisti secondari, sebbene si formino ontogeneticamente assai per tempo.

Parlerò ora separatamente delle vie atmosferiche, cioè della laringe, trachea, bronco e polmone in senso stretto.

Vie aeree.

Le pareti delle vie aeree sono costituite o solo da connettivo, muscoli e fibre elastiche, oppure anche, e ciò vale come regola, da elementi cartilaginei, cioè da uno scheletro di sostegno, il quale colla sua elasticità tiene aperto l'intero sistema di canali. Nella laringe gli elementi cartilaginei sono sviluppatissimi e rappresentano un telaio in cui sono distese delle membrane vibranti, i *legamenti vocali*.

Gli elementi cartilaginei dello scheletro della laringe sono da considerarsi come gli elementi ialini fileticamente più vecchi in tutto l'apparecchio respiratorio. Gli elementi cartilaginei della *trachea* e dei *bronchi*, i quali rappresentano formazioni fileticamente più recenti, si sono formati evidentemente in seguito al lento allungamento della trachea, per la necessità quindi di conservare con elementi di sostegno il lume preesistente.

La lunghezza delle vie respiratorie sta regolarmente in rapporto colla lunghezza del collo: peraltro, tale fatto può subire una limitazione, come lo dimostrano certi ictiodi e derotremi, i gimnofioni ed alcuni rettili. In ambedue i casi ha parte principale il modo di sviluppo e specialmente l'estensione dei polmoni dal loro punto di origine verso la coda.

Dipneusti ed anfibi.

Presso i dipnoi non si sviluppa ancora una cartilagine ialina nella laringe: sorge, invece, di già un forte muscolo a fibre radiate, che deve ritenere come differenziatosi dalla muscolatura della faringe, ed agisce da dilatatore. In luogo dello sfintere mancante sta una plica circolare costituita da fibre elastiche. Attraverso la fessura si giunge in una breve cavità a sacco, e da questa nei polmoni. Manca, dunque, una vera trachea, e così pure è nel *Proteus* e nel *Menobranchus*. Si

osserva qui una progressione, in quanto che nasce una piccola cartilagine pari e, oltre al M. dilatatore, v'è anche un costrittore, uno *sfintere*. Così è già formata la base tipica della laringe di tutti i vertebrati superiori.

Come il *Proteus* ed il *Menobranchus*, si comportano anche tutti i *salamandrinii*; nelle sirene, *anfiuma* e nei *gimnofioni* si ha già una trachea

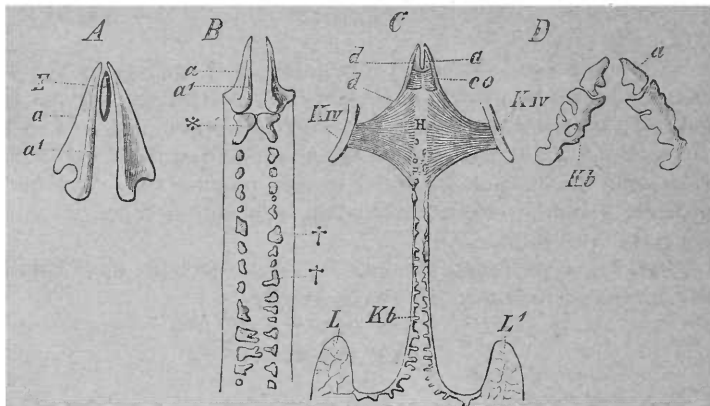


Fig. 249. — *Laringe e scheletro tracheale degli urodeli. A* del *Menobranchus*, *B* della *Siren lac.*, *C* dell'*Anfiuma*, *D* della *Salamandra macr.* *a* Foglietti cartilaginei ai lati dell'imboccatura laringea (*E*), *a'* Cresta muscolare al suo margine mediano, * Cartilagini che sono da considerarsi precorritrici della cartilagine cricoidea dei vertebrati superiori, † Scheggie cartilaginee nella trachea della Siren, le quali nell'*Anfiuma* e nella *Salamandra* si sono fuse in legamenti cartilaginei (*Kb*), *KIV* Quarto arco branchiale, da cui si stacca il dilatatore della trachea (*d*). Da ambedue le parti decorre nella parete tracheale, conformandosi ad aponeurosi (*H*) e ramifica i suoi filamenti anteriori (*d* nella fig. *C*) nella cartilagine *a*, cosicché funziona anche come dilatatore della laringe, *co* Muscolo sfintere della laringe, *L*, *L'* Polmoni.

sostenuta da un gran numero di cartilagini ialine, e lunga 4-5 centimetri e più. Dappertutto, anche nelle forme più variabili, si trovano due elementi cartilaginei che stanno alla imboccatura della laringe, e sotto l'azione di un muscolo dilatatore e di un costrittore.

Questi rapporti assai primitivi si cambiano negli *anuri*, dove si ha la differenziazione di una laringe relativamente assai bene sviluppata, la quale sta sotto l'azione di una robusta muscolatura, e dacchè v'hanno anche membrane vibratili, si può qui parlare per la prima volta di una *voce* (1). Questa riceve un rinforzo dalle *vesciche risonanti* (risuonatori) che si estroflettono dal fondo della cavità boccale. I risonatori sono o pari (*Rana*) o impari (*Hyla*).

Per quanto riguarda lo scheletro cartilagineo, esso, nella rana esculenta è racchiuso tra le corna posteriori dell'osso ioide come in una forchetta. Si trova una cartilagine a destra ed una a sinistra della imboccatura, formata da due metà di un guscio (fig. 250 *Ca*), ed una impari circolare, che abbraccia con processi a fermaglio ciascuna delle radici dei polmoni (fig. 250, *Cl¹-Cl⁴*). Quella corrisponde alla car-

(1) Con essa si possono appena confrontare i suoni emanati dagli urodeli e dal *Proteopterus*, se disturbato nel sonno estivo.

tilagine aritenoidea, questa alla *cartilagine cricoidea* dei vertebrati superiori. Ambedue aderiscono tra loro mediante un connettivo fortemente teso, e la prima porta alla sua superficie mediana, concava, i suaccennati legamenti vocali vibratili.

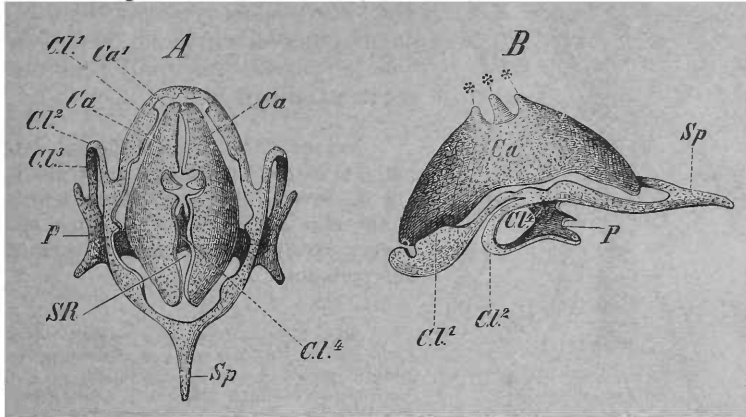


Fig. 250. — Scheletro cartilagineo della laringe della *Rana esculenta*. **A** Visto dal di sopra, **B** lateralmente. *Ca* *Ca* Cartilagine aritenoidea, *Cl.*, *Cl.*¹-*Cl.*⁴ Cartilagine cricoidea, *Sp* Processo spiediforme di essa, *p* Parte ventrale della cartilagine cricoidea, dilatata a piastra, *SR* Fessura vocale, * * * Tre protuberanze dentiformi della cartilagine aritenoidea.

Rettili.

Anche qui si tratta in sostanza di due cartilagini laringee, cioè della cartilagine aritenoidea pari, posta sotto l'influenza dei muscoli, e della cartilagine cricoidea circolare (fig. 251, *Ar*, *Cc*).

Qui, dunque, non si osserva ancora un notevole progresso: anzi, per quanto riguarda la muscolatura, v'è piuttosto una regressione. In contrapposto, cioè, ai numerosi dilatatori e costrittori della faringe della rana, si trova d'ordinario nei rettili un solo dilatatore ed un solo costrittore (fig. 251 *D*, *S*, *S*¹).

Su di una cosa debbo esplicitamente richiamar l'attenzione, sui vicini rapporti di posizione, cioè, che acquista lo scheletro della laringe di fronte all'apparecchio dell'osso ioide e specialmente alla faccia dorsale del corpo di esso. Lo scheletro è intercalato in un in-

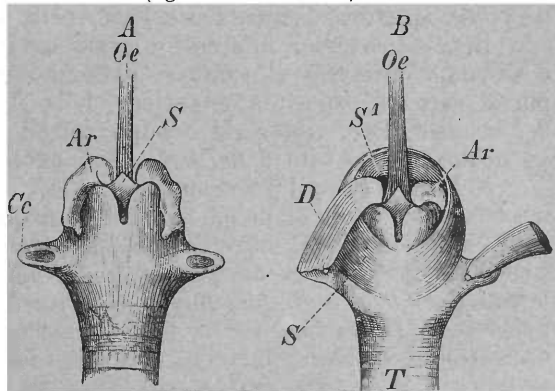
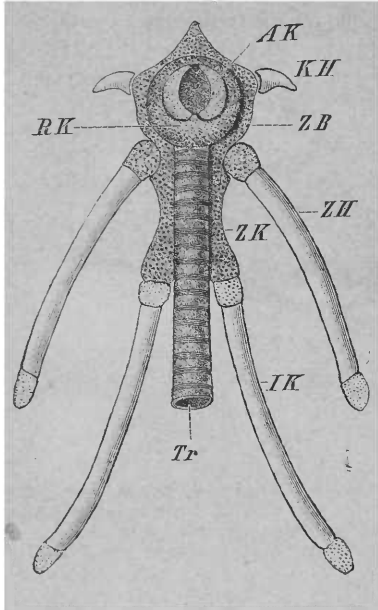


Fig. 251. — Laringe del *Phyllodactylus europaeus*. **A** Scheletro laringeo, **B** Muscolatura della laringe. *Ar* Cartilagine aritenoidea, *Cc* Cartilagine cricoidea, *S*, *S*¹ Sfintere, *D* Dilatatore, *T* Trachea, *Oe* Osso entoglosso.

fossamento a guscio dell'ioide, p. es. nei *cocodrilli* e nei *cheloni*, e ricorda così i rapporti della cartilagine cricoidea dei mammiferi.



Tutti i rettili hanno una trachea bene sviluppata, sostenuta da cartilagini: non dappertutto, peraltro, le parti cartilaginee si chiudono ad anello. Anche le pareti bronchiali sono in gran parte cartilaginee.

Nei *camaleonti* la mucosa della laringe si estroflette al lato ventrale in forma di borsa, che per alcun tempo può venir chiusa da un meccanismo speciale. Ritorrerò su tale argomento, occupandomi dei polmoni.

Fig. 252. — Laringe ed apparecchio bronco-ioideo dell'*Emys europaea*. ZK Corpo dell'osso ioide (copula), che si allarga in ZB e sostiene la cartilagine cricoidea (RK) e l'aritenoidica (AK), KH Piccole corna dell'osso ioide, ZM Grandi corna dello stesso, IK Primo arco branchiale, Tr Trachea.

Uccelli.

Qui debbono distinguersi due laringi, una *superiore* ed una *inferiore*. La prima sta nel solito posto, dietro la lingua, alla base della cavità boccale ed è naturalmente omologa a quella degli altri vertebrati, ma *non atta a produr suoni*. Ha del tutto l'aspetto rudimentale e serve da apertura d'entrata per l'aria nella respirazione.

Di assai maggior interesse è la laringe inferiore (*siringe*), la quale è situata d'ordinario al punto di passaggio della trachea nei bronchi, più di raro all'estremità posteriore della trachea o già nella regione dei bronchi. Essa *funge da organo vocale* ed è da considerarsi come un acquisto fatto solo dalla serie degli uccelli.

Nel primo caso, il più comune, quando v'è, cioè, una laringe bronco-tracheale, si tratta di un'unione mobile tra gli anelli bronchiali superiori, unione che sta sotto l'azione di una complicata muscolatura, e rende così possibile la tensione o il rilasciamento delle membrane vibratili (*membrana timpaniforme interna ed esterna*). Anche la parte inferiore della trachea, modificatasi in modo speciale, ha parte in ciò, come *timpano*. Esso raggiunge uno straordinario sviluppo negli *uccelli acquatici*, p. es. nelle *anitre maschi*, e si sfoggia a vescica ossea che funge da apparato di risonanza.

La lunghezza della trachea varia straordinariamente negli uccelli ed i suoi anelli cartilaginei hanno grande tendenza ad ossificarsi. In alcuni casi, come nel cigno e nella gru, la trachea viene a stare in parte nella vuota cresta dello sterno, dove descrive maggiore o minor numero di giri, per uscire di nuovo dallo sterno, vicinissimo al suo punto d'entrata, e scendere nella

cavità toracica. In certi rappresentanti della famiglia degli sturnidi, essa si spinge tra la pelle e la muscolatura pettorale, descrivendo numerosi giri spirali.

Mammiferi.

In tre punti si distingue la laringe dei mammiferi da quella di tutti gli altri vertebrati, nella *assai ricca differenziazione della muscolatura*, per cui i costrittori superano sempre di numero i dilatatori, nella

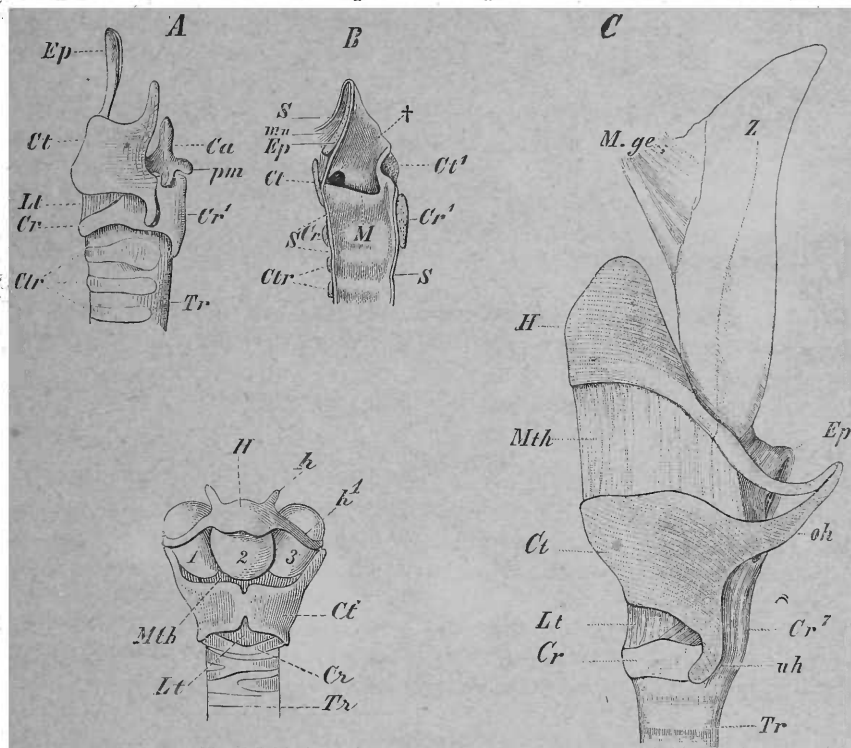


Fig. 253. — *Laringi di diversi mammiferi.* **A** Laringe del capriolo, vista dalla parte sinistra, **B** Taglio longitudinale della laringe della volpe, **C** Laringe del *Mycetes ursinus*, vista dalla parte sinistra, **D** Laringe della *Simia troglodytes*, vista di fronte (superficie ventrale). *Tr* Trachea, *Ctr* Anelli tracheali cartilaginei, *S* Mucosa della trachea e della lingua, *Cr* Lamina anteriore, *Cr'* Lamina posteriore della cartilagine cricoidea, formata a piastra, *Ct*, *Ct'* Cartilagine tiroidea, *oh*, *uh* Corna superiori ed inferiori della stessa, *Ca* Cartilagine aritenoidea, *pm* Processo muscolare della stessa, *Ep* Epiglottide, *H* Corpo dell'osso ioide, *h* Piccole corna, *h'* Grandi corna dello stesso, *Lt* Legamento crico-tiroideo, *Mth* Legamento tiro-ioideo, *M* Tasca di Morgagni, che in † assume una forte estroffessione, 1, 2, 3 le tre vesciche risonanti della *Simia troglodytes*, *mu* Tessuto sottomucoso con muscoli, *M.ge* Muscolo genio-glosso, *Z* Lingua.

costante presenza di un opercolo (*epiglottide* (1)), e di una *propria cartilagine tiroidea*.

(1) L'epiglottide (fig. 253 *Ep*), che si origina da un processo cartilagineo submucoso, presenta le forme più varie, e può regredire (*Sirene*) o cambiarsi in un lungo pezzo tubiforme che, insieme alle cartilagini aritenoidee parimenti allungate, forma un cono sporgente

L'epiglottide serve da apparecchio di difesa per l'imboccatura della laringe e soggiace a numerose variazioni di forma, come pure ad eventuali regressioni.

La cartilagine tiroidea, che nasce probabilmente nel blastema del quarto e quinto arco branchiale, possiede in origine (*Monotremi*) una disposizione pari. Più tardi, nei tipi superiori, essa forma una capsula cartilaginea, la quale avvolge alla sua parte ventrale il rimanente scheletro della laringe, costituito dalle cartilagini cricoidee ed aritenoidee. La suddetta parte ventrale serve, in parte come punto d'origine, in parte come punto d'inserzione di importanti muscoli, destinati a tener tesi i legamenti vocali.

Sopra i legamenti vocali, che si distendono tra le cartilagini tiroidea ed aritenoidea, la mucosa si estroflette a mo' di tasca, formando i *ventricoli di Morgagni*. Questi possono raggiungere una così vasta estensione negli antropomorfi ed in certe altre scimmie, da fungere come *vesciche di risonanza* e da venir ad estendersi in parte nel corpo dell'osso ioide, trasformantesi in una grande vescica ossea (fig. 253 D, 1, 2, 3 (1)).

Le pliche mucose che limitano al di sopra le tasche di Morgagni, vengono dette legamenti vocali *falsi* e non si trovano in tutti i mammiferi.

Polmoni in senso proprio.

Dipneusti.

Mentre i polmoni del *Ceratodus* si fondono in un largo sacco impari, senza traccia di un seipimento divisorio, ciò ha luogo solo nella loro parte anteriore negli altri dipneusti; subito al di dietro essi restano separati.

Coperti del peritoneo solo alla loro faccia ventrale, si estendono lungo l'intera cavità del corpo e posseggono, come certe vesciche natalizie (*Lepidosteus*), una mucosa sollevata in creste e reti.

Anfibii.

I polmoni del *Menobranchus* e del *Proteus* stanno ad un grado di sviluppo più basso che quelli dei dipneusti, giacchè la loro faccia interna è liscia del tutto; presentano, dunque, un molto minor ingrandimento

nella cavità nasale posteriore, attraverso al quale ha luogo l'aspirazione e l'espiazione dell'aria (*Cetacei*).

Il canale che è più lungo nei denticeti che nelle balene, e che nei primi sta perpendicolarmente all'asse longitudinale della laringe, si origina nel seguente modo. L'epiglottide presenta come una scanalatura profonda, aperta al lato dorsale, i cui margini liberi sono in tutta la loro lunghezza uniti alle cartilagini aritenoidee mediante i legamenti ari-epiglottici. Una cosa simile si osserva anche negli embrioni della *Phocaena* e dei *Marsupiali*.

(1) La cartilagine cricoidea può essere aperta davanti o chiusa all'intorno; la sua parte posteriore (dorsale) si solleva in un'alta piastra, con cui si articolano le cartilagini aritenoidee (fig. 253, *Cr*, *Cr*¹, *Ca*). Queste si allungano di molto alla loro estremità superiore e si staccano talvolta sotto forma di *cartilagine di Santorini*. Un'altra piccola cartilagine (*cartilagine di Wisberg*) si trova talvolta nella plica ari-epiglottica. Ambedue le cartilagini si formano nel tessuto sottomucoso.

di superficie. Si tratta di due sacchi di disuguale lunghezza, strozzati verso la loro metà, i quali nel *Proteus* si estendono molto più all'indietro che nel *Menobranchus*. Tali differenze di lunghezza si trovano anche in altri anfibî, come nell'*Amphiuma*, dove i due sacchi polmonali cilindrici sono immediatamente uno vicino nell'altro (il che vale anche per la *Siren lacertina*), ed aderiscono intimamente all'aorta. La superficie polmonale interna è qui sollevata a rete, in modo corrispondente alla diffusione dei vasi; tali formazioni a rete sono nel *Menopoma* assai più fine che nella *Siren*.

Nei salamandrinî i polmoni rappresentano d'ordinario dei sacchi cilindrici uguali, che arrivano sin alla fine dello stomaco, con una superficie interna più o meno liscia. La stessa forma posseggono anche i polmoni dei gimnofonî; soltanto il polmone destro mostra uno sviluppo più completo ed ha nell'interno una più ricca rete di trabecole; il polmone sinistro ha solo la lunghezza di alcuni millimetri, cosa che si osserva anche nei serpenti, e qui, come là, ciò sta in parallelismo colla forma oblunga del corpo.

Gli estesi polmoni degli anuri, allargati a vesciche ellittiche, sono disposti simmetricamente. La loro superficie, tappezzata in parte da epitelio vibratile, si solleva in maglie respiratorie assai numerose e nelle pareti si riscontrano moltissimi filamenti di muscolatura liscia.

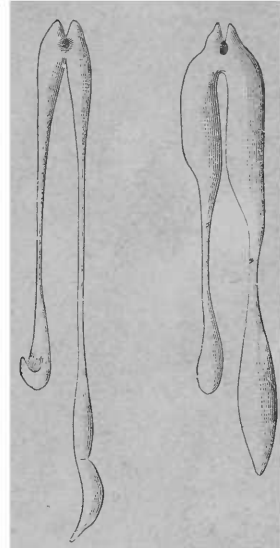


Fig. 254. — Polmoni del *Proteus* (A) e del *Menobranchus* (B). Davanti, sul punto nero, evvi l'entrata.

Rettili.

Qui, come dappertutto, la forma dei polmoni si regola in generale secondo quella del corpo, ma la sua architettura raggiunge nei tipi superiori, come nei *cheloni* e nei *cocodrilli*, una perfezione assai più elevata che negli anfibî. Essa si manifesta in uno straordinario ingrandimento della superficie respiratoria, ed in corrispondenza a ciò non troviamo più (fatta eccezione per i polmoni dei *lacertili*, che hanno sottili pareti e si comportano in modo primitivo), un'ampia cavità centrale vuota, ma troviamo l'organo solcato da un sistema di bronchi finamente ramificati, cosicchè nasce una struttura a tubi ed a maglie, a guisa di spugna (1). Di ciò troviamo la spiegazione nei polmoni dei camaleonidi.

(1) Nel mezzo stanno i polmoni degli ofidi, i quali, oltre ad un tessuto a fine maglie che sporge dalla periferia, hanno anche una cavità centrale vuota a guisa di fessura. Come fu già accennato, in corrispondenza al corpo oblungo, troviamo, nei *serpenti* e nelle *anfibiene*, sviluppato completamente solo il polmone destro, mentre il sinistro è rudimentale o del tutto atrofizzato.

Una disposizione singolare presentano i polmoni del camaleonte. Nella loro regione anteriore sono divisi da alcuni seppimenti in tre spazi, di cui ciascuno si apre in un bronco. Posteriormente il lume diviene nuovamente unico e nello stesso tempo il margine posteriore del polmone, ed in massima parte

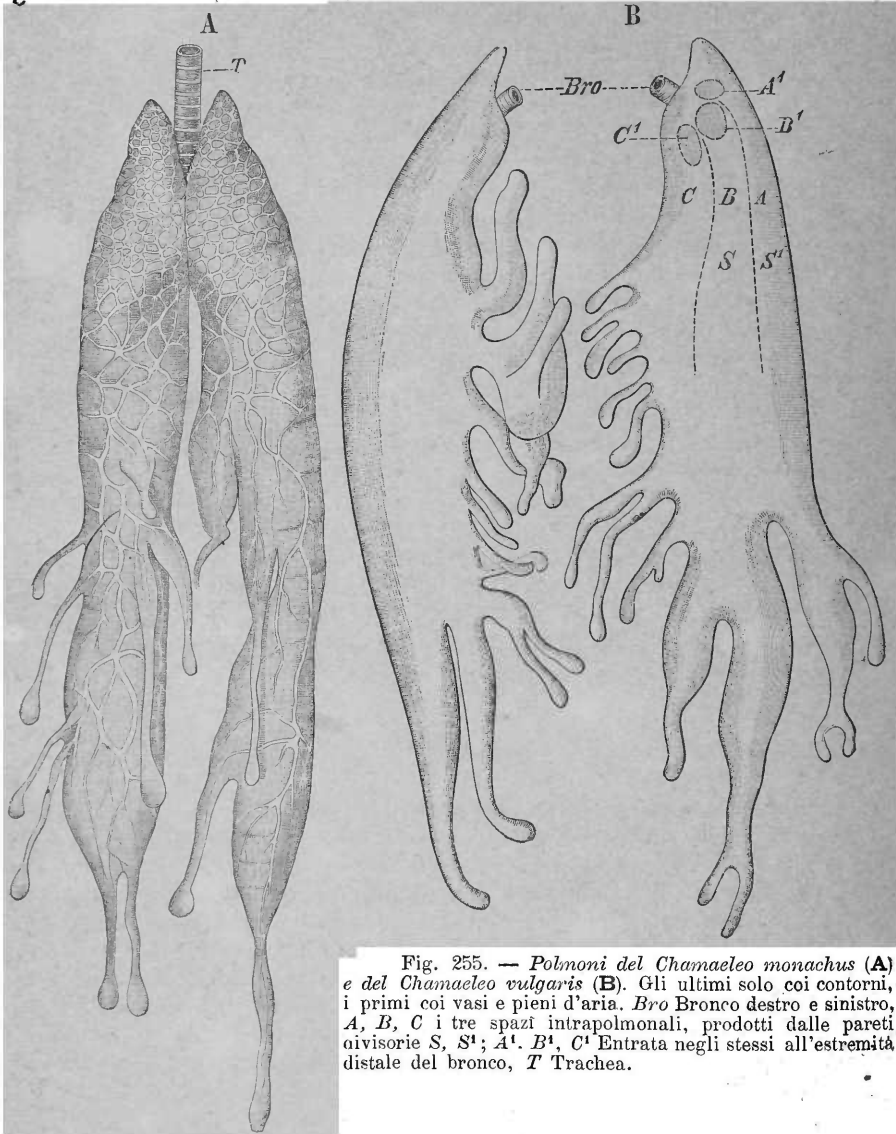


Fig. 255. — Polmoni del *Chamaeleo monachus* (A) e del *Chamaeleo vulgaris* (B). Gli ultimi solo coi contorni, i primi coi vasi e pieni d'aria. Bro Bronco destro e sinistro, A, B, C i tre spazi intrapolmonali, prodotti dalle pareti oivisorie S, S'; A', B', C' Entrata negli stessi all'estremità distale del bronco, T Trachea.

anche il margine ventrale, si estroflettono in processi con fine pareti, più o meno lunghi, che in parte arrivano fino alla regione del bacino e sono filiformi, fusiformi, cuneiformi od anche a lobi. Così troviamo il principio di formazioni, le quali raggiungono il loro massimo sviluppo nell'architettura dei polmoni degli uccelli (fig. 255). Mentre qui, peraltro, i processi servono

per la pneumatizzazione dello scheletro, servono essi nei camaleontidi per gonfiare il corpo quando sono irritati. Questo mezzo di metter paura, — e di ciò si tratta qui certamente — è prodotto dal preaccennato sacco laringeo, per cui l'aria nella espirazione viene emessa con un forte fischio (Wiedersheim).

Le suaccennate pareti divisorie sono regolarissime, e ciò si basa sui rapporti vascolari. Le grandi vie sanguigne segnano in certo qual modo nei tratti principali l'architettura che viene seguita nella formazione dei polmoni: esse, cioè, sono il momento determinante della disposizione del sistema tubulare intrapolmonale (bronchiale) che si osserva per la prima volta nei camaleontidi, e che raggiunge un così alto sviluppo nella serie animale ascendente. Primarie sono, dunque, le vie sanguigne, a cui solo secondariamente si aggiungono elementi cartilaginei di sostegno, come viene dimostrato dall'estremità del bronco che si ramifica.

Polmoni e sacchi aerei degli uccelli.

In ogni polmone si distingue un *bronco primario*, il quale decorre dalla sua entrata, vicino alla superficie ventrale del polmone, sino al limite posteriore dell'intero organo. In vicinanza della sua estremità nasce da lui un *bronco secondario*, che decorre del pari al lato ventrale, e si estende fino al margine polmonale esterno. Inoltre, dal pezzo iniziale del bronco primario si dipartono altri sei *bronchi laterali*, che occupano anche la parte ventrale dei polmoni e parzialmente anche la parte mediana (*bronchi divergenti*, ossia *ventrali superficiali*).

Alla parte dorsale di questi bronchi divergenti esiste ancora un gran numero (variabile) di *bronchi*, che nascono in una doppia fila longitudinale alla parte posteriore del bronco principale e si allargano specialmente nella parte dorsale dei polmoni.

Tanto dai bronchi divergenti che dai bronchi dorsali, si staccano numerosi bronchi di *terzo ordine*, i cosiddetti *parabronchi* (Huxley), i quali decorrono a schiera, paralleli tra loro e spesso entrano in aperta unione anastomotica. La massa principale delle loro pareti è formata dal parenchima respiratorio proprio del polmone e non è altro che una fitta rete capillare regolare, sviluppata in tre dimensioni, fra le cui trabecole si trova un sistema di canali aerei parimenti retiformi (*vie aeree intercapillari*). I tronchi arteriosi e venosi decorrono periferici tra i vicini parabronchi, e pure questi sono uniti lateralmente col loro parenchima. Le vie aeree si dispongono sempre più in forma radiale verso il lume del parabronco, ed unendosi a gruppi, formano dei canali che si allargano ad imbuto e sboccano nel lume assiale dei parabronchi (H. Strasser).

I seipenti che li dividono risaltano nel lume del parabronco quali pliche a rete (con filamenti di muscolatura liscia); possono trovarsi anche pliche circolari più grandi. In generale i capillari del parenchima sono quasi nudi e circondati all'intorno dall'aria (1).

(1) È probabile che, in seguito ai cambiamenti di forma respiratoria dello stesso polmone, l'aria venga spinta dal parenchima polmonale nei bronchi laterali e nel primario o viceversa, ma che i cambiamenti di volume dei sacchi polmonali (specie dei posteriori) servano alla ventilazione dei grandi canali laterali e del bronco primario.

I *sacchi aerei* dei polmoni degli uccelli nascono nei primi periodi embrionali in forma di sottili e vuoti insaccamenti della vescichetta polmonale, crescono assai rapidamente e superano presto in volume lo stesso polmone, così da circondare tutti i visceri del torace e dell'addome. Non si limitano solo alla cavità del corpo, non si insinuano solo tra i vari contenuti di essa, ma vengono anche a porsi nella regione della muscolatura, dello scheletro e della pelle, in breve si insinuano in tutte le aperture e fessure che incontrano. E non si contentano degli spazi interstiziali, ma si spingono anche talvolta tra i filamenti di un muscolo, rendendolo così pneumatico. Ciò vale come regola per le ossa, dove le aperture sono o solitarie o in gruppi alle faccie concave, cioè ai punti della corticale meno interessati meccanicamente (Strasser).

I sacchi aerei si insinuano nelle ossa (omero, sterno, coracoide, bacino, in parte colonna vertebrale, coste, femore, più di raro nella scapola e forchetta (1) solo quando il midollo ha perduto gran parte della sua importanza nella formazione delle ossa. Un secondo sistema di spazi aerei si sviluppa nelle ossa del cranio, cioè nella cavità vaso-faringea (nelle sue cavità secondarie: tuba eustachiana, cavità timpanica).

Tutti quegli spazi vuoti della prima divisione stanno, dunque, tutta la vita in unione con dati punti del sistema bronchiale, cioè possono ricevere aria dai polmoni. La membrana stessa del sacco aereo è costituita da poco connettivo debolmente vascolarizzato, e rivestito internamente da epitelio piatto.

Per quanto riguarda l'importanza dei sacchi aerei nella respirazione, essa è fuor di dubbio per quei sacchi, formati nei primi, posti in vicinanza dei polmoni e propri a tutti gli uccelli. *Sono anzi da considerarsi come parti integranti dell'apparecchio respiratorio.* La grande importanza di quei sacculi aerei sta in ciò, che essi, mediante il cambiamento di volume, provvedono, se non all'intera ventilazione dei polmoni (Sappey, Campana), almeno a quella dei bronchi più grandi. Ne segue che il parenchima polmonale soggiace solo a pochi movimenti e possiede quindi l'organizzazione più favorevole (divisione di lavoro). La dilatazione del tronco e dei sacculi aerei del tronco dovrebbe, dunque, equivalere, sino ad un certo punto, ad un perfezionamento dell'apparecchio respiratorio. Era forse anche di qualche importanza il vantaggio che producevano per il nuotare nell'acqua.

Un ulteriore dilatamento dei sacchi aerei verso la periferia, cioè oltre il tronco, non stava certo in alcun rapporto colla respirazione, perchè difficilmente era necessario o economico, o anche solo possibile, che in tal maniera venisse accresciuto il potere ventilatorio dell'apparato respiratorio; era quasi impossibile che seguisse un più notevole

Dai descritti rapporti di struttura e dalla maniera della ventilazione, risulta che le masse di tessuto impiegate nella costruzione dei polmoni degli uccelli sono piccole in rapporto alla superficie respiratoria, si per quanto riguarda i vasi sanguigni che il tessuto di sostegno.

(1) In molti uccelli la pneumaticità dello scheletro e delle parti molli raggiunge un grado assai più elevato. In essi possono i sacchi aerei spingersi dentro e fuori dell'osso fino alle ultime falangi della mano e del piede, fino all'estremità posteriore ed anteriore della colonna vertebrale, sotto la pelle e tra le radici delle penne.

ricambio di gas negli spazi esterni mal ventilati, anche se la membrana del sacco aereo fosse stata più ricca di vasi. Benissimo, peraltro, si può connettere tale ampliamento della pneumaticità, e forse anche l'ultimo dilatamento delle cavità del tronco, colla formazione degli organi del volo. Un ampliamento della regione pettorale anteriore, di quello spazio, cioè, circuito dal cingolo toracico, era, ad ogni modo, una circostanza favorevole per l'ulteriore sviluppo delle estremità anteriori, delle loro piegature cutanee e dei loro muscoli. Così era reso possibile un distacco delle parti tra loro, un maggiore sviluppo dello scheletro ed un acquisto di più ampie superfici per l'origine della muscolatura, senza che contemporaneamente aumentasse il peso dalle parti stesse, cioè del tronco. È chiaro il vantaggio che risulta alla funzione del volo da un progressivo ampliamento delle superfici volanti e dall'acquisto di nuovi mezzi di forza (Strasser).

L'utilità della pneumatizzazione del corpo degli uccelli non riposa solo sulla diminuzione del peso assoluto per la pneumaticità delle ossa (midollo sostituito dall'aria, risparmio di sostanza ossea per un decorso più regolare delle trabecole di tensione e pressione); ma anche gli spazi aerei tra i muscoli e nell'interno del tronco sono d'importanza per il volo (1).

Il principio prima generalmente ammesso, che la pneumaticità delle ossa facilitasse il volo per il peso minore dell'intero scheletro, non può essere più mantenuto in questa forma, dopochè sappiamo che volatori eccellenti o non posseggono ossa pneumatiche (*sterna*) o ben poche (*gabbiani*), mentre i ratiti che non volano ne possiedono in grande numero.

La pneumaticità delle ossa (si pensi ai chiropterici) non è, dunque, una condizione *necessaria* per il volo, quantunque non si possa negare, ed alludo qui specialmente agli uccelli volatori più grandi, ch'essa sia di vantaggio. In prima linea si ha una diminuzione nel peso assoluto dell'ala, e poi ogni diminuzione del peso complessivo deve facilitare la funzione del volo (Strasser).

La pneumaticità delle ossa non è una qualità propria ai soli animali volanti e nemmeno alla classe degli uccelli. Così, p. es., le ricerche di Marsh sui giganteschi *dinosauri* dell'America, hanno dimostrato che anche tra loro erano comuni le ossa pneumatiche. Ad esse appartengono anche i *seni frontali*, *sfenoidali*, ecc. dei mammiferi. In ambedue i casi si tratta, anzitutto, di un risparmio di materiale (Strasser).

Ho già accennato a quegli spazi aerei, parlando dello scheletro del cranio e dell'organo uditivo: ora voglio soltanto ricordare che quelle cavità sono sviluppate in modo speciale nei *marsupiali*; così, p. es., in tutte quelle ossa del cranio le quali, come negli *uccelli* e nei *coccodrilli*, comunicano colla *cavità timpanica*. Ad esse appartengono l'*alisfenoidale*, lo *squamoso* ed il *mastoidale*. Anche l'osso occipitale è in gran parte pneumatico.

Uno sviluppo straordinario raggiungono tali cavità aeree negli *anotropomorfi*. I seni frontali sono fortemente sviluppati, ed oltre ai seni *mascelari* e *sfenoidali*, che si trovano anche nell'uomo, vi hanno spazi aerei nei

(1) È notevole che le ossa del Moa neozelandese erano assai più solide, meno, cioè, pneumatiche, che quelle degli attuali ratiti.

Le ossa dell'*Archaeopteryx* erano solide.

processi pterigoidei e nelle grandi ali dell'osso sfenoide. Una cavità dell'osso zigomatico comunica colla cavità di Highmor.

In contrapposto a tale carattere spugnoso delle ossa, le sirene, fra tutti i mammiferi, hanno la sostanza ossea più compatta.

Mammiferi.

Riferendomi ai rapporti fondamentali del sistema vascolare col'architettura dei polmoni, accennati già parlando del polmone dei camaleontidi, voglio qui tosto richiamare l'attenzione sugli'interessanti rapporti di posizione dell'*arteria e vena polmonale* col *bronco primario* dei mammiferi. Col nome di bronco primario viene denominata la diretta continuazione della trachea, e mentre esso attraversa l'intero polmone sino alla sua estremità posteriore, nasce da lui un doppio sistema di *bronchi laterali*.

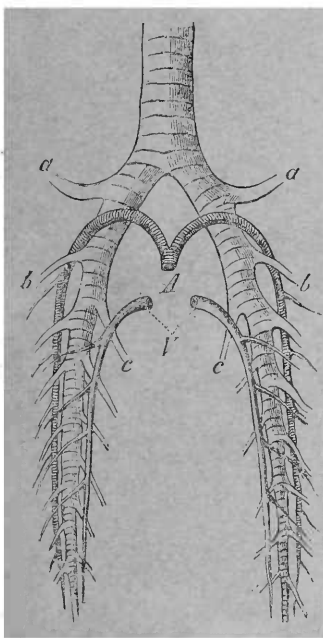


Fig. 257. — Schema dell'albero bronchiale dei mammiferi — a, a Bronco bilaterale, e parterioso, b Serie dei bronchi ventrali iparteriosi, c Dei dorsali iparteriosi, A e V Arteria e vena polmonale.

Uno di questi sistemi è formato da un'unica fila longitudinale di bronchi laterali e sta in quella parte della testa dell'arteria polmonale che incrocia la parte superiore del bronco principale (*sistema arterioso*). Il *sistema iparterioso* situato sotto quel vaso (verso il bacino), è a due file e tra le radici laterali scende in giù l'arteria polmonale, mentre la vena polmonale decorre alla parte ventrale del bronco primario (fig. 257).

Gli stessi rapporti trovansi anche nei polmoni dei *cheloni*, *coccodrilli* ed *uccelli*: pure qui, specialmente nei suaccennati rettili il sistema bronchiale eparterioso si equilibra nel suo sviluppo col sistema iparterioso. Negli uccelli quest'ultimo predomina e tale rapporto è ancor meglio sviluppato nei mammiferi.

Un esatto studio dei polmoni dei sauropsidi sotto tale aspetto, è necessario.

Nel caso più favorevole si sviluppa nei mammiferi da ogni parte *un solo* bronco eparterioso, molto più spesso si trova da una sola parte, ed allora sempre alla destra.

A ciò si aggiunga che questo bronco eparterioso, si trovi esso da una sola parte o da ambedue, può cambiare la sua posizione sul bronco primario con quella sulla trachea (*bronco eparterioso tracheale*).

Altra modificazione sarebbe questa, che il sistema bronchiale eparterioso, il quale in tutta la serie dei mammiferi si rende evidente per la sua posizione speciale, può sparire del tutto, sia a destra che a sinistra. Così si dilegua il resto di un'antica formazione, e la scomparsa del sistema bronchiale eparterioso è l'atto finale di un fenomeno iniziato già negli uccelli. Di fronte a tali fatti, i quali indicano necessariamente i rap-

porti genetici tra le diverse forme di polmoni, non si può dubitare neppure un momento che la presenza bilaterale dei rami bronchiali eparteriosi nei mammiferi rappresenta il tipo originario, mentre la loro presenza unilaterale o la loro mancanza rappresenta un tipo acquisito solo secondariamente.

Non si può definire quale sia la causa del lento sparire del sistema bronchiale eparterioso. È difficile che la spinta sia data dallo stesso polmone, ma piuttosto da una sorta di influenze esterne, le quali sono forse da ricercarsi in certi fenomeni di cambiamenti (raccorciamento) nel torace o nel meccanismo della respirazione. In ogni caso è

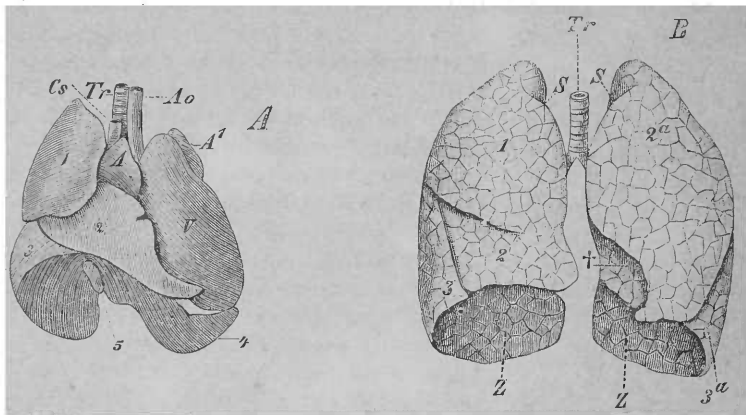


Fig. 258. — **A** Polmone destro della talpa, che supera 3-4 volte in volume il polmone sinistro del tutto senza lobi. **B** I due polmoni dell'uomo, visti dalla parte ventrale. 1, 2, 3, 4, 5 i diversi lobi polmonali, 2.^a e 3.^a il cosiddetto lobo superiore ed inferiore del polmone sinistro dell'uomo, Z, Z Superficie diaframmatica (base) del polmone; nella fig. **A** i numeri 4 e 5 corrispondono a questa superficie, + Incisura del cuore, S, S Solco per l'arteria succlavia, Tr Trachea, V Ventricolo cardiaco, A, A¹ I due atri, Ao Aorta, Cs Vena cava superiore.

certo che quel processo di regressione è già in pieno sviluppo nelle forme inferiori degli attuali mammiferi; esso, dunque, deve avere incominciato già nei loro antenati. Una chiara conoscenza di tali rapporti lo presuppone, dunque, nella filogenia dei polmoni dei mammiferi, e l'avvenire mostrerà se la cosa è mai possibile.

Dall'asimmetria del sistema bronchiale esistente nella massima parte dei mammiferi, si possono trarre le seguenti conseguenze.

Giacchè il lobo superiore del polmone destro appartiene al bronco eparterioso, il lobo superiore della parte sinistra, invece, al primo bronco iparterioso, risulta che i lobi superiori dei due polmoni non sono omologhi, ma che il lobo polmonale destro ripete piuttosto il lobo superiore della parte sinistra. Il polmone destro in tale caso contiene un elemento di più del sinistro.

Da quanto fu detto si deduce che nei polmoni dei mammiferi si tratta di lobi polmonali, e voglio ancora accentuare che la formazione dei lobi, principiante sempre all'estremità superiore dei polmoni, sta in seconda linea di fronte alla ramificazione bronchiale nella struttura morfologica dell'organo e che mai vi partecipa più di un bronco late-

rale. Da ciò, inoltre, risulta che il cosiddetto lobo polmonale inferiore dell'anatomia umana non merita il nome di un vero *lobo* polmonale, giacchè, includendo il bronco principale, rappresenta il vero e proprio *tronco* del polmone.

Tale conoscenza della struttura lobosa del polmone dei mammiferi, acquistata essenzialmente dopo ricerche anatomico-comparate, trova la sua conferma anche nell'ontogenesi. Così già nell'embrione umano di quattro settimane si riconosce la prevalenza del polmone destro colle sue *tre* convessità a gemma, mentre il polmone sinistro non ne possiede che due, come da principio (W His).

Qui non posso estendermi ulteriormente sulla straordinaria varietà di forme e numero dei lobi polmonali, e voglio solo osservare ancora quanto segue sulla più fina struttura del parenchima polmonale dei mammiferi.

I bronchi divengono sempre più sottili verso le loro ramificazioni terminali, posseggono nelle loro pareti sempre più scarsi elementi cartilaginei, finchè questi mancano del tutto nei bronchi finali. Questi terminano in vescichette imbutiformi, nei così detti *infundiboli*, e dacchè le loro pareti sono in molti punti rigonfie ad *alveoli*, così viene raggiunto un notevole ingrandimento della superficie. Questo poi giova alla fitta rete di capillari che avvolge gl'infundiboli e quindi anche al ricambio dei gas, che ha luogo negl'infundiboli e negli alveoli.

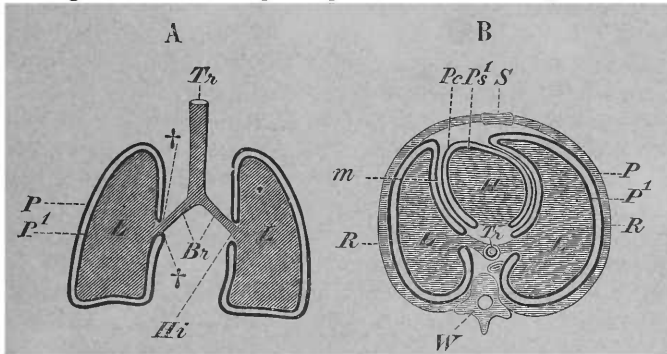


Fig. 259. — Schema dello spazio pleurale e pericardiale dei mammiferi, prendendo a base i rapporti dell'uomo.

A Taglio frontale, **B** Taglio trasversale.

Tr. Trachea, *Br* Bronchi, *LL* Polmoni, *H* Cuore, *W* Colonna vertebrale, *P* Foglio parietale della pleura, *P'* Foglio viscerale, † † Punto di piegatura d'ambidue all'ilo polmonale (*Hi*), *m* Foglietto mediastinale della pleura, *Pc, Pc'* Foglietto parietale e viscerale del pericardio, *R* Coste (parete toracica), *S* Sterno.

Come si ingrandisca straordinariamente la superficie respiratoria del polmone dei mammiferi per l'esistenza di quelle vescichette terminali, si può dedurre pensando che 3-400 milioni di infundiboli rappresentano nel polmone dell'uomo una superficie respiratoria di 189, 84 metri quadrati.

Già parlando del peritoneo ho accennato che anche il *cavo toracico* è rivestito da una membrana sierosa, dalla *pleura*. In essa si può distinguere un foglietto parietale ed uno viscerale, come noi possiamo

constatare anche nel peritoneo degli organi addominali (Fig. 259 *P*, *P*¹). Il foglietto viscerale vien detto *pleura polmonale*, il parietale *pleura costale*; quello ravvolge non solo i polmoni, ma anche il pericardio (fig. 259, *Pc*, *Pc*¹). La parte della pleura che si estende alla superficie mediana dei polmoni, vien anche detta *mediastino*.

Giacchè tra i due foglietti si trova un liquido simile alla linfa, il movimento dei relativi organi può compiersi liberamente.

Pori addominali.

Nei vertebrati vi sono tre vie possibili di comunicazione dello spazio pleuroperitoneale col mondo esterno. Due di queste, cioè i nefrostomi e gli ostii addominali delle tube, verranno studiati più tardi; ora ci occuperemo solo della terza, dei cosiddetti *canali peritoneali* o *pori addominali*.

Per quanto, anzitutto, riguarda i *ciclostomi*, non è ancora certo se quell'apertura impari che sta dietro l'ano, e che venne finora nominata *poro addominale*, sia veramente da considerarsi come tale (fig. 260).

Dai *selaci* in poi i canali addominali sono di regola pari, e stanno (fig. 260 *B Pa*) dietro le così dette tasche anali (*A T*), ciascuno sotto una piccola papilla cutanea (*Pp*). Non si trovano in tutti i selaci; mancano completamente, p. es. nei *notidanidi*, *cestracionidi* e *rinidi* ed in parte negli *scillidi*. Specie dello stesso genere possono sotto tale rapporto comportarsi in modo opposto, possono, anzi, ora trovarsi, ora mancare in animali della stessa specie; è possibile che si trovino in alcuni solo durante l'epoca della riproduzione (Turner).

Nei *ganoidi*, tra i quali (negli storioni e specialmente nella *spatularia*) sono assai larghi, stanno sempre davanti all'apertura urogenitale e dietro l'ano, a destra e sinistra delle pliche cutanee limitanti l'apertura anale (Fig. 260, *D Pa*). Nell'*Actipenser* le tre o quattro aperture sono molto più vicine tra loro che nella *Spatularia*. Nell'*Amia* non ho potuto trovare canali addominali.

Come i ganoidi si comportano gli *olocefali* ed i *teleostei*; fra gli ultimi, peraltro, si trovano solo nei *salmonidi*, *murenoidi* e *mormiridi*.

Nei salmonidi i pori addominali stanno a destra e sinistra vicini all'apertura anale, ma non si trovano colla stessa regolarità in tutti i generi. Spesso si trovano solo da una parte o mancano del tutto per chiusura secondaria. E certo che si trovano in ambedue i sessi, ma in nessuno dei due hanno a che fare colla eliminazione dei prodotti sessuali (?) (M. Weber).

Nel *Ceratodus*, come nei selaci, i pori addominali sono situati dietro l'ano e l'apertura urogenitale; nel *Protopterus* (fig. 260 *C*) un canale impari (1) per lo più giace un po' innanzi all'ano, e si apre esternamente a destra o sinistra, secondo che l'ano è a destra o sinistra della linea mediana. Per esso si giunge in una cavità impari, limitata da pareti quasi fragili, le quali sono poste alla parte dorsale della

(1) I pori addominali possono anche mancare del tutto (v. sopra i selaci).

cloaca. La cavità si estende nella direzione della testa quasi fino al livello degli sbocchi del sistema urogenitale, dove si chiude a mo' di cupola. In questa sua estremità a cupola si aprono i finissimi pori addominali.

In tutti gli *anfibi* (1) i pori addominali mancano completamente: si trovano, invece, di nuovo nei *rettili*, specie nei *cheloni* e *cocco-*

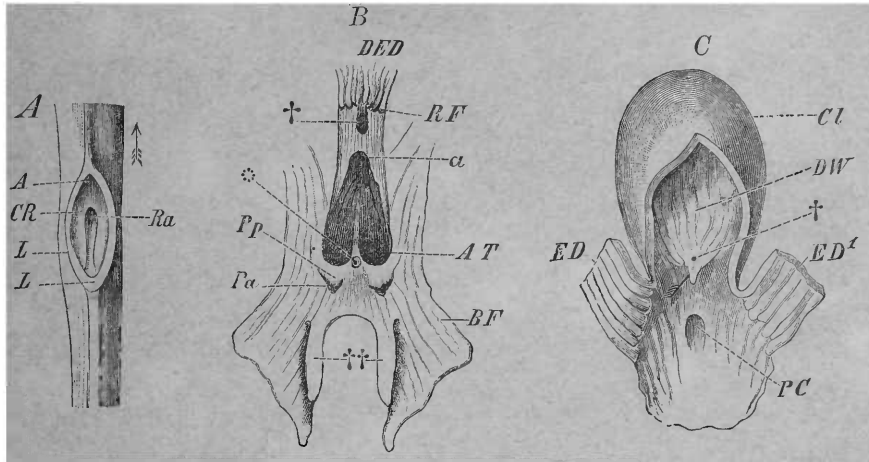


Fig. 260. — Pori addominali di diversi vertebrati.

A Ciclostomi, **B** Selaci, **C** Protopterus, **D** Spatularia.

A Apertura anale, **Pa**, **Ra**, **PC** Pori addominali, **Pp** Papilla, **AT** Tasche anali, **UG** ed **a** Apertura urogenitale, **L**, **L** Orlo labbriforme dell'apertura della cloaca, **CR** Spazio della cloaca, **DED** Pliche longitudinali dell'intestino terminale, le quali terminano in **RF** con un margine netto, * Punto di sbocco della ghiandola digitiforme, **BF** Pinna addominale, ++ Pterigopodii. La freccia in **A** indica la direzione verso la testa e può venir applicata a tutte le figure. Nella fig. **C**, **CI** indica il sacco cieco della cloaca, la cui parte dorsale è visibile in **DW**. In + v'è lo sbocco impari dei canali genitali, **ED**, **ED'** Intestino terminale aperto. La freccia indica lo sbocco degli ureteri.

drilli. (I lacertili e gli ofidi hanno tasche anali). Nei *cheloni* trovansi immediatamente sotto la mucosa del pene e della clitoride, al di sopra e vicino al margine esterno dei corpi cavernosi. Arrivati al livello del glande, entrano nella sua sostanza spugnosa (?), si restringono rapidamente e terminano a punta cieca (C. K. Hoffmann).

La presenza dei pori addominali in generi così diversi di animali, è una prova della loro antichità e della loro importanza fletica. Fisiologicamente,

nulla di sicuro è noto. Si tratta forse di un resto di canali segmentali. I pori addominali degli *elasmobranchii*, *olocephali*, *ganoidi*,

(1) È possibile che si trovino temporaneamente in certi stadii embrionali degli ictidi; ma è una semplice ipotesi.

dipnoi e mormiridi possono venir considerati come formazioni omologhe. Un valore speciale hanno i pori addominali dei ciclostomi e delle murene; si possono confrontare col poro genitale dei teleostei (M. Weber).

Bibliografia.

- Aeby Ch. *Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen* Leipzig, 1880.
 Van Bemmelen J. F. *Ueber vermuthliche rudimentäre Kiemenspalten bei Elasmobranchiern*. Mitth. d. Zool. Station zu Neapel, Vol. VI, 1885 (Vedi anche i lavori di questo autore citati nella bibliografia sul tratto intestinale).
 Dohrn A. *Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers*. Mitth. aus der zool. Station zu Neapel, Vol. VII, 1886.
 Dubois E. *Zur Morphologie des Larynx*. Anat. Anz. An. I, 1886.
 Fischer J. G. *Anatom. Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen*. Hamburg, 1864.
 Fürbringer M. *Beitr. zur Kenntniss der Kehlkopfmusculatur* Jena, 1875. (Contiene anche una estesa bibliografia sulla laringe in generale).
 Henle J. *Vergl. Anatom. Beschreibung des Kehlkopfes*. Leipzig, 1839.
 His W. *Zur Bildungsgeschichte der Lungen beim menschlichen Embryo*. Arch. f. Anat. und Physiol. Anno 1887.
 Kölliker A. *Zur Kenntniss des Baues der Lungen des Menschen*. Verhandl. der med. Gesellsch. z. Würzburg. N. F. Vol. XVI. (Vedi anche i manuali di anatomia umana di Aeby, Henle, Krause, ecc.).
 Rathke H. *Zur Anatomie der Fische*. Arch. f. Anat. und Physiol. 1838.
 Sagemehl M. *Beitr. z. vergl. Anat. d. Fische*. Morph. Jahrb. Vol. X, 1885.
 Strasser H. *Die Luftsäcke der Vögel*. Morph. Jahrb. Vol. III, 1877.
 Wiederheim R. *Das Respirationssystem der Chamäleoniden*. Bericht. der naturf. Gesellsch. zu Freiburg /B. Vol. I, 1886.

Celoma e pori addominali.

- Ayers H. *Untersuchungen über die Pori abdominales*. Morph. Jahrb. Vol. X, 1885.
 Beddard F. E. *Note on the systematic position of Monitor*. Anat. Anz. Anno III, 1888.
 Bridge. *Pori abdominales of Vertebrata*. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XIV.
 Gegenbaur C. *Bemerkungen über die Pori abdominales*. Morph. Jahrb. Vol. X, 1885.
 Lataste F. e Blanchard R. *Le péritoine du Python*, ecc. Extr. d. bull. de la Soc. zool. de France pour 1879.
 Furner. *On the Pori abdominales in some Sharks*. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. XIV.
 Weber M. *Die Abdominalporen der Salmoniden nebst Bemerkungen über die Geschlechtsorgane der Fische*. Morphol. Jahrb. Vol. XII, 1887.

H. Organi della circolazione.

(Sistema vascolare).

Gli organi della circolazione si dividono in un organo centrale, cuore, in organi periferici, vasi, ed in un liquido nutritivo composto di plasma e cellule, sangue e linfa. Di quest'ultima, la quale in parte circola in canali chiusi, in parte imbeve tutte le fessure, cavità e tessuti del corpo, parleremo più tardi; ora dobbiamo occuparci soltanto del

sistema vascolare sanguigno in senso stretto. Qui si tratta sempre di canali chiusi da ogni parte (vasi), i quali vengono denominati *arterie* e *vene*, secondo che contengono sangue ricco di ossigeno o di acido carbonico. Tale rapporto chimico non è, del resto, quello che regola sempre i loro nomi, e col nome di *vene* vengono chiamati i vasi che portano il sangue al cuore, di arterie quelli, invece, che lo portano fuori di esso.

3. *Capillari* nominiamo le ultime finissime ramificazioni dei vasi, di cui le più piccole sono appena trapassabili dalle singole cellule del sangue.

Il cuore, circondato dal pericardio, funge da organo centrale per il movimento del sangue ed è da considerarsi come una pompa aspirante e premente. Nasce, come l'intero sistema vascolare, alla parte ventrale dell'esofago, dietro la regione delle fessure branchiali (1), da una cavità, posta nella regione del mesoderma, cioè della *splanchnopleura*. Originandosi, come la parete intestinale, dallo stesso blastema, anche la sua parete si differenzia in tre strati, in uno *esterno peritoneale*, in un *medio muscolare* ed in un *interno epiteliale*. Coincide così nelle sue parti essenziali colla struttura dei vasi più grandi, le cui pareti sono anche costituite da tre strati (2); anche embriologicamente non rappresenta altro che un grosso tubo vascolare, che dapprima sta più o meno sull'asse longitudinale del corpo, ed in seguito subisce variazioni multiformi per le diverse estroflessioni e flessioni in genere. Così, p. es., il tubo del cuore piegato si divide in due parti dette *atrio* e *ventricolo*. Tra i due sorgono delle formazioni valvolari, le quali permettono il movimento in una sola direzione al sangue che circola sotto la pressione muscolare delle pareti del cuore, in direzione, cioè, dall'atrio al ventricolo, ed impediscono ogni ritorno del sangue. Tali formazioni si devono pensare sorte da un processo di differenziazione delle trabecole muscolari sporgenti nella cavità del cuore. Dal suddetto risulta che l'atrio rappresenta la parte venosa del cuore, destinata all'entrata del sangue, il ventricolo, invece, la parte arteriosa incaricata di spingere fuori il sangue; se poi aggiungo che la parte venosa si differenzia ancora in un *seno venoso*, e l'arteriosa in un *tronco arterioso* (3) fornito di maggior o minor numero di valvole, ho dato in tal modo una descrizione del cuore, come esso persiste sempre nei *pesci* e come si osserva, almeno temporariamente, nell'ontogenesi di tutti i vertebrati.

Collo sviluppo della respirazione polmonale avvengono anche nel cuore, dapprima così semplice, dei notevoli cambiamenti, i quali alla fine si riducono tutti in ciò, che alle due già esistenti divisioni se ne aggiungono altre due, cioè ancora un atrio ed un ventricolo; in breve il cuore

(1) Il pericardio si forma in massima parte al lato anteriore della cavità parietale o cervicale (Vedi i manuali di embriologia). Le prime grandi vie vascolari, e rispettivamente le loro formazioni anteriori, i *canali endoteliali*, si originano nella testa e nel tronco degli embrioni dei selaci dall'*entoblasto* della parete intestinale e dal *mesoblasto* che circonda l'intestino. Si tratta, dunque, di una doppia origine (I. RÜCKERT).

(2) La parete dei capillari è costituita esclusivamente da cellule e queste corrispondono allo strato interno epiteliale (intima) dei vasi più grandi.

(3) La parte prossimale, rigonfia, del tronco viene detta *cono*: la parte distale, più sottile, *bulbo arterioso*.

viene diviso in quattro parti. Ora si può distinguere nel cuore una parte *destra* (*venosa*) ed una *sinistra* (*arteriosa*), e così si rende possibile che

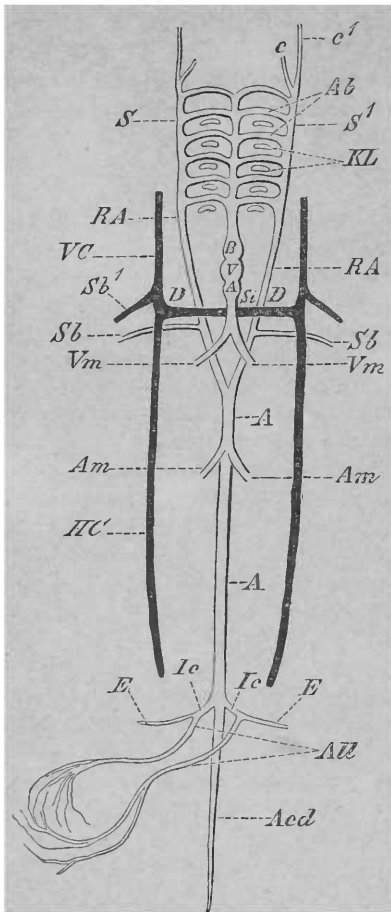


Fig. 261. — Schema del sistema vascolare nell'embrione.

A, A Aorta addominale, RA, RA Radice destra e sinistra dell'aorta, le quali nascono dai vasi branchiali *Ab* mediante i vasi comuni *S*, *S'*, *c*, *c'* Carotidi, *Sb* Arteria succlavia, *KL* Fori branchiali, *Si* Seno venoso, *A* Atrio, *V* Ventricolo, *B* Bulbo arterioso, *Vm* Vene onfalo-mesenteriche, *Am* Arterie onfalo-mesenteriche, *Ic*, *Ic* Arterie iliache comuni, *E*, *E* Arterie iliache esterne, *All* Arterie dell'allantoide (Arterie ipogastriche), *Acd* Arteria caudale, *VC*, *HC* Vene cardinali anteriore e posteriore, che in *Sb'* ricevono la vena succlavia e confluiscono nel dotto di Cuvier *D, D*.

tello, dove ha luogo il ricambio *R. Of. A L, Of. A*).

il sangue venoso spinto dal ventricolo destro nei polmoni per una via neo-formatasi (*arteria polmonale*), dopo di essersi in essi ossidato, ritorni per vie speciali (*vene polmonali*) al cuore, e precisamente alla sua metà sinistra, da cui giunge nella circolazione dell'intero corpo attraverso l'*aorta*.

Come si formino lentamente tali complicate disposizioni nella serie animale ascendente, vedremo in seguito, dopo di aver dato un breve sguardo alla circolazione embrionale. In questo caso vale il principio che noi comprendiamo l'essere studiando il divenire.

Circolazione fetale.

Nei primi periodi embrionali il bulbo arterioso si allunga verso la testa in un tronco lungo ed impari (*tronco arterioso*), il quale a destra e sinistra emette simmetricamente un grande numero di rami trasversali (fig. 261 *Ab*), che decorrono ciascuno tra due fori branchiali (*KL*) e si uniscono da ogni parte al di là di quelli in un tronco longitudinale (*SS'*) dopo di aver mandato dei rami alla testa (carotidi). Quelli sono *vasi branchiali*, ed i tronchi longitudinali rappresentano, molto più all'indietro, la radice destra e sinistra dell'aorta (*RA, RA*).

L'aorta (*A*) è, vita durante ed in tutta la serie dei vertebrati, il più interessante vaso arterioso del corpo, e, mandando continuamente rami, decorre come un forte tronco impari lungo la superficie ventrale della colonna vertebrale, all'indietro, sino all'estremità della coda, dove termina quale *arteria caudale* (*Acd*).

Durante il suo percorso partono da essa, in un certo periodo di sviluppo, le importanti *arterie-onfalo-mesenteriche* (*Am, Am*), le quali portano il sangue alla periferia del vitello, cioè la respirazione (fig. 262

Dopo ciò, il sangue ossidato ritorna per le vene onfalo-mesenteriche (*R. Of*, *L. Of*) e prima di sboccare nel seno venoso (*SV* del cuore, si mescola con esso il sangue venoso del *condotto di Cuvier* (fig. 261, fig. 262 *D* e *DC*).

Queste vie trasversali del sangue nascono per la confluenza delle *vene cardinali* anteriori e posteriori, di due grandi vasi, cioè, che pren-

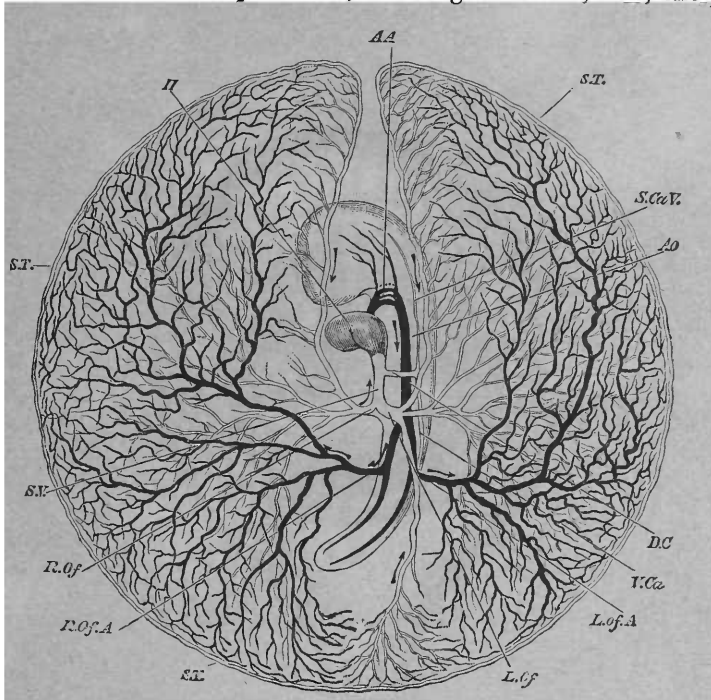


Fig. 262. — Schema del sistema vascolare del sacco vitellino di un pulcino alla fine del terzo giorno di covatura. Da BALFOUR.

H Cuore, *AA* Secondo, terzo e quarto arco dell'aorta; il primo è obliterato alla sua metà, ma alla sua estremità proximale si prolunga nella carotide esterna, alla distale nella interna; *AO* Aorta dorsale; *L. Of. A*, *R. Of. A* Arteria onfalo-mesenterica sinistra e destra; *S.T* Seno terminale; *L.Of.* e *R.Of.* Vena onfalo-mesenterica sinistra e destra; *SV* Seno venoso; *DC* Condotto di Cuvier; *S. Ca. V* e *V. Ca* Vena cardiaca superiore ed inferiore. Le vene sono segnate con doppio contorno, le arterie in nero. L'intera membrana germinativa è staccata dall'uovo e visibile al di sotto. Perciò, quanto sta a sinistra appare a destra e viceversa.

dono il sangue dal *corpo di Wolff* e dalle *coperture del corpo* (fig. 261, *VC*, *HC*; fig. 262, *S. Ca. V* *V Ca*).

Verso l'estremità posteriore del tronco, nascono dal tronco della aorta le due potenti radici dell'*arteria allantoidea*. Questi vasi importanti si diramano, come lo indica il loro nome, nell'allantoide, cioè, nel sacco urinario embrionale, che, come abbiamo detto nell'introduzione, nasce da una estroffessione dell'intestino terminale primitivo. Mentre l'allantoide cresce sempre più, si dispone alla parete interna del guscio dell'uovo e, giacché il guscio per la sua porosità permette l'en-

trata dell'aria esterna, serve, in un certo periodo fetale, da organo importante per la respirazione.

Fin qui i rapporti circolatorii del feto si trovano ancora in uno stadio d'indifferenza, cioè sono possibili ancora tre vie di ulteriore sviluppo.

O l'embrione abbandona tosto l'uovo, e come animale acquatico (*Anamnia*) si serve dei suoi vasi branchiali, respira, dunque, con branchie e adopera l'intera allantoide come una definitiva vescica urinaria

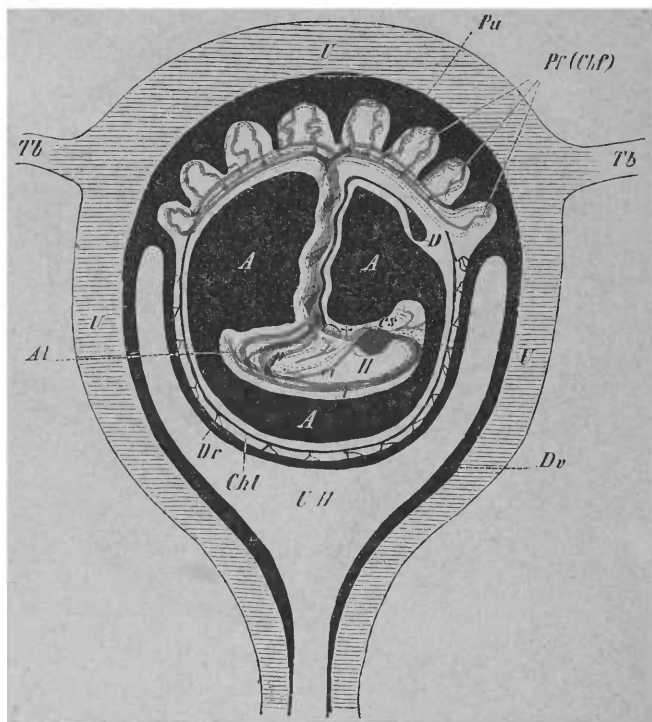


Fig. 263. — Sezione dell'utero umano gravido.

U Utero, Tb, Tb Tube, UH Cavità uterina, Dv Decidua vera che in Pu diviene placenta uterina, Dr Decidua riflessa, Pr Placenta fetale (Corio frondoso), Chl Corio liscio, A, A Cavità dell'amnio riempita da un liquido.

Dentro si trova l'embrione attaccato al cordone ombelicale. H Cuore, Ao Aorta, ci e cs Vena cava inferiore e superiore, p Vena porta, Al Arteria allantoidea (Arteria ombelicale), † Fegato attraversato dalla vena ombelicale, D Vescicola vitellina rudimentale.

(*anfibi*), o respira con polmoni conducendo vita terrestre (*sauropsidi*), ed in corrispondenza a ciò subisce una modificazione e relativamente una riduzione dei suoi vasi branchiali e della sua allantoide, la quale può regredire od atrofizzarsi completamente (in *certi rettili*, in *tutti gli uccelli*).

Finalmente, l'embrione può condurre più lungo tempo una vita intrauterina; i vasi della sua allantoide, formando i così detti *villi del corio*, si insinuano nella parete uterina e li acquistano i rapporti più intimi col sistema vascolare della madre, rapporti utili pel nutrimento

fetale. In breve, si forma una *circolazione placentare* ed una *placenta* (confr. il capitolo che tratta del nesso tra la madre e il feto).

Questo elevatissimo sviluppo raggiungono gli embrioni di tutti i mammiferi, eccettuati i monotremi ed i marsupiali, e perciò i due ultimi gruppi vengono detti *aplacentalia* di fronte agli altri mammiferi, chiamati *placentalia*. In questi ultimi uno dei compiti dell'allantoide è di trasportare i vasi fetali sulla parete uterina materna, ed appena assicurata la formazione della placenta, l'allantoide subisce un processo di regressione. La sua porzione situata fuori del feto s'atrofizza completamente, mentre la porzione intraddominale diviene in parte un cordone solido di tessuto connettivo (*urachus*) e in parte *vescica urinaria* definitiva coi suoi canali escretori (*uretra*). (Conf. il capitolo sull'apparecchio uro-genitale).

Tanto nei mammiferi che nei sauropsidi, in nessun periodo di sviluppo i vasi branchiali hanno *come tali* un compito fisiologico, ma divengono vasi interessanti del collo, del capo (*carotidi*), delle estremità superiori (*succlavia*), della circolazione nei polmoni (*arteria polmonale*), ovvero radici pari od impari dell'aorta.

Per quanto riguarda il numero dei vasi branchiali, come risulta dalla loro disposizione nelle larve degli anfibi, in certi dipneusti o nei ganoidi, vengono essi calcolati originariamente a *sei*. In ogni caso è certo che l'arteria polmonale nasce, nelle forme sunnominata, dall'arco arterioso del sesto arco viscerale posteriore.

Dacchè l'arteria polmonale nasce certamente in tutta la serie dei vertebrati sempre dallo stesso sesto paio degli archi arteriosi, non può esser giusta l'ipotesi finora accolta, per cui essa dovrebbe nascere negli *amnioti* dal quinto paio. Deve essere sfuggito all'osservazione un arco giacente tra il quarto ed il supposto quinto arco arterioso, ossia il supposto quinto arco arterioso degli amnioti deve essere in realtà il sesto arco arterioso. In breve, tra le arterie polmonali degli anfibi e quelle degli amnioti deve esserci una completa omologia (Boas).

Tale supposizione diviene certezza, giacchè van Bemmelen ha dimostrato nella *lucertola*, nel *tropidonoto* e nel *pollo* l'esistenza di sei archi arteriosi primitivi, di cui il quinto regredisce assai per tempo, ed il sesto diviene arteria polmonale.

Anche i rapporti dei mammiferi risulteranno tali da ulteriori osservazioni, e la teoria degli archi arteriosi potrà in avvenire essere formulata nel modo seguente. In tutti i vertebrati, forniti di polmoni, si ha la disposizione di *sei* archi arteriosi, di cui i due primi, *arco mascellare ed arco ioide*, s'atrofizzano quasi sempre di buon'ora; il secondo persiste solo nel *Lepidosteus* e nel *Polypterus*. Gli altri, dal terzo al sesto, persistono tutti nei ganoidi ossei, dipneusti, teleostei ed in alcuni anfibi; negli altri anfibi il quinto arco si atrofizza completamente al termine della vita larvale, e lo stesso succede durante la vita fetale in tutti gli amnioti. Il terzo paio di archi diviene *carotide* si negli anfibi che negli amnioti, il quarto paio d'archi (negli uccelli e nei mammiferi solo *un* arco del quarto paio) forma l'*aorta*, il sesto in tutti i vertebrati (eccettuati il *Lepidosteus* ed i *teleostei*, nei quali manca un vaso corrispondente all'arteria polmonale degli altri) le arterie polmonali (Boas).

Il cuore ed i suoi vasi.

Pesci.

Mentre nell'*Amphioxus* manca un cuore differenziato nel senso degli altri vertebrati, esso è bene sviluppato in tutti gli altri pesci e sta al davanti nella cavità del tronco, subito dietro la testa. Il cuore è sempre formato secondo lo stesso tipo fondamentale, già sopra descritto.

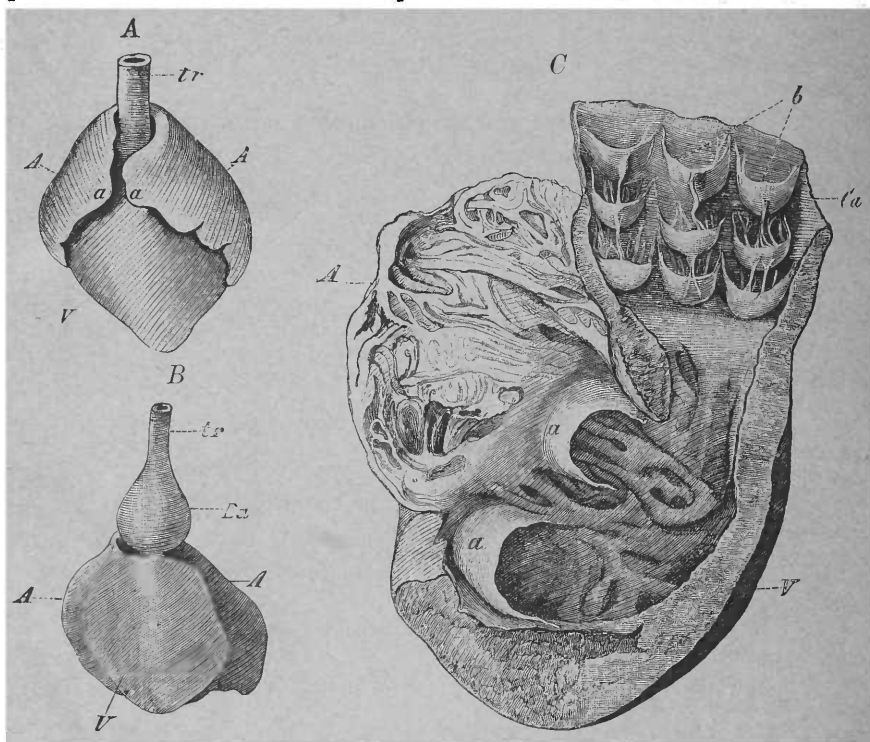


Fig. 264. — *Diversi cuori di pesci.* — **A** Della *Zygaena malleus*, **B** Del *Silurus glanis*, **C** Cuore di uno squalo, aperto.

A, A Atrii, *a, a* Orecchiette del cuore, *V* Ventricolo, *Ba* Bulbo arterioso, *tr* Tronco arterioso. In *C* le lettere *a, a* indicano le valvole atrio-ventricolari, *b* le valvole del cono arterioso (*Ca*).

Si trova, dunque, una *camera* (fig. 264 *A, V*) ed un *atrio*, il quale riceve il sangue da un *seno venoso* e si estroflette lateralmente formando l'*orecchietta del cuore* (fig. 264 *A, A*). In corrispondenza al diverso compito fisiologico delle due parti, l'atrio ha una muscolatura più debole il ventricolo, invece, una più forte, internamente a rete od anche con trabecole; questa è una legge che vale in tutta la serie animale (fig. 264 *C, A*).

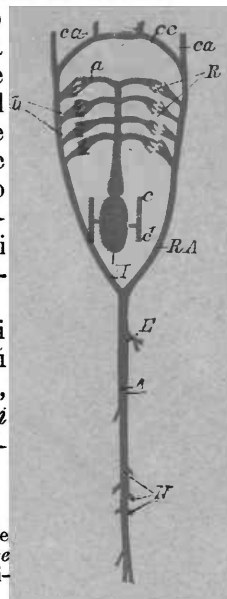
Al punto di passaggio tra atrio e ventricolo, al così detto « Ostio

atrio-ventricolare » si trovano di regola due, talvolta anche più (fino a 6), valvole cutanee (fig. 264 *Ca, a*). Nel tronco arterioso si trovano più valvole disposte in fila (fig. 264 *C, Ca, b*). Esse sono numerosissime presso i *selaci* ed i *ganoidi*, ma nella maggior parte delle valvole rivolte allo indietro, cioè verso il ventricolo, si manifesta qua e là la tendenza ad un processo di regressione. Soltanto la fila anteriore delle valvole non regredisce, ed essa è quella che corrisponde all'unica fila di valvole dei teleostei, le quali giacciono tra il ventricolo ed il bulbo. Parallelamente alle valvole, regredisce anche, più o meno, il cono arterioso dei teleostei, cosicchè il bulbo arterioso tocca sempre direttamente il ventricolo (fig. 264 *B, Ba*).

Il cuore dei pesci contiene solo sangue venoso, cui spinge attraverso le arterie branchiali (fig. 265 *a*) nei capillari branchiali (*R*), donde, successa l'ossidazione, viene condotto via per mezzo delle *vene branchiali* (fig. 265). Fu già spiegato più su come da esse si originino le radici dell'aorta.

Fig. 265. — Schema del sistema vascolare arterioso dei pesci.

H Cuore. *c, c'* Vena cardinale anteriore e posteriore, *a* Arterie branchiali, *R* Rete capillare dei vasi branchiali, *b* Vene branchiali, *ca* Circolo cefalico, *ca* Carotide. *RA* Radice dell'aorta, *A* Aorta addominale, *E* Arteria viscerale, *N* Arteria renale.



Dipnoi.

Anche nei dipneusti il cuore è posto molto all'innanzi, verso la testa, ma già, esistendo qui, oltre alla respirazione polmonare, anche una respirazione branchiale, presenta un gradino più elevato di sviluppo, che sta tra quello dei pesci e degli anfibi. L'atrio, e, fino ad un certo punto anche il ventricolo, è diviso in due sezioni per la presenza di un sepimento. Il cono arterioso è avvolto a spirale, possiede nel *Ceratodus* otto file trasversali di valvole e comincia anche a dividersi in due parti. Ciò è già successo completamente nel *Protopterus*, cosicchè qui scorrono una presso l'altra due correnti di sangue, una *arteriosa*, ed una *venosa* (fig. 266 *a, b*). La prima conduce il sangue delle vene polmonari, il quale viene spinto dall'atrio sinistro nel ventricolo sinistro e di qui nelle due arterie branchiali anteriori (fig. 266, *I, II*). La corrente venosa viene, invece, dal ventricolo destro, ed arriva, dopo essere

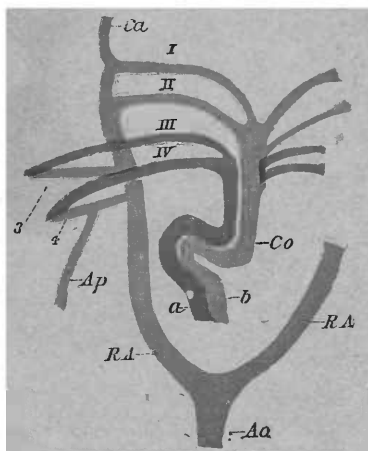


Fig. 266. — Schema della circolazione branchiale del *Protopterus*.

Co Cono arterioso che si divide in due parti *a* e *b*. Attraverso *a* scorre sangue arterioso puro nelle due arterie branchiali anteriori *I* e *II*; e attraverso *b* puro sangue venoso nelle due arterie branchiali posteriori *III* e *IV*. 3 e 4 indicano le vene branchiali e rispettivamente i capillari branchiali. *Ap* Arteria polmonare, *RA* Radice dell'aorta, *Ao* Aorta, *Ca* Carotide.

stata ossidata nella terza e quarta arteria branchiale, attraverso le relative vene branchiali, alle radici dell'aorta (III, IV, 3, 4, R A). Dalla vena branchiale posteriore nasce ad ogni parte l'arteria polmonare (fig. 266, Ap) che conduce ai polmoni, cosicchè il sangue viene qui ossidato ancora una volta, prima che ritorni attraverso le vene polmonari al cuore, cioè all'atrio sinistro.

Anfibi.

Eccettuati i gimnofioni, in cui il cuore giace molto all'indietro, in tutti gli altri anfibi noi lo troviamo ancora molto avanti nel torace, alla parte ventrale della prima vertebra. Come nei dipneusti, così anche qui si ha un setto degli atri più o meno completo, cioè fenestrato o anche solido. Al limite atrio-ventricolare stanno due vere valvole fibrose a tasca, le quali, mediante filamenti, sono unite alla parete ventricolare.

La spazio ventricolare è impari e nè negli urodeli, nè negli anuri si trova al suo interno traccia di una parete divisoria, cosicchè il sangue che esce da esso deve avere un carattere misto (fig. 267). D'ordinario il ventricolo è corto, e solo nell'*Amphiuma*, nel *Proteus* e nei

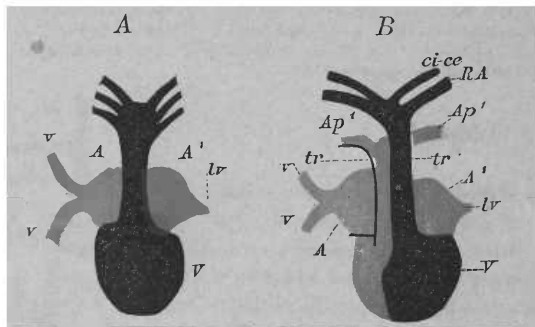


Fig. 267. — A e B Schema della ripartizione del sangue nel cuore degli urodeli e degli anuri. — A Atrio destro, A' Atrio sinistro, V Ventricolo, tr Tronco arterioso, diviso negli anuri in due parti tr, tr'. Attraverso tr scorre sangue venoso puro nelle arterie polmonari Ap Ap', attraverso tr' scorre sangue misto nelle carotidi ci e ce, e nelle radici dell'aorta R A; lv, lv Vene polmonari, v v Vene del corpo che sboccano nell'atrio destro.

gimnofioni si estende più in lunghezza. All'innanzi si aggiunge ad esso, come nel cuore dei selaci ganoidi e dipneusti, un cono e più avanti un tronco arterioso. Il primo è (nello sviluppo tipico) ravvolto a spirale, possiede ad ogni estremità una serie trasversale di valvole ed ha una plica spirale (1) sporgente nel lume. Ciò vale, p. es., per l'*Axolotl*, per l'*Amblystoma*, per la *Salamandra*, *Amphiuma* e *Siren*. In altri, p. es. nel *Menobranchus*, *Proteus*, *Gimnofioni*, ecc., si trovano processi regressivi, che si manifestano con un allungamento del cono, atrofia della plica spirale e di una fila di valvole.

(1) La plica spirale si deve pensar nata da valvole tra loro fuse.

Negli anuri la plica posta nel tronco o nel cono si estende tanto all'indietro, che in quello non esiste più uno spazio non diviso. Ne segue che quella porzione dei vasi branchiali, da cui nasce l'arteria polmonare, conduce solo sangue venoso, l'altra, però, sangue misto (fig. 267, B).

Come nei dipneusti, così anche negli anfibi dal breve tronco nascono ad ogni parte quattro arterie branchiali, che nella larva della salamandra, buon esempio tipico, si comportano come segue.

Le tre anteriori si portano ai tre ciuffi branchiali esterni, dove si scindono in capillari (fig. 268, 1, 2, 3). Da questi capillari nascono tre vene branchiali (I-III), che si dirigono verso il dorso, dove si fondono e formano da ogni parte le radici dell'aorta (RA). La quarta arteria branchiale (più debole) non va ad alcuna branchia, ma all'arteria polmonare (fig. 268, 4, Ap) nata dalla terza vena branchiale. L'arteria polmonare, dunque, conduce più sangue arterioso che venoso, e così il polmone della larva della salamandra si comporta come una vescica natatoria e non è capace di alcuna funzione respiratoria.

Dalla prima vena branchiale si origina medianamente la carotide interna (ci), lateralmente l'esterna (ce) (1).

Quest'ultima è, nel suo decorso all'innanzi, unita alla confinante prima vena branchiale (1^a) mediante anastomosi retiformi (†), e da essa vena si origina in seguito la glandola carotica della salamandra adulta, che funge da cuore accessorio. Come lo dimostra uno sguardo alla fig. 268, esistono in *a a* comunicazioni dirette tra la seconda e terza arteria branchiale e tra le relative vene branchiali.

Verso la fine del periodo larvale predomina per grossezza la seconda vena branchiale, ed anche il quarto arco arterioso è divenuto più grosso. Esso, riducendosi contemporaneamente l'anastomosi colla terza vena branchiale, fornisce la massa principale del sangue per l'arteria polmonare: questo, cioè, è assai più venoso che arterioso. Si arresta finalmente la respirazione per branchie, e da ciò segue che l'anastomosi degli archi vascolari non ha più luogo mediante i capillari, ma direttamente (fig. 269, 2, 3, 4). Si scioglie anche la unione tra il primo

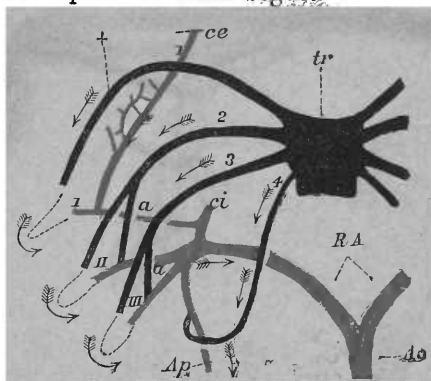


Fig. 268. — Archi arteriosi di una larva di salamandra. — Schema. Da J. E. V. BOAS.

tr Tronco arterioso, 1—4 le quattro arterie branchiali, di cui la quarta si unisce coll'arteria polmonare Ap, I—III le relative vene. *a, a* Anastomosi dirette fra la terza e quarta arteria e vena branchiale, *ce, ci* Carotide esterna ed interna, † Anastomosi retiformi tra la carotide esterna e la prima arteria branchiale (più tardi glandola carotica), RA Radice dell'aorta, AO Aorta. Le frecce indicano la direzione della corrente del sangue.

(1) Per dati più esatti, specialmente riguardo all'arco vascolare anteriore (*arteria iomandibolare*), rimando al lavoro di F. MAURER. Confronta anche il capitolo sull'organo respiratorio.

e secondo arco vascolare, e mentre quello diviene sistema carotico e questo una fortissima radice dell'aorta (fig. 269. *ce*, *ci*, *RA*), rimane per tutta la vita un'anastomosi (fig. 269 †) tra il quarto arco vascolare che diviene arteria polmonare ed il secondo, rispettivamente terzo arco vascolare. Questo è il *condotto di Botallo*.

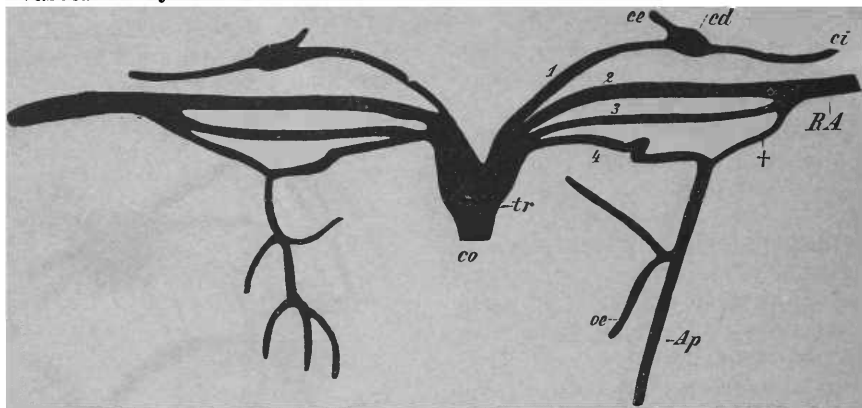


Fig. 269. — *Arco arterioso di una Salamandra maculosa adulta.* — Da J. E. V. BOAS.
Co Cono, *tr* Tronco arterioso, 1—4 i quattro archi arteriosi, *ce* Carotide esterna, *ci* Glandola carotica, *ci* Carotide interna. Il quarto arco arterioso è assai più sviluppato come arteria polmonare (*Ap*) ed è unito al 2.^o o 3.^o arco mediante un sottile condotto di Botallo (†). *RA* Radice dell'aorta, *oe* Ramuli esofagei.

Il terzo arco soggiace, relativamente al suo sviluppo, alle più diverse variazioni: può anche trovarsi da una sola parte o mancare del tutto.

Nelle larve degli anuri si trovano anche da ogni parte quattro arterie branchiali; sono unite alle relative vene mediante anastomosi dirette (268 *a*, *a*) e non mediante capillari. Ne segue che qui viene ossidato tutto il sangue.

Nella rana adulta il terzo arco arterioso è del tutto oblitterato ed il primo è completamente diviso dal secondo. In tutto il resto si comporta come la salamandra.

Rettili.

Anche in essi, come in genere in tutti gli amnioti, il cuore si forma molto all'avanti, verso il collo, in vicinanza delle fessure branchiali, ma più tardi, quando si sviluppa meglio un collo, il cuore si abbassa nella cavità toracica, più che negli *anamnia* (1). Ne segue che il nervo vago, una importante fonte d'innervazione per il cuore, viene in corrispondenza a ciò più stirato, e guadagnano in lunghezza tanto le carotidi che ascendono alla testa, quanto le vene giugulari che ne discendono.

Il progresso principale in confronto al cuore degli anfibii, sta nella

(1) Più all'avanti che in tutti lo troviamo, allo stadio adulto, nei lacertili e nei cheloni; più indietro nelle *anfisbene*, *serpenti* e *coccodrilli*.

presenza di una parete divisoria dei ventricoli, sia essa imperfetta, come nei sauri, ofidi e cheloni, o perfetta, come nei coccodrilli (1). Sempre si uniscono due tronchi vascolari per la formazione dell'aorta o, per dirlo nel senso dell'anatomia umana, *esistono sempre due archi (radici) dell'aorta, uno destro ed uno sinistro* (fig. 270 C, † e *).

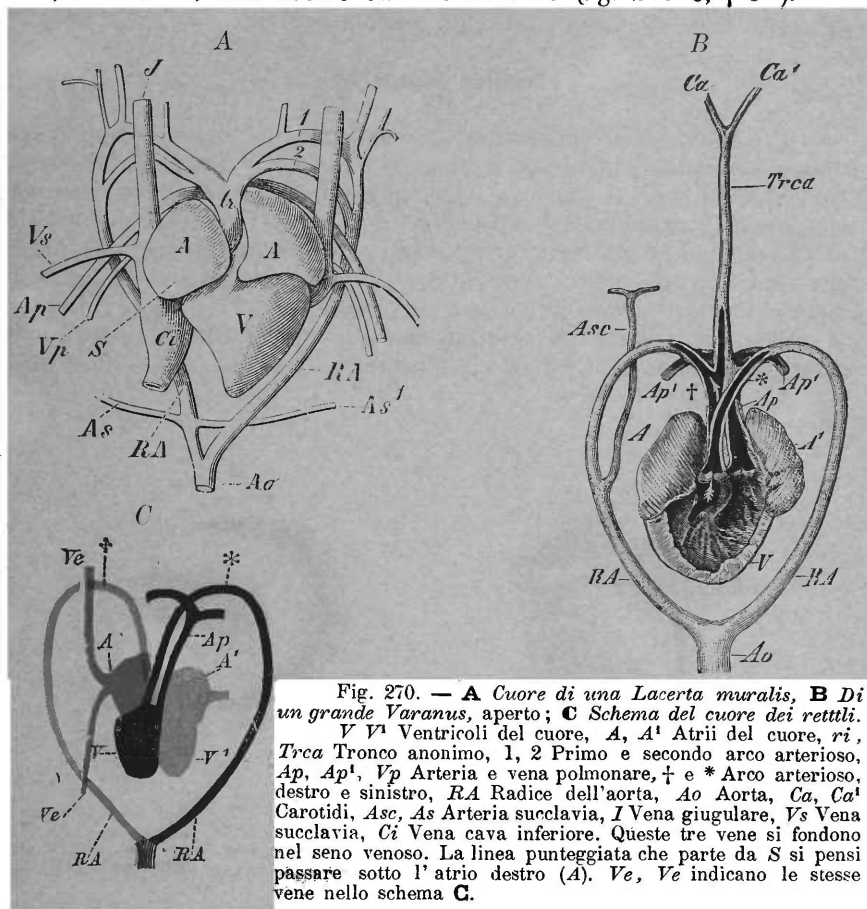


Fig. 270. — **A** Cuore di una *Lacerta muralis*, **B** Di un grande *Varanus*, aperto; **C** Schema del cuore dei rettili. *V* *V* Ventricoli del cuore, *A*, *A'* Atrii del cuore, *ri*, *Trca* Tronco anonimo, 1, 2 Primo e secondo arco arterioso, *Ap*, *Ap'*, *Vp* Arteria e vena polmonare, † e * Arco arterioso, destro e sinistro, *RA* Radice dell'aorta, *Ao* Aorta, *Ca*, *Ca'* Carotidi, *Asc*, *As* Arteria succlavia, *I* Vena giugulare, *Vs* Vena succlavia, *Ci* Vena cava inferiore. Queste tre vene si fondono nel seno venoso. La linea punteggiata che parte da *S* si pensi passare sotto l'atrio destro (*A*). *Ve*, *Ve* indicano le stesse vene nello schema **C**.

Ciascuno di essi può nella sua parte iniziale (fig. 270 A 1, 2) essere anche costituito da due archi vascolari anastomizzanti tra loro (*lacerta*), o da uno solo (in certi sauri, ofidi, cheloni, coccodrilli) (fig. 270 B, *RA*, *RA*). L'arco vascolare che sta più all'indietro è l'arteria polmonare (*Ap*, *Ap'*). In essa e nell'arco sinistro dell'aorta si versa il sangue del ventricolo destro, ed esso, secondo che il setto dei ventricoli è com-

(1) Anche qui esiste, del resto, una piccola apertura di comunicazione tra i due ventricoli, che vien detta *forame di Panizza*. Non molto lontano da esso trovasi, come nelle *tartarughe*, una piccola cartilagine ialina tra il punto di origine dell'aorta sinistra e dell'arteria polmonare.

pleto o no, o è perfettamente venoso (*coccodrilli*) o ha un carattere misto (per gli altri rettili cfr. fig. 270 C).

Le valvole del cuore hanno subita una notevole riduzione nella serie dei rettili, perchè si trova solo *una* serie di valvole si all'origine dell'aorta e dell'arteria polmonale che al confine atrio-ventricolare; e ciò vale d'ora in poi per tutti gli altri amnioti.

Uccelli e mammiferi.

Qui la divisione degli atri e dei ventricoli è sempre completa, ed in nessuna forma si trova più il sangue arterioso mescolato al venoso. I ventricoli d'ora in poi sono più sviluppati degli atri e la loro muscolatura è divenuta compattissima ed assai forte. Ciò vale specialmente per il ventricolo sinistro, il quale alla sua parete interna possiede potenti muscoli papillari ed intorno al quale è piegato a mezzaluna l'atrio limitato da una muscolatura assai più debole (fig. 271 B, *Vd*, *Vg*).

Come nei mammiferi, così anche negli uccelli l'atrio riceve, mediante la vena cava superiore ed inferiore, il sangue venoso del corpo,

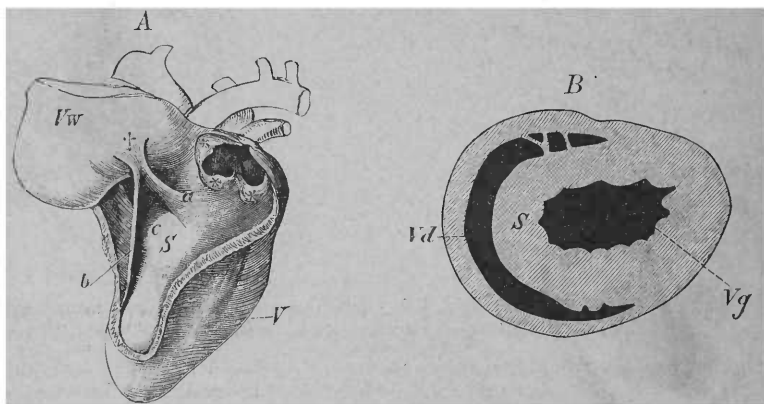


Fig. 271. — **A** Cuore del cigno con ventricolo destro aperto. *Vv* Parete anteriore del ventricolo, piegata all'indietro, per cui vengono tese le valvole atrio-ventricolari che nascono con due pieghe muscolari (*a* e *b*), † Loro punto d'inserzione alla parete ventricolare anteriore, *c* Imboccatura dell'ostio atrio-ventricolare, *S* Setto dei ventricoli, *** Le tre valvole semilunari dell'arteria polmonare, *V* Ventricolo sinistro.

B Sezione trasversale del ventricolo destro (*Vd*) e sinistro (*Vg*) del cuore della *Grus cinerea*. *S* Setto dei ventricoli.

ed il sangue del cuore stesso mediante la vena coronaria, ed è diviso, mercè una valvola bene sviluppata, dal ventricolo destro. La valvola (fig. 271 A, *a*, *b*, *c*, †) presenta, del resto, nella sua configurazione corintiforme (negli uccelli) una forma, che non si ripete nei mammiferi. In questi si sviluppa allo stesso punto una valvola a tre punte (*valvola tricuspide*), che è assicurata alla parete del cuore con filamenti tendinei. Ciò in cui i due tipi concordano si è nel possedere all'origine della arteria polmonare e dell'aorta tre valvole semilunari a tasca (fig. 271 A ***), ed inoltre, al limite atrio-ventricolare del cuore sinistro, una *valvola bicuspidale*, composta, cioè, da due cuspidi membranose.

Per quanto riguarda i grossi vasi che partono dal cuore, gli uccelli si distinguono dai mammiferi in ciò, che in essi l'arco arterioso *de-stro* (quarto), diviene arco dell'aorta, mentre in questi si metamorfosa il *sinistro*, ed inoltre negli uccelli l'arco opposto diviene sempre *arteria succlavia*. Dunque, in ambedue i casi si tratta sempre di *una sola, impari* radice dell'aorta.

L'arco vascolare posteriore diviene negli uccelli e nei mammiferi il sistema dell'arteria polmonare, ed in ciò essi concordano cogli anfibi e coi rettili.

Debbo rimandare ai manuali di embriologia per indicazioni più esatte, circa l'embriologia, p. es., del cuore dei mammiferi, dove si tratta dapprincipio di una comunicazione aperta tra i due atri, di un versamento, cioè, del sangue della vena cava inferiore nell'atrio sinistro attraverso il così detto forame ovale.

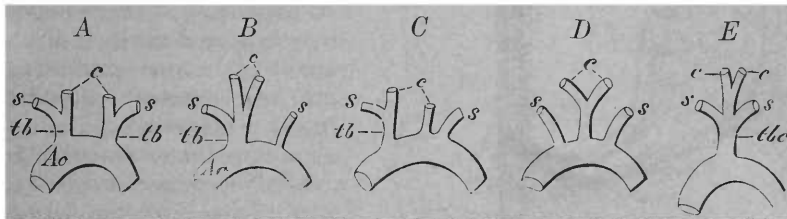


Fig. 272. — Cinque diverse modificazioni dei grandi vasi che nascono dall'arco dell'aorta.

Ao Arco dell'aorta, tb Tronco brachio-cefalico, tbc Tronco brachio-cefalico comune, c Carotidi, s Arterie succlavie.

Circa l'origine delle carotidi e della succlavia dall'arco arterioso, dominano nei mammiferi numerose variazioni, inquantochè i relativi vasi o nascono separati o si trovano tra loro uniti nelle più diverse maniere. Così si possono trovare, secondo i diversi gruppi di animali, da ogni parte un *tronco brachio-cefalico* (fig. 212 A), o un *impari tronco brachio-cefalico comune* (E), o finalmente un *tronco carotico comune* e da ambedue le parti un'origine separata delle succlavie, ecc. (D).

Sistema arterioso.

Venne già più volte accennato, che in tutti i mammiferi si trova un grande vaso posto al lato ventrale, lungo l'asse longitudinale del corpo, l'*aorta*, cioè, la quale nasce per la confluenza dei vasi branchiali. Da questi, peraltro, si formano anche le *carotidi* destinate per il collo e per la testa, una *interna* la quale provvede alla nutrizione del cervello, porta, cioè, il sangue specialmente nella cavità cranica, ed una *esterna*, che si diffonde sulla superficie esterna della testa, nella faccia, nella lingua e nei muscoli masseteri.

La *succlavia*, destinata per le estremità anteriori, ha un'origine assai variabile, ora simmetrica, ora asimmetrica. O nasce ancora nella regione dei vasi branchiali o dalle radici dell'aorta, o anche solo dal tronco dell'aorta.

Passando nell'estremità libera, diviene *arteria ascellare*. e più tardi

arteria brachiale. Questa, finalmente, si divide in due rami destinati per l'avambraccio, *arteria radiale* ed *ulnare*, dalle quali nascono nella palma della mano dei primati l'*arco superficiale* e l'*arco profondo*, o le *arterie digitali*.

Dall'*aorta*, in cui si possono distinguere una parte anteriore (*toracica*) ed una posteriore (*addominale*), nascono le *arterie intercostali*, *lombari* ed *intestinali*, che provvedono di sangue le coperture del corpo ed i visceri toracici ed addominali. Le intestinali si suddividono nuovamente in due gruppi principali, uno destinato al tratto intestinale, milza ed annessi glandolari (fegato, pancreas), ed uno destinato al sistema uro-genitale. Ambedue soggiacciono nei loro singoli rami alle più grandi variazioni di numero e dimensione. Così si trova ora una sola *arteria colico-mesenterica* (fig. 273 *Cm*), ora una *celiaca divisa* ed una o più *arterie mesenteriche, intestinali*, ecc. Lo stesso vale per le *arterie renali* e *genitali*.

La porzione terminale dell'*aorta addominale*, che sta spesso nel canale formato dagli ultimi archi delle vertebre, viene detta *arteria caudale* (fig. 273 *Aoc*), e relativamente al suo sviluppo sta naturalmente in proporzione colla grossezza della coda. Dove questa è rudimentale, p. es. negli antropoidi e nell'uomo, c'è una

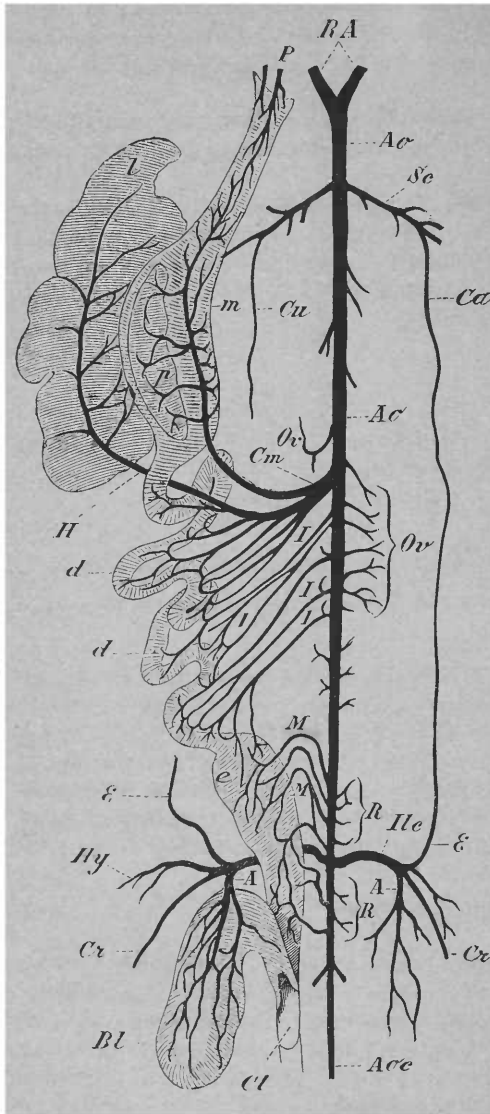


Fig. 273. — Sistema vascolare arterioso della *Salamandra maculosa*.

RA Radice dell'aorta, Ao, Ao Aorta, Sc Arteria succlavia, che nasce dell'arteria cutanea (*Cu*); questa s'anastomizza all'indietro coll'arteria epigastrica *E*, Ov Arterie ovariche, Cm Arteria celiaco-mesenterica, H Arteria epatica, I, I, I Arterie intestinali che vanno all'intestino medio, M, M Arterie rettali, R, R Arterie renali, Ilc Arteria iliaca comune, Cr Arteria crurale, Hy Arteria ipogastrica, A, A Arteria dell'allantoide, Aoc Aorta caudale.

Indicazioni del tratto intestinale. P Faringe ed esofago, m Stomaco, p Pancreas, l Fegato, d, d Intestino tenue o medio, e, e Intestino terminale, Bl Vescica urinaria, Cl Cloaca.

arteria sacrale media, ed in tale caso sembra che la massa dell'aorta non abbia in questa la sua continuazione, ma si nelle arterie iliache (fig. 273 Ilc) diramantisi nella regione del bacino.

Questi grandi vasi si dividono in una *arteria iliaca interna*, ossia *arteria ipogastrica*, che nasce dal principio delle arterie embrionali dell'allantoide ed è destinata per i visceri del bacino, ed in una *arteria iliaca esterna*, ossia *crurale* (fig. 273 Ilc, Hy, Cr), destinata per le estremità posteriori. La crurale può essere sostituita da una *arteria ischiatica* che fuoresce alla parte dorsale del bacino (p. es. negli uccelli).

All'estremità libera si ha una divisione dell'arteria principale, nota a noi già, nei tratti generali, per le disposizioni esistenti nella estremità anteriore.

Sistema venoso (1).

Pesci.

Negli embrioni di tutti i pesci s'incontra una vena dapprima pari, che poi diviene impari, e nasce nella coda come vena caudale, abbraccia con due rami la cloaca e poi decorre nuovamente come semplice tronco alla parte ventrale dell'intero intestino. È dessa la *vena sub-intestinale*, che sta anche in rapporto col sacco vitellino ed alla fine del periodo fetale s'atrofizza in parte o completamente (2), o col suo pezzo terminale prossimale si modifica nella *vena epatica sinistra*. La vena epatica destra nasce indipendentemente, ma in ambedue di regola si trovano allo innanzi, verso il cuore, degli allargamenti sinuosi.

Solo dopo che la vena subintestinale è implicata in un processo di regressione, apparisce alle due parti dell'aorta un secondo sistema venoso, medianamente ai reni primitivi, cioè le *vene cardinali*. Esse, in tutta la serie dei vertebrati, sia soltanto nell'epoca fetale, sia durante tutta la vita (anamnia), hanno una parte assai più interessante che la vena subintestinale, la quale negli amnioti non si trova neppure nel periodo fetale (3).

Le vene cardinali — e qui ho in mira specialmente i rapporti nei selaci — hanno d'ordinario una disposizione bilaterale, pure manifestano non di rado asimmetria: la vena cardinale può talvolta, anzi, trovarsi da una sola parte. Nei selaci (fig. 274) si trovano prima del loro sbocco nel condotto di Cuvier allargamenti sinuosi, come vengono osservati anche nelle vene epatiche (carattere lacunare).

Regolarmente v ha un paio anteriore ed uno posteriore di vene

(1) Il concetto del sistema venoso degli *Anamnia* ed in parte anche quello degli *Amnioti*, ha subito una modificazione essenziale dopo i lavori di F. HOCHSTETTER. Debbo, inoltre, a questo autore delle interessanti notizie partecipatemi per lettera sulle vene cardinali e vertebrali posteriori degli Amnioti.

(2) Negli embrioni dei teleostei la vena subintestinale sta in rapporto interessante col sacco vitellino come vaso afferente; in seguito si atrofizza. Nei petromizonti e nell'*Amphioxus* si mantiene nel suo pieno sviluppo. Qui si tratta, dunque, di rapporti primitivi. Nei *selaci* persiste solo nella valvola spirale, nei teleostei e ganoidi sparisce del tutto.

(3) Si dovrebbe altrimenti confrontar con essa la *vena vitello-intestinale*.

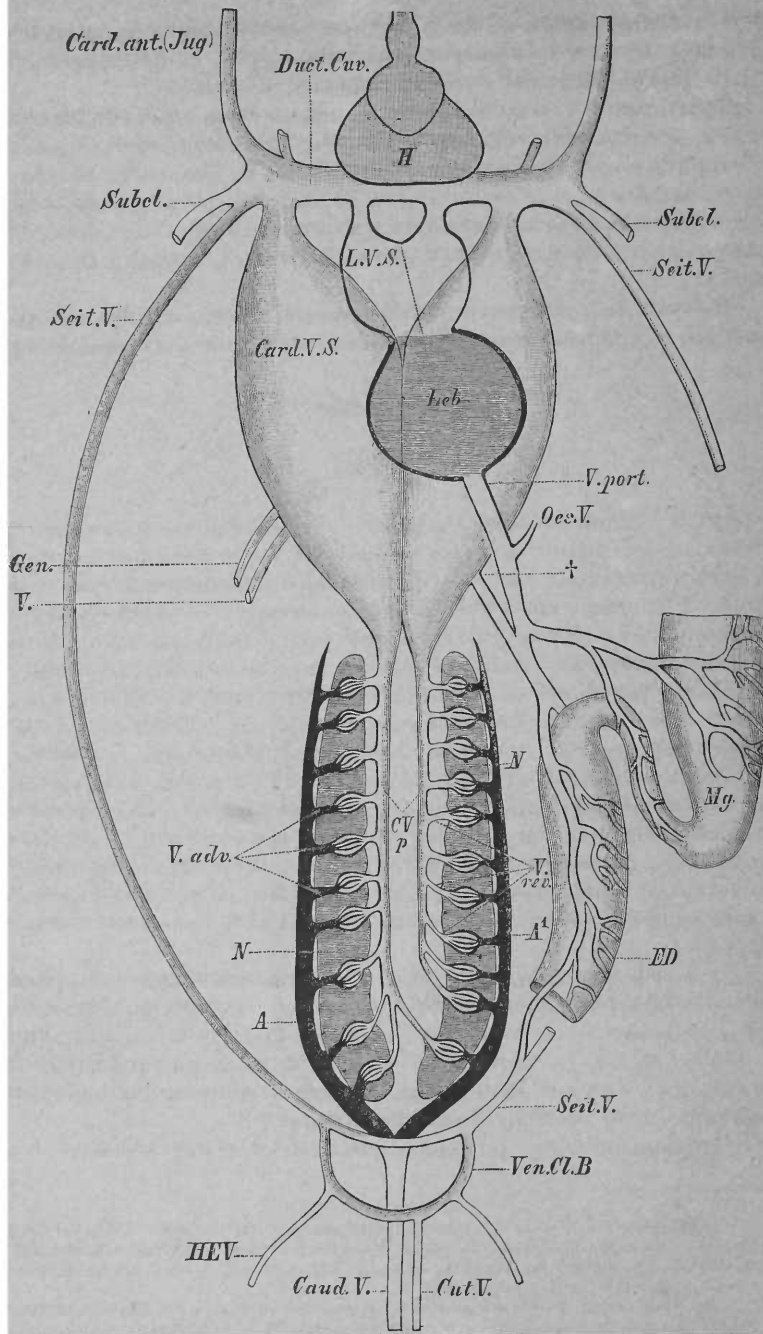


Fig. 274. — Sistema venoso dei selaci. — Schema.

H Cuore, *Duct. Cuv.* Condotto di Cuvier, *Card. ant. (Jug.)* Vena cardinale anteriore giugulare), *Subcl.* Vena succlavia, *Seit. V.* Vena laterale, che nasce da una rete venosa

cardinali. Le prime, dette anche vene iugulari, riportano il sangue dalla testa e dal collo; le seconde nascono nella regione dei reni primitivi e degli organi genitali, dove arriva il sangue venoso della regione della coda e della parte posteriore dell'intestino terminale e dove si possono scindere in rami come la vena porta (rapporto primitivo). In corrispondenza a ciò, si possono distinguere nel sistema della vena porta renale (1) *vene afferenti ed efferenti* (fig. 274).

Le vene cardinali anteriori e posteriori si uniscono a destra ed a sinistra del cuore da ambedue le parti in un vaso trasversale, *condotto di Cuvier*, il quale sbocca nel seno venoso. Dapprima vi si unisce anche la vena dell'estremità anteriore (fig. 274).

Il sangue del tratto intestinale scorre attraverso il sistema della *vena porta* per la massima parte nel fegato, dove si ramifica e si unisce di nuovo (nelle vene epatiche) nello stesso modo come ho già esposto descrivendo il sistema della vena porta renale. Parlerò più tardi sulla origine del sistema della vena porta epatica.

Oltre alle grandi vie venose finora descritte, esistono ancora nei selaci le *vene laterali* pari, che ricevono il sangue da una rete venosa situata nella regione della cloaca, dalle vene posteriori delle estremità, da una o più vene cutanee caudali e specialmente dalla copertura del corpo. Esse terminano pure nel seno venoso.

Le vene laterali sono di speciale interesse, perchè possiedono le loro analoghe nella vena addominale degli anfibi e nella vena ombelicale degli amnioti.

Anfibi.

Studiando l'embriogenia del sistema venoso degli anfibi, si trovano molti contatti cogli embrioni dei selaci. In seguito si manifestano ad ogni modo certe differenze, e queste consistono, anzitutto, nella presenza di una nuova vena, della *vena cava inferiore*.

Essa nasce al di dietro, nella regione dei reni primitivi, da una fusione delle relative porzioni delle vene cardinali. Al davanti è da considerarsi come una formazione del tutto indipendente. Negli *urodeli* e fra gli anuri indigeni, nel *Bombinator*, le porzioni delle vene cardinali, situate in questa regione del tronco, non s'atrofizzano (2), ma persistono

(Ven. Cl. B) giacente nella regione della cloaca, da una o più vene cutanee della coda (Cut. V.) dalle vene della copertura del corpo e dalle vene delle pinne ventrali (HEV), Caud. V. Vena caudale che all'estremità distale dei reni si divide in due rami A, A'. Da questi nascono le vene efferenti della circolazione della vena porta dei reni (V. adv.). V. rev. Vene efferenti della stessa, da cui nasce la vena cardinale posteriore destra e sinistra (CV), Card. V. S. Seno delle vene cardinali. I due seni stanno in comunicazione nella linea mediana. V. port. Vena porta del fegato, la quale riceve il suo sangue, parte dall'intestino terminale (ED) e dallo stomaco (Mg), parte dall'esofago (Oes. V). Nella regione dell'intestino terminale essa è unita con un ramo della vena laterale. Una parte del sangue defluisce presso † nel seno delle vene cardinali. In esso si vuotano anche le vene genitali (Gen. V.), LVS Seno delle vene epatiche, Leb fegato.

(1) La circolazione della vena porta renale può subire le più svariate modificazioni.

(2) Ciò succede in tutti gli altri anuri indigeni, cosicchè qui non si può parlare di un sistema di azigos. Furono, del resto, osservate delle eccezioni nella *Rana temporaria*, nel *Bombinator bombinator*, ecc., nel quale caso persisteva anche un tronco principale che univa le vene afferenti dei reni colle vene cardinali posteriori (G. B. Howes).

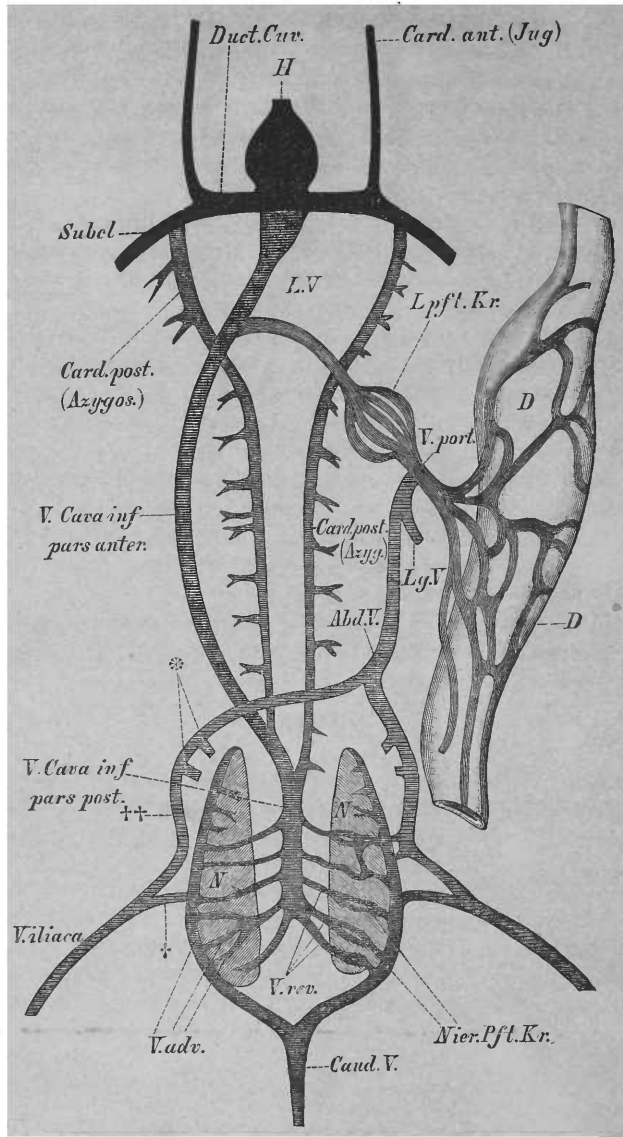


Fig. 275. — Schema del sistema venoso della *Salamandra maculosa*.

Caud. V. Vena caudale, che si divide alla circonferenza posteriore dei reni (*N, N*),
V. adv., *V. rev.* Vene afferenti ed efferenti del circolo della vena porta renale (*Nier. Pft. Kr.*),
V. iliaca, *Vena id.*, che si divide in un ramo posteriore (+) e in un ramo anteriore (++) ; il primo
va al rene, il secondo si unisce al suo contrapposto e forma così la vena addominale (*Abd.*
V.), la quale riceve il suo sangue anche dai rami * della cloaca, della vescica, e della
parte posteriore dell'intestino terminale. La sezione posteriore ed anteriore della vena cava
posteriore è segnata con *V. cava inf. pars post.*, e *pars ant.*; *Card. ant. (Jug)* e *Card.*
post. (Azygos) indica la vena cardinale anteriore e posteriore, e la vena giugulare ed azigos,
Subcl. Succlavia, *Duct. Cuv.* Condotto di Cuvier, *H* Cuore, *D, D* Intestino da cui nasce la
vena porta *V. e port.* *Lg* Vena longitudinale dell'intestino, *Lpft. Kr* Circolo della vena
porta epatica, *L. V.* Vena epatica.

come *vene azigos destra e sinistra* davanti all'aorta. Queste vene, le quali possono anche (nei *tritoni*) fondersi in un vaso impari, ricevono il sangue dalle coperture del corpo, dal canale spinale ed in parte anche dagli ovidotti. Decorrono all'innanzi, cioè verso la testa, e terminano in un solo tronco insieme alle vene delle estremità anteriori (vene succlavie). Hanno un volume molto minore della vena cava inferiore, la quale va acquistando sempre maggiore importanza. Se la porzione anteriore, indipendente dalla cava posteriore, non si sviluppa, il che succede in alcuni casi eccezionali, allora quelle, crescendo assai, possono sostituire la cava.

La vena cava inferiore o posteriore degli anfibi riceve il sangue dai reni, dal corpo adiposo e dall'apparecchio genitale: ha, dunque, lo stesso compito fisiologico delle vene cardinali posteriori dei pesci, nate dalle vene efferenti dei reni. Anche nella formazione delle vene efferenti esistono molti punti di contatto coi pesci. Si tratta, anzitutto, della vena caudale, cui si aggiungono anche le vene delle estremità posteriori, le *vene iliache*. Esiste, dunque, anche negli anfibi una circolazione della vena porta renale.

Debbo accennare ancora alla *vena addominale* che riceve il sangue della regione della cloaca, della vescica, dell'intestino terminale posteriore e dalle coperture addominali. Nella sua prima formazione essa è pari (confr. anche i pesci), decorre alla parte ventrale del tronco sotto il peritoneo verso l'innanzi, e termina (insieme ad una vena longitudinale dell'intestino negli urodeli, cioè ad un resto della vena onfalomesenterica, la quale è da considerarsi, forse, come ultimo resto della vena subintestinale dei pesci) alla parte concava (dorsale) del fegato, nella vena porta.

Del resto, ed alludo specialmente alle correnti venose che discendono dalla testa e dal collo ed al sistema della vena porta dell'intestino e del fegato, negli anfibi non vi è da osservare nulla di notevole in confronto al sistema venoso dei pesci (confr. fig. 274 e 275).

Amnioti.

Negli amnioti prima di tutte le altre vene del corpo nascono le vene cardinali anteriori, e tosto dopo le posteriori. Come negli *anamnia*, così anche qui le due paia di vene si uniscono nel periodo fetale, al livello del cuore, nel condotto di Cuvier, che dappriincipio giace trasversalmente (confr. fig. 274 e 275).

Le vene cardinali posteriori che si sviluppano molto e rapidamente, decorrono, come dappertutto, alle due parti dell'aorta, e ricevono il sangue specialmente dai reni primitivi. Più tardi si riversa in esse sempre più sangue anche dal tronco, e coll'apparire degli abbozzi delle estremità, ricevono anche da questi dei rami di rinforzo. Nelle estremità posteriori si sviluppa dapprima la vena ipogastrica (1); solo

(1) Non solo le vene delle estremità posteriori, ma anche quelle delle anteriori, cioè la *succlavia*, si versa a quest'epoca nelle vene cardinali posteriori. Così almeno nel pulcino (HOCHSTETTER).

più tardi si aggiunge la vena iliaca e così le radici della vena cardinale posteriore vengono sempre più rinforzate.

Frattanto, le porzioni delle vene cardinali posteriori, situate sopra

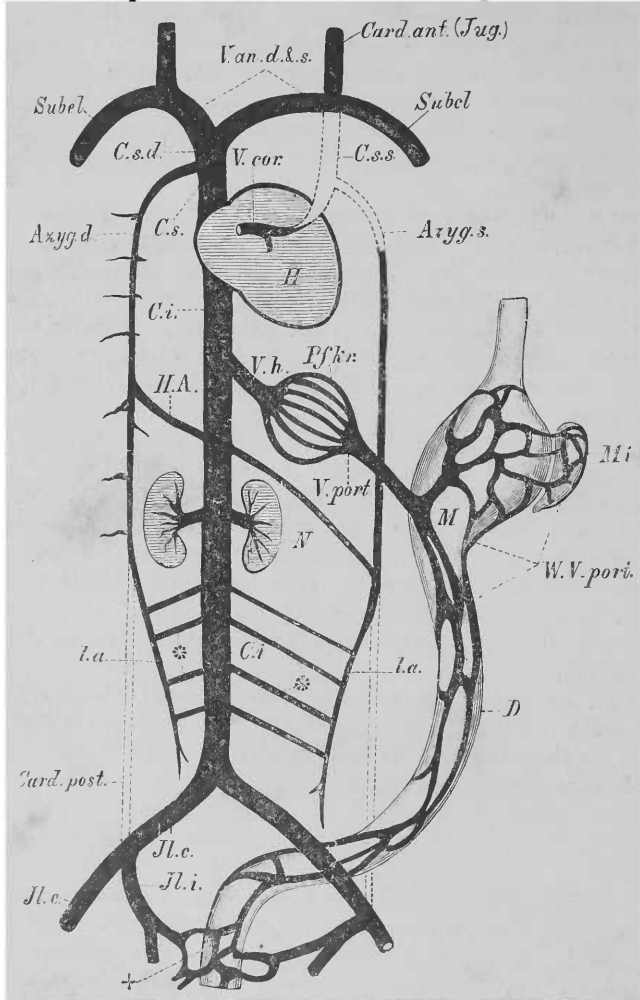


Fig. 276. — Schema del sistema venoso del corpo dei mammiferi, basato sulle disposizioni dell'uomo.

H Cuore, *M* Stomaco, *Mi* Milza, *N* Reni, *D* Intestino, *Card. ant. (Jug.)* Vena cardinale anteriore (giugolare), *Subcl.* Vena succlavia, la quale si unisce da ambedue le parti alla giugolare, formando la vena anonima destra e sinistra (*V. an. d. e. s.*). *C. s. d.* Vena cava superiore destra, in cui sbocca la vena azigos destra (*Azyg. d.*), *C. s. s.* Vena cava superiore sinistra, che s'atrofizza, mantenendosi soltanto il suo pezzo terminale come vena coronaria (*V. cor.*). *Azyg. s.* Tratto della vena azigos sinistra, che va sparendo, *IIA* Emiazygos, *Ci* Vena cava inferiore, *Il. c. Il. i.* Vena iliaca comune, interna ed esterna; † Intestino terminale, con cui sono uniti il sistema della porta e della cava, * * Vene lombari, che uniscono il sistema della cava con un vaso longitudinale sviluppatosi più tardi, cioè colla vena lombare ascendente (*L. a.*). Questa ricorda la vena vertebrale posteriore dei rettili; lateralmente sta l'atrofica vena cardinale posteriore (*Card. post.*), *W. V. port.* Parte dove nascono le radici della vena porta (*V. port.*), *Pf. kr.* Circolazione della vena porta epatica, *V. h.* Vena epatica.

i reni primitivi, hanno subita una regressione, mentre dal davanti, cioè dalle vene vitelline unitesi in un tronco nella regione epatica, si sviluppa la vena cava inferiore (confr. la vena porta epatica). Questa cresce sempre più all'indietro e viene a contatto col rene primitivo, da cui riceve il sangue venoso e lo porta al cuore. Frattanto, si forma nei reni primitivi una rete venosa, la quale permette al sangue delle vene cardinali posteriori di vuotarsi nella vena cava inferiore; in breve, si sviluppa anche negli amnioti (è certo almeno negli uccelli) temporariamente la vena porta dei reni primitivi. Alla comparsa dei reni definitivi essa regredisce, ed il sangue del bacino e delle estremità posteriori si vuota, attraverso le vene ipogastrica e crurale, nella vena iliaca comune, la quale poi da ambedue le parti sbocca nella vena cava inferiore.

In causa della sparizione dei reni primitivi, anche le vene cardinali s'atrofizzano per un certo tratto, come ho già osservato. Come la loro parte posteriore, rivolta verso la cava inferiore, si conserva quale vena ipogastrica o crurale e rispettivamente iliaca, così ciò vale anche per la loro porzione anteriore situata al disopra dei reni primitivi. Tale fenomeno si estende, del resto, solo ai mammiferi, e non ai sauropsidi, nei quali la relativa porzione delle vene cardinali regredisce (1). Qui vengono al loro posto nuove vene, le cosiddette *vene vertebrali posteriori*, ed esse sono quelle che conducono il sangue venoso dalle pareti del tronco e del canale spinale al cuore.

Le *vene vertebrali posteriori*, le quali, pel rapporto morfologico, sono di una importanza secondaria, presentano una grande varietà nelle diverse forme, sì per la loro presenza o mancanza, che per numero ed ordinamento, varietà che si spiega col loro sviluppo tardo. L'ultima spinta al loro sviluppo trovasi nella regressione dei reni primitivi e nella relativa regressione della parte anteriore delle vene cardinali posteriori: tale fatto rende difficile lo sbocco del sangue non solo dai vasi primitivi, ma anche dal tronco e dalla colonna vertebrale, nelle vene cardinali. Perciò si originano diverse nuove vie, che conducono al cuore il sangue venoso. Nella rana, p. es. (e ciò succede anche nella maggior parte degli amnioti) le vene si dilatano nel canale vertebrale, e portano il sangue o all'indietro attraverso le vene lombari nelle vene renali afferenti, o attraverso alle vene intercostali anteriori nelle succlavie. Qui, dunque, non si ha lo sviluppo di vene vertebrali posteriori. In altri casi, oltre al dilatamento delle vene del canale vertebrale, si sviluppano ancora delle anastomosi longitudinali tra le singole vene intercostali, le quali poi da ambedue le parti della colonna vertebrale (ora ventralmente alla origine delle coste — *Lacerta* — ora dorsalmente — *Testudo*) formano tutte insieme le vene vertebrali posteriori.

In alcuni casi si uniscono anche le vene intercostali (serpenti), e rispettivamente le vene vertebrali posteriori, col sistema della vena porta.

Se le suddette vene dei rettili e degli uccelli vengono esattamente chiamate vene vertebrali, non si deve scegliere questo termine per indicare le vene azigos ed emiazigos dei mammiferi. Queste due vene, in quanto decorrono alla faccia anteriore delle vertebre pettorali, vicino all'aorta, e nel

(1) Il grado di regressione delle relative parti delle vene cardinali varia assai nei diversi sauropsidi.

tratto di sbocco delle vene cave superiori, sono *resti delle vene cardinali posteriori*. Le regressioni manifestantisi anche nella regione di queste ultime, sono per lo più da attribuirsi all'atrofia della vena cava superiore sinistra. Perciò il deflusso del sangue venoso da certe vene intercostali viene reso possibile mercè formazioni anastomotiche, simili a quelle dei rettili. Però, esse non stanno allora più vicino all'aorta, ma ai lati del corpo delle vertebre, ventralmente rispetto al capo delle coste, e già per la loro posizione si distinguono dai vasi sorti dalle vene cardinali. Si aggiungono ancora formazioni anastomotiche (d'ordinario una) tra i resti delle vene cardinali delle due parti, e catene di anastomosi longitudinali (formate diversamente nelle diverse forme) da ambedue le parti tra le vene lombari: esse vengono dette nell'uomo vena lombare ascendente, e stanno alla parte ventrale dei processi laterali delle vertebre lombari, vicino al loro corpo. Questa vena pari, considerata da alcuni autori come resto delle vene cardinali posteriori, è un vaso di importanza affatto secondaria, e deve evidentemente la sua origine alle stesse cause meccaniche, che fanno sviluppare le vene vertebrali posteriori dei rettili.

Le *vene cave superiori* nascono essenzialmente dai condotti di Cuvier, i quali a poco a poco, prendendo una posizione obliqua, ed inclinata più all'indietro, ricevono sempre grandi masse di sangue dalla testa che va di continuo ingrossando, dal collo e dalle estremità anteriori, cioè dalla vena giugulare e dalla succlavia, mentre è assai limitato il flusso da parte delle vene cardinali posteriori, a cui ora già supplisce la vena cava inferiore.

Nei *rettili, uccelli* ed in *molti mammiferi*, si mantengono per tutta la vita *due vene cave superiori*, mentre in certi mammiferi, e fra questi anche nell'uomo, si ha un'atrofia parziale della vena cava superiore sinistra. Ciò succede perchè da queste si distende un'anastomosi trasversale alla vena cava superiore destra, la quale così guadagna in estensione, mentre la sinistra subisce una lenta atrofia. Finalmente, resta della vena cava superiore sinistra solo quel tratto terminale, che è racchiuso nel solco coronario del cuore. Questo tratto riceve il sangue venoso del cuore e persiste come *vena coronaria del cuore* (fig. 276). Questo processo regressivo ne produce un secondo nella regione della parte anteriore della vena azigos sinistra; essa regredisce in quel punto ed il suo sangue scorre all'azigos destra attraverso un'anastomosi trasversale sorta secondariamente. La sinistra d'ora in poi si chiama emiazigos (fig. 276).

Ancora una parola sulla circolazione della vena porta epatica più volte accennata.

Le prime vene che si presentano in tutti gli amnioti, sono le *vene onfalo-mesenteriche*. Esse raccolgono il sangue dal seno vascolare del tuorlo e lo conducono verso la testa in due potenti vasi che stanno alle due parti della scanalatura intestinale. Dietro il cuore, ventralmente all'intestino, si uniscono ambedue in un tronco comune, il quale termina nel seno venoso del cuore. Il fegato, derivante dall'intestino, cresce intorno alle vene onfalo-mesenteriche unite, e queste mandano rami nel parenchima del fegato (vene afferenti); d'altra parte, prendono da esso vasi venosi (vene efferenti), da cui si formano più tardi le *vene epatiche*, una destra ed una sinistra. Così regredisce il tronco venoso

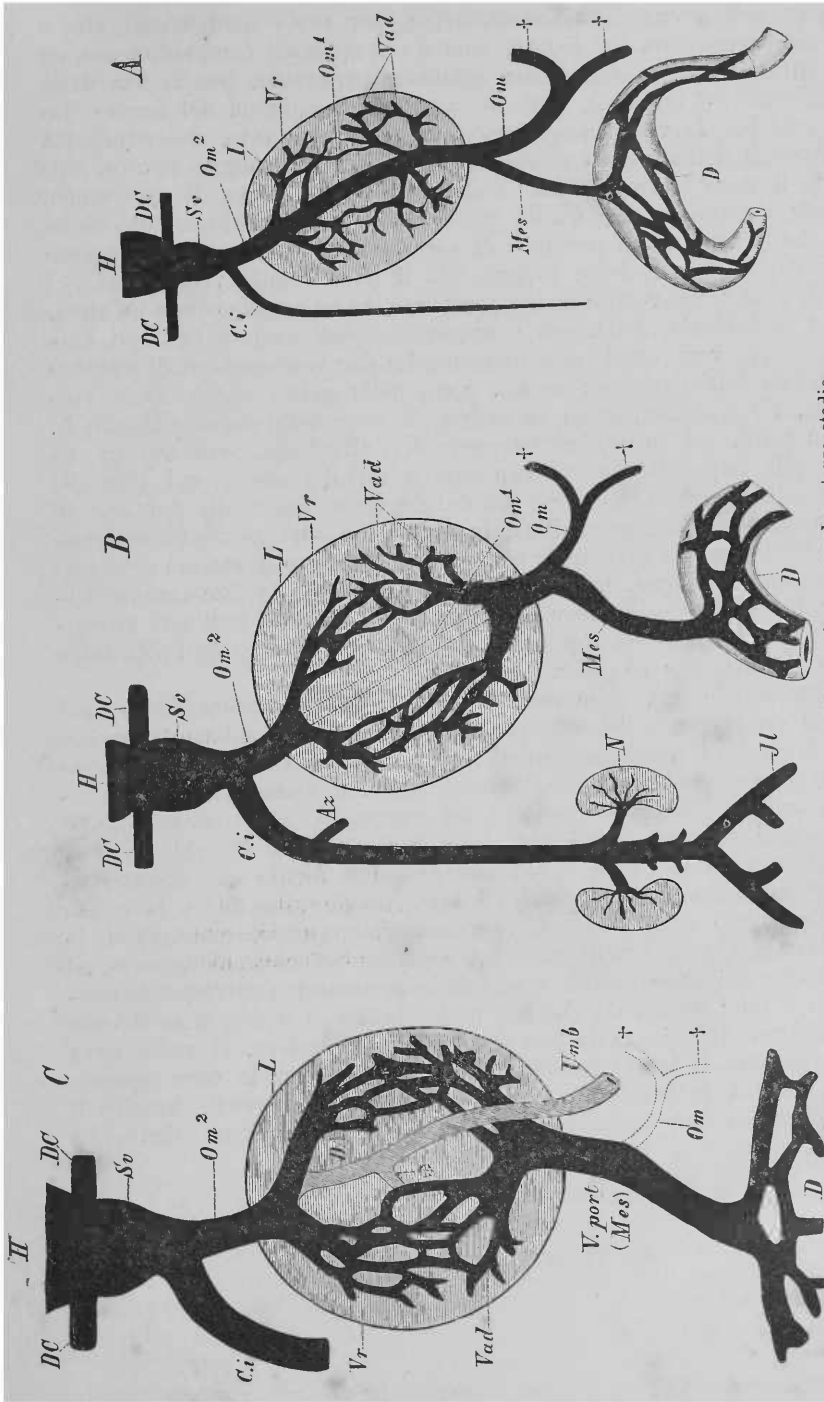


Fig. 277. — Sviluppo del circolo della vena porta epatica, A, B, C primo, secondo e terzo stadio. H Cuore, Sv Seno venoso, DC DC Condotto di Cuvier, Ci Cava inferiore, L Fegato, Om, Om', Om'' situata nel parenchima del fegato si senterica; la prima presenta ancora in ++ la sua doppia origine primitiva. Nello stadio B, la porzione Om' situata nel parenchima del fegato si atrofizza, cosicchè ora Om ed Om'' sono unite solo mediante capillari. Nello stadio C il tratto iniziale (Om) è sparito del tutto, si è sviluppata invece, la vena ombelicale Umb, DA Condotto venoso di Aranzio, * Unione della vena ombelicale coi capillari del fegato, Vr Vene efferenti, Vad Vene afferenti, Mes Vena mesenterica, più tardi vena porta (V. port.) che riceve il sangue dell'intestino (D), Az Vena azigos, H Vena iliaca, N Reni.

principale della vena onfalo-mesenterica, per tutto quel tratto che è posto nel parenchima del fegato, sino a che sparisce completamente, ed allora tutto il sangue delle vene onfalo-mesenteriche, per la via delle vene afferenti ed efferenti, deve attraversare i capillari del fegato. Lo stesso vale per la vena *mesenterica*, la quale, frattanto, si è sviluppata nella regione dell'intestino e, raccogliendo di qui il sangue venoso, rappresenta il vero territorio delle radici della vena porta. Il suo tratto terminale comunica con quella parte delle vene onfalo-mesenteriche unite, che è appunto in procinto di sprofondarsi nel fegato, ed il grosso vaso, sorto da tale fusione, rappresenta il tronco della vena porta.

Alle grandi vie venose finora accennate, se ne aggiunge ora un'altra, la *vena ombelicale*. Anch'essa è originariamente pari in tutti gli amnioti, come le vene onfalo-mesenteriche. Le due vene ombelicali nascono dall'abbozzo dell'allantoide: hanno, però, nella prima epoca della loro esistenza, l'importanza, quasi esclusiva, di vene delle pareti addominali. Solo più tardi, col successivo crescere dell'allantoide, entrano in un sempre più importante nesso con essa e talvolta anche coi villi del corio e colla placenta. In altre parole: le vene ombelicali (od una di esse) formano in quei mammiferi, in cui si ha una placenta materna ed una fetale, la via principale per cui il feto riceve il sangue arterioso dell'organismo materno. Eguale valore fisiologico ha la circolazione dell'allantoide nei sauropsidi, dove il sangue viene ossidato dall'aria che attraversa il guscio poroso dell'uovo. Qui la rete vascolare dell'allantoide aderisce intimamente al guscio.

Dapprima le due vene ombelicali sboccano direttamente in quel punto del seno venoso del cuore, dove s'insinuano i condotti di Cuvier, ma più tardi (non posso occuparmi ora dei singoli complicatissimi dettagli) la vena ombelicale destra subisce una regressione, mentre la sinistra si unisce colla rete capillare del fegato.

Perciò il sangue ombelicale deve percorrere il circolo epatico, prima di arrivare al cuore. Assai lentamente si forma una unione diretta tra la vena ombelicale sinistra che rimane alla fine sola e tra quell'ultimo resto delle vene onfalo-mesenteriche unite, che riceve le vene efferenti. Quella via diretta è il condotto arterioso di Aranzio, ed il suo sbocco nel tronco della vena onfalo-mesenterica corrisponde precisamente a quel punto, da cui già molto prima si è originata la vena cava inferiore. Raggiunta la sua disposizione definitiva, la vena cava inferiore sembra il tratto principale, in cui sboccano le vene epatiche destra e sinistra formate dal sistema delle vene efferenti, mentre il dotto di Aranzio s'atrofizza collo sparire della circolazione allantoidea e placentare.

Rapporti tra la madre e il feto in tutta le serie dei vertebrati.

È questo il luogo di occuparci dei rapporti fra madre e feto. Non avrò solo di mira i mammiferi placentali, ma esporrò l'interessante argomento con base più estesa.

I. Ananmii.

1. Selaci.

In certi squali vivipari, p. es. nel *Mustelus laevis* e nel *Carcharias*, delle pliche e rughe del sacco vitellino embrionale si insinuano nei relativi solchi della mucosa degli ovidotti (v. utero). Qua e colà si ha una grande ricchezza di sangue, ed i vasi intimamente intrecciati del sacco vitellino si insinuano talmente nella mucosa materna, da far pensare si tratti di quelle formazioni, che noi conosceremo nei mammiferi sotto il nome di *cotiledoni*. Qui, dunque, ha luogo evidentemente il primo peritoso tentativo del feto di farsi parassito della madre.

2. Teleostei.

Nel *Zoarces viviparus* si trovano, durante la gravidanza, nell'interno dell'ovario, villi straordinariamente ricchi di sangue, i quali sono sorti dai follicoli vuoti (*corpi lutei*) dell'ovario. Essi secernono nella cavità dell'ovario un liquido sieroso, torbido, mescolato a corpuscoli di sangue e linfa, da cui vengono risciacquati i numerosi embrioni rinvolti a grumi. Gli embrioni fanno movimenti di deglutizione, e così quel liquido giunge nell'intestino, nella cui porzione terminale, ricca di sangue, vengono digerite le cellule del sangue, dopo di aver forse servito anche alla respirazione come portatrici di ossigeno. Il siero viene riassorbito già nell'intestino medio (Stuhlmann). Non abbiamo ancora osservazioni precise sui prodotti regressivi degli embrioni del *Zoarces*.

L'uovo dei *ciprinodonti* e degli *embiotoci* (1) si sviluppa nel follicolo ricco di sangue; vi è, dunque, una nutrizione sufficiente per ciascun uovo che si sviluppa indipendentemente nella *semplice diffusione del sangue*. Anche in un animale affine al *Zoarces*, cioè il *Clinus*, deve supporre con grande probabilità una simile nutrizione del feto nei follicoli, e da più esatte e minute ricerche il numero delle specie vivipare nel gruppo dei *Blenniidi*, risulterà ancora maggiore.

Debbo qui ricordare ancora il viviparo *Anableps*, il cui sacco vitellino riccamente vascolarizzato produce *villi*, dai quali viene assorbito il liquido secreto dalle pareti follicolari dell'ovario.

(1) Devonsi attendere ulteriori notizie sulla covatura del *Bayre*, grossa cheppia del genere *Arius*, dove il maschio porta in bocca le grossissime uova.

3. Anfibi.

Nella *Salamandra atra* e *maculosa*, come pure nei *gimnofioni*, le grandi branchie aderiscono intimamente alla parete dell'ovidotto, e così rendono possibile non soltanto la respirazione, ma fors'anche i rapporti nutritivi tra madre e feto, chè altrimenti sarebbe inesplicabile la notevole grandezza dei piccini.

A questo gruppo appartiene anche il *Nototrema (Notodelphys)*, in cui i grandi sacchi branchiali campaniformi circondano a mo' di mantello l'embrione posto nella tasca dorsale della madre e nello stesso tempo sono anche in diretto contatto colla pelle materna (confr. gli organi della respirazione).

Anche nella *Pipa dorsigera* e nel *Rhinoderma Darwini*, dovrebbe trattarsi di uguali disposizioni.

Allo stesso tipo appartiene, inoltre, il rapporto nutritivo in cui negli *anfibi* e probabilmente anche nei *dipneusti*, ed in moltissimi *rettili*, sta il così detto *corpo grasso* (confr. il capitolo sugli organi genitali) colla glandola genitale. Qui pure i leucociti hanno gran parte e ricordano così le disposizioni osservate da Miescher nel salmone e da W. N. Parker nel *Protopterus*.

Nei *pesci* e negli *anfibi*, dunque, il cui uovo, fatta eccezione per il sacco vitellino, non produce ulteriori formazioni appendiciformi, non sviluppa, cioè, nè una sierosa (corio), nè un amnio, troviamo le formazioni più svariate, senza che si possa parlare di rapporti omologhi. La madre entra in rapporti nutritivi coll'embrione, ora mediante la mucosa dell'ovidotto riccamente vascolarizzata o la faccia interna della parete ovariale, ora mediante spazi linfatici sottocutanei. In nessun animale, in tutta la serie degli *ananmia*, e ciò è caratteristico, si trova una unione così intima tra i sistemi vascolari della madre e del feto, come nella serie degli *amnioti*. Noi vediamo che in questi, e specialmente nelle forme superiori, l'allantoide acquista una importanza sempre maggiore. La loro rete vascolare non serve solo per la respirazione, ma forma anche i tratti vascolari di quelle formazioni, che vengono dette *cotiledoni* e *placenta*.

II. Amnioti.

1. Rettili ed uccelli.

Nei *sauri (Trachydosaurus e Cyclodus)* esistono rapporti nutritivi fra la mucosa dell'ovidotto e la sierosa che circonda da ogni parte il sacco vitellino. Nei *pesci* nulla di sicuro è noto.

L'allantoide dei sauropsidi mostra appendici villiformi, le quali, strettamente parlando, non vanno qui trattate, servendo esse all'assorbimento dell'albume.

Ulteriori ricerche nei sauropsidi, e specialmente nei rettili, condurranno, senza dubbio, a molti interessanti fatti.

2. Mammiferi.

Il fatto che anche nei mammiferi si sviluppano un sacco vitellino ed una circolazione vitellina, per quanto rudimentali, prova che pur essi debbono essere discesi da animali, che, come i sauropsidi, hanno posseduto grandi uova ricche di vitello, e che quindi devono essere stati ovipari, come gli attuali monotremi (1).

Perdendo l'uovo dei mammiferi lentamente il suo contenuto vitellino, acquistarono questi a poco a poco, durante il loro lungo soggiorno intrauterino, una fonte più ricca di nutrimento da parte della madre, e così non abbisognarono più del materiale vitellino. Si venne ad un rapporto sempre più intimo fra il sistema vascolare della madre e quello del feto; tale processo segui, peraltro, lentissimamente, come lo dimostra il fatto che pure al giorno d'oggi esistono due ordini inferiori di mammiferi, i quali non hanno ancora raggiunto tale unione fra i due sistemi; essi sono i *monotremi* ed i *marsupiali*, noti sotto il nome di *aplacentalia* (più esatto sarebbe *achoria*). In contrapposto a loro, gli altri mammiferi vengono detti *placentalia* o *coriata*. Dobbiamo, anzitutto, esaminare quale sia il rapporto fisiologico tra madre e feto nei primi.

Nell'*uovo dei monotremi*, che è straordinariamente grande in confronto alle uova degli altri mammiferi, la nutrizione ha luogo attraverso la membrana del guscio, da parte della parete uterina. Cresce rapidamente così fino ad un diametro longitudinale di 15 e trasversale di 13 millimetri, viene deposto e portato nella borsa di covatura, dove sbuccia il piccino (confr. il capitolo sulla pelle).

Nella *Didelphys* e nel *Phascolarctos cinereus*, quando l'allantoide è ancora piccolissima, si trovano dei villi nutriti dai vasi vitellini in quel punto della sierosa (2), dove essa è fusa col sacco vitellino (3).

Noi vediamo, dunque, che persino nei mammiferi esistono rapporti fisiologici tra i vasi vitellini e la mucosa dell'utero.

È notevole la circostanza che le uova di tutti i mammiferi in periodi assai primitivi di sviluppo, cioè ancora prima della differenziazione della vescichetta ombelicale o vitellina, vengono nutrite dalla linfa uterina, cioè da leucociti che in massa attraversano la mucosa dell'utero. Più tardi entra in funzione la vescichetta ombelicale, ricca di vasi, e, dopochè questa ha finito il suo compito, i vasi dell'allantoide si insinuano nella sierosa fornita di villi, e di qui nella parete uterina, dove essi vengono ripresi dal sangue materno.

Così è raggiunto l'ultimo stadio della evoluzione dei rapporti fisiologici tra madre e feto.

(1) In favore di ciò parla anche il fatto che i *monotremi* ed i *marsupiali* producono anche al giorno d'oggi grandi uova, ricche di vitello.

(2) Del resto, la sierosa è liscia, ha, dunque, un aspetto assai primitivo.

(3) Negli altri marsupiali non vi sono formazioni villose. In questo caso il sacco vitellino coi suoi vasi aderisce direttamente alla mucosa uterina, che in tal punto subisce una degenerazione adiposa.

Questi rapporti cominciano colla formazione della così detta *placenta diffusa*, come si trova nel *porco*, nei *tilopodi*, nel *tapiro*, nei *monungoli* e *cetacei*, nell'*Hippopotamus*, nei *Tragulina*, *Sirenia* ed in alcuni *sdentati frugivori*.

In tutti questi si tratta di villi del corio distribuiti sulla guaina sierosa e vascolarizzati; sono di forma semplicissima, e non si adatta nemmeno ad essi propriamente il nome di placenta.

Il successivo più elevato gradi nodi sviluppo, è caratterizzato da una più ricca ramificazione dei villi del corio, i quali guadagnano in superficie e si uniscono in dati punti nei così detti *cotiledoni* (1), cioè in piccole placente indipendenti, più o meno numerose. Anche la mucosa uterina si mostra nei relativi punti ricca di sangue e rigonfia, cosicchè d'ora in poi si può distinguere una *placenta fetale* ed una *uterina*.

Una placenta cotiledonica posseggono il più dei ruminanti, ed alcuni di essi, come il *Cervus mexicanus* e la *giraffa*, offrono ancora una maggiore importanza formando un anello di passaggio, giacchè la loro placenta è in parte diffusa, in parte cotiledonica.

In tutti i mammiferi con placenta diffusa e cotiledonica, i villi del corio, per quanto riccamente ramificati, escono nella nascita dalla mucosa dell'utero; non escono, dunque, contemporaneamente parti dell'utero, cioè non si forma la così detta membrana decidua. Perciò tali mammiferi vengono detti *mammiferi non deciduati*.

Una forma più avanzata di sviluppo viene rappresentata da quella forma ch'è detta *placenta a disco*. Anche qui si può distinguere una placenta uterina ed una fetale, solo la loro unione è assai più intima che nelle forme sinora studiate. In ambedue i casi, che rappresentano un acquisto secondario, la parte placentale del corio si limita ad una parte relativamente piccola della parete uterina. Si tratta di quel punto, dove si forma la disposizione di un corio frondoso. I villi di quest'ultimo entrano, mediante finissime ramificazioni, in rapporti così intimi coll'utero, e penetrano tanto nella sua mucosa, da rendere finalmente impossibile un distacco da esso. Quindi nella nascita deve venire espulsa una parte più o meno grande della mucosa uterina, la così detta *membrana decidua*. Perciò siffatti animali vengono detti *mammiferi deciduati*. Una placenta a disco si trova negl'insettivori, rosicanti, chiroterri, lemuri e primati (*mammalia discoplacentalia*); una placenta a zona, che lascia più o meno liberi solo i due poli dell'uovo, si trova nei carnivori, pinnipedi ed elefanti (*mammalia zonoplacentalia*).

Da ciò risulta che la placenta deve usarsi con somma precauzione per la classificazione degli animali, perchè altrimenti (ricordo solo la *placenta diffusa*) possono venire aggruppati insieme i tipi più eterogenei.

Per quanto riguarda la fina struttura istologica della placenta, non posso ora occuparmene in esteso; voglio solo accennare alla circostanza che i villi non sporgono liberi nel sangue materno, ma nel loro avan-

(1) Il suo numero varia notevolmente; così nella pecora e nella vacca ve ne sono 60-100, nel capriolo solo 5-6.

zarsi introflettono le pareti dei capillari materni allargati sinuosamente e li spingono quasi avanti a sè. Ricevono, dunque, in tale maniera uno strato endoteliale fornito dal tessuto materno.

Reti mirabili.

Sotto tale nome si intende l'improvviso scomporsi di un vaso arterioso o venoso in un ciuffo di fini rami, i quali, anastomizzandosi tra loro, si sciogliono finalmente in una rete capillare, o dopo il loro scioglimento si uniscono di nuovo, formando un vaso più grande. Nel primo caso si tratta di una rete mirabile *unipolare*, nel secondo di una *bi-polare*. Se si tratta solo di arterie o di vene, allora si ha una *rete mirabile semplice*: se trattasi di ambedue le specie di vasi, si ha una *rete mirabile duplice*.

Le reti mirabili hanno sempre per iscopo un rallentamento della corrente del sangue e quindi un cambiamento nei rapporti di diffusione. Si trovano numerosissime in tutta la serie dei vertebrati, e nelle parti più varie del corpo, come, p. es., nei reni, dove il loro compito fisiologico or ora accennato è evidentissimo; inoltre, nei rami oculari della carotide interna, nelle pseudobranchie, nei vasi della vescica natatoria dei pesci, nella regione delle arterie intercostali dei cetacei, nella vena porta ecc., ecc.

Sistema dei vasi linfatici.

Negli *anamnia*, ossia nei *pesci* (1), *anfibi* e *rettili*, le vie linfatiche non sono ancora ben differenziate, e ciò vale specialmente per i *pesci*, ma in gran parte addette alle grandi vie sanguigne, e rispettivamente al bulbo arterioso ed al ventricolo del cuore, cioè formano in quest'ultimo caso, nel tessuto avventizio, delle guaine intorno ad essi. Si trovano, peraltro, anche già numerosi ed indipendenti vasi linfatici, i quali nascono da una rete capillare sotto la pelle e si diffondono nei legamenti intermuscolari.

I cosiddetti *cuori linfatici* dei pesci abbisognano ancora di più esatte ricerche. Sono bene studiati negli anfibi e nei sauropsidi. In essi son posti o soltanto all'estremità posteriore del corpo, tra il bacino e il coccige, od anche, come, p. es., nelle rane, tra i processi trasversali della terza e quarta vertebra. Negli urodeli si trovano numerosi cuori linfatici sotto la pelle lungo la linea laterale. Nei rettili si trovano solo

(1) Il sistema dei vasi linfatici dei pesci abbisogna di nuove ricerche, come risulta ad evidenza dall'eccellente lavoro di PAOLO MAYER. Secondo questo autore, cui in ciò si uniscono ROBIN e T. J. PARKER, mancano del tutto vie linfatiche costanti nella pelle dei selaci. Si tratta sempre o di una vena, arteria o capillare, i quali tutti, secondo le circostanze, portano puro sangue (corpuscoli bianchi e rossi con poco chilo) o chilo od un miscuglio di ambedue. Sono interessanti certe formazioni in forma di muscoli lisci disposti a sfintere intorno ai vasi; tali muscoli possono impedire temporariamente la circolazione generale. Ugualmente si comportano i vasi dei visceri, specialmente del tratto digestivo, ed in alcuna epoca assorbono il chilo, mentre in altri periodi della digestione contengono sangue. Vasi chiliferi separati non furono sinora dimostrati con sicurezza. Probabilmente, anche i dipneusti si comportano nella stessa maniera.

cuori linfatici posteriori. Stanno al limite della regione del tronco e della coda, sui processi trasversali delle vertebre o sulle coste. La loro parete è capace di contrazioni ritmiche, per i muscoli intrapposti. Nei mammiferi nulla di simile è dimostrato.

Eccezionalmente, grandi spazi linfatici lacunari si trovano sotto la pelle degli anfibi acaudati, la quale perciò appare facilmente spostabile e si può sollevare dal corpo. Questi sacchi linfatici sottocutanei stanno in aperta comunicazione coi sacchi linfatici dorsali del cavo peritoneale.

Tra questi sacchi maggiore importanza ha nei *pesci, dipneusti ed anfibi* lo *spazio linfatico sottovertebrale*. Circonda l'aorta, e rispettivamente gli organi urogenitali (dipneusti), e sta in comunicazione collo spazio linfatico (mesenteriale) posto nel mesenterio, ed in cui sboccano i vasi linfatici dell'intestino. Nei pesci e nei dipneusti trovasi anche nel canale vertebrale un grande tronco linfatico longitudinale.

Quanto più si ascende nella serie animale, tanto più spesso s'incontrano vie linfatiche con pareti proprie, e dagli uccelli in su si trova un grande tronco longitudinale, situato prevertebralmente, il *condotto toracico*.

Esso comincia spesso, nei mammiferi, alla regione lombare con un allargamento sinuoso (cisterna del chilo), e riceve la linfa delle estremità posteriori, del bacino, del sistema urogenitale ed i vasi linfatici dell'intestino. Al davanti si versa nella vena brachio-cefalica sinistra, e nei sauropsidi anche nella destra. Nella stessa vena sbocca dal davanti la corrente linfatica della testa, del collo e delle estremità anteriori.

Il sistema linfatico degli uccelli e dei mammiferi è, come il sistema venoso, fornito di valvole, le quali, per la loro disposizione, garantiscono una data direzione alla corrente linfatica e dall'altra parte impediscono una stasi allo indietro della stessa.

Come il sangue, così anche la linfa è costituita da due elementi, cioè da un liquido (*plasma*) e da cellule (*corpuscoli linfatici, leucociti*). Di queste ultime abbiamo già parlato nel tratto intestinale, ed io ho accennato colà alla loro grande importanza fisiologica. Come esse colà emigrano dai *follicoli solitari* e dalle *placche di Peyer* attraverso la mucosa nel lume intestinale, così fanno lo stesso anche da tutte le altre mucose e dalle così dette *tonsille*. Queste si trovano, a quanto sembra, solo nei mammiferi, e consistono in un organo pari, posto da ambedue le parti all'istmo delle fauci, al punto di passaggio, cioè, della cavità boccale nella gola propriamente detta, e nella faringe (*tonsille faringee*). In esse si può distinguere una sostanza fondamentale connettiva (adenoida) infiltrata da corpuscoli linfatici, ordinati in follicoli. Con ciò non voglio dire che manchino del tutto organi linfatici nella cavità boccale degli anfibi e dei sauropsidi. Essi furono dimostrati da diversi autori, p. es. da Holl e da Killian.

Grande importanza ha il tessuto linfatico nella cavità del corpo dei pesci ed anfibi. Si trova qui, senza calcolare il canale intestinale, ammassato nei dintorni delle glandole urogenitali, le quali talvolta vi stanno sepolte (dipneusti). Ad esso appartiene anche il così detto

corpo grasso degli anfibì e dei rettili, come pure le masse linfatiche del cuore dello storione. È finalmente da includersi qui forse anche la *glandola ibernale* di certi rosicanti.

Una unione intima di tali follicoli dà origine a quelle formazioni che vengono dette *glandole linfatiche*. Sono sempre intercalate nel decorso di un vaso linfatico, cosicchè si può distinguere un *vaso afferente* ed uno *efferente*; si presentano probabilmente solo negli uccelli e si trovano specialmente nei mammiferi, dove si mostrano nelle più diverse parti del corpo in grande massa e nelle più svariate dimensioni.

In prossima parentela colle glandole linfatiche sta la *milza*, che trovasi in quasi tutti i vertebrati. È posta spesso in vicinanza dello stomaco, pure si trova talvolta anche in altre parti del tratto intestinale, come p. es. al principio dell'intestino terminale (anuri, cheloni).

In ambedue gli apparecchi, nelle glandole linfatiche e nella milza, ha luogo la produzione di cellule linfatiche: pure, finora non si ha una conoscenza chiara del loro vero compito fisiologico. Circa alla loro struttura più fina, debbo rimandare ai manuali d'istologia.

Bibliografia.

- Boas. E. V. Vedi i suoi numerosi articoli sul sistema vascolare dei pesci, dipneusti ed anfibì nei « Morph. Jahrb. Vol. VI 1880, Vol. VII. 1881 e Vol. VIII. 1882.
 Idem. *Ueber die Arterienbogen der Wirbelthiere*. Morphol. Jahrb. Vol. XIII. 1887.
 Howes. G. B. *Note on the Azygos veins in the Anurous Amphibia*. Proc. Zool. Soc. London 1888
 Hochstetter. F. *Beiträge zur vergl. Anat. und Entw.-Gesch. des Venensystems der Amphibien und Fische*. Morphol. Jahrb. Vol. XIII. 1888 (contiene anche una estesa bibliografia).
 Mackay. I Y. *The development of the Branchial Arterial Arches in Birds*, ecc. Philos. Transact. Royal Soc. of London. Vol. 179. 1888.
 Mascagni. *Prodrome d'un ouvrage sur le système des vaisseaux lymphatiques*. Sienna 1784.
 Idem. *Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et iconographia*. Senis 1787.
 Maurer. F. *Die Kiemen und ihre Gefässe bei Anuren und Urodelen Amphibien*, ecc. Morphol. Jahrb. Vol. XIV.
 Mayer. P. *Ueber die Entwicklung des Herzens und der grossen Gefässstämme bei den Selachiern*. Mitth. a. d. Zooll. Station zu Neapel. Vol. VII. 1887.
 Idem. *Ueber Eigenthümlichkeiten in den Kreislafsorganen der Selachier*. Ibidem, Vol. VIII. 1888.
 Müller. F. *Ueber die Lymphherzen der Amphibien*. Archiv. f. Anat. und. Physiol. 1854.
 Müller. W. *Ueber den feineren Bau der Mitz*. Leipzig. 1865.
 Parker T. J. *On the Blood-vessels of Mustelus antarcticus*, ecc. Philos. Transact. of the Royal Society. Vol. 177, 1886.
 Rathke. H. *Ueber die Entwicklung der Arterien, welche bei den Säugethieren von den Bogen der Aorta ausgehen*. Arch. f. Anat. und Physiol. 1843.
 Rückert. J. *Ueber die Entstehung der endothelialen Anlagen des Herzens und der ersten Gefässstämme bei Selachierembryonen*. Biol. Centralbl. Vol. VIII. 1888.
 Rusconi. *Hist. nat., développement et métamorphose de la Salamandre terrestre*. Pavie, 1854.
 Sappey. Ph. C. *Études sur l'appareille mucipare et sur le système lymphatique des poissons*. Paris 1880.
 Stühr. Ph. *Conus arteriosus der Selachier und Ganoiden*. Morphol. Jahrb. Vol. II. 1876.

Weliky. W. Ueber vielzählige Lymphherzen bei Salamandra mac. und Siredon piscif. Zool. Anz. Nr. VII, Nr. 183, 1884. (Vedi anche i trattati di Anatomia umana).

Organi del sistema urinario e genitale.

Il primo accenno degli organi urogenitali nei mammiferi, ha luogo nella regione della parete dorsale del corpo, a destra ed a sinistra della colonna vertebrale.

Qui non si tratta solo di vicinanza di posizione, ma anche di rapporti intimi morfologici e fisiologici. Perciò i due organi, l'urinario ed il genitale, debbono venire esposti insieme in una trattazione unica.

Il primo organo che entra in azione, è il prorene (*pronephros*), seguito dal dotto del prorene. Il prorene nasce da una estroffessione dall'epitelio del celoma e sta in unione colla cavità del corpo, mediante un numero variabile di aperture imbutiformi, le quali negli *anamnia* sono regolarmente tappezzate da epitelio ciliato.

Così si forma una glandula renale primitiva, con cui entra in rapporto l'aorta mediante vasi ramificantisi (formazione di glomeruli). Per quanto riguarda il suo condotto escretorio, la sua origine è ancora oggetto di controversie: però, la maggior parte degli autori sta per la sua origine ectodermatica.

Secondo le ricerche di J. W. van Wijhe, negli embrioni dei selaci il prorene, subito dopo il suo nascimento, si fonde coll'ectoderma, e in causa d'un accrescimento dell'epitelio dell'epiblasto, il condotto si sviluppa da questo punto all'indietro, in modo che la sua estremità più recente resta sempre unita alla pelle.

Il condotto prorenale raggiunge assai presto la cloaca, e, aprendosi in essa, forma una unione tra la cloaca ed il mondo esterno.

Mentre il prorene, anche come glandula urinaria, ha solo un'importanza transitoria in tutti i cranioiti, il suo condotto persiste in tutti i vertebrati, ma subisce delle importantissime modificazioni. Queste sono strettamente legate alla comparsa di un secondo sistema di escrezione, assai più voluminoso, detto *rene primitivo* (*mesonephros*), che, comparso ontogeneticamente più tardi, supplisce il prorene che lentamente si atrofizza. Il condotto prorenale diviene *condotto renale primitivo*.

Il rene primitivo nasce del tutto indipendente, ed ha, come, p. es., nei selaci, una disposizione rigorosamente segmentata. Ciò avviene perchè i canalicoli dei reni primitivi corrispondono ai primitivi canalicoli di comunicazione di un somite colla cavità del corpo (fig. 278). Quando il somite si stacca da quest'ultima, quel canalicolo di comunicazione viene cambiato in un sacco cieco, che è come una prima parte della cavità del corpo e sembra quasi una estroffessione di essa (Sedgwick, van Wijhe).

I sacculi ciechi dei reni primitivi così formati, si aprono nel condotto prorenale.

Anche in quei segmenti del corpo, in cui sta il prorene, si trovano i canalicoli dei reni primitivi. Da ciò si può concludere, che gli ostii dei proreni non sono omologhi agli imbusti peritoneali dei reni primitivi; l'origine dei due organi è diversa: il prorene nasce come una estroflessione, il rene primitivo no. Prorene e rene primitivo non possono, dunque, essere differenziazioni di un sistema escretorio primitivo, con canalicoli renali segmentati, sboccanti al di fuori (J. W van Wijhe).

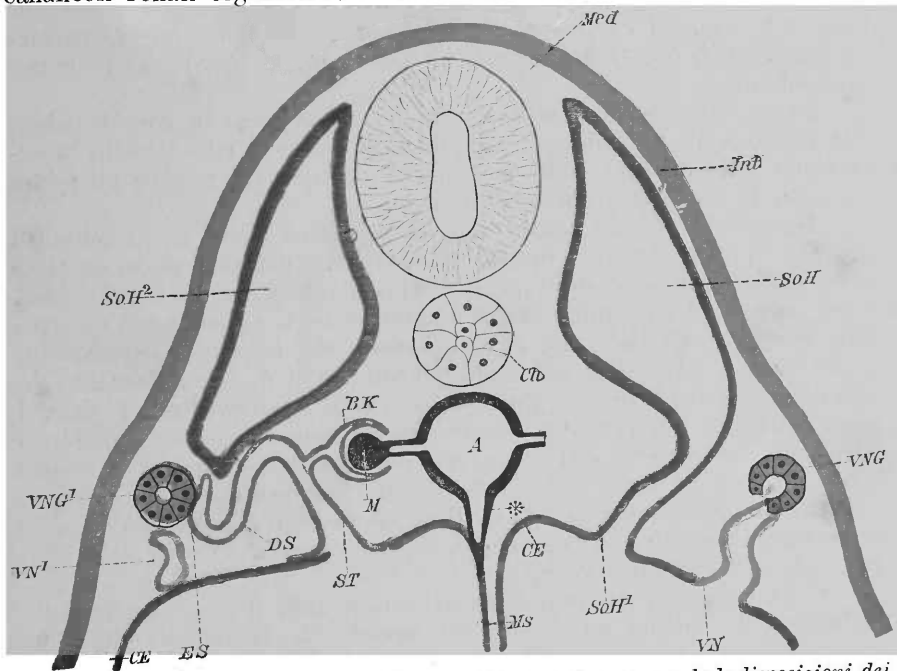


Fig. 278. — Taglio trasversale del corpo di un vertebrato, secondo le disposizioni dei selaci. Schema. La metà destra della figura rappresenta rapporti embrionali primitivi (stadio del sistema dei proreni). A sinistra il rene primitivo si è già differenziato dal canale somitico, ed il prorene è quasi sparito.

Med Midollo spinale, Ch Cord, A Aorta, che manda germogli, lateralmente, per formare il corpuscolo di Malpighi (M) posto nella capsula di Bowman (BK), ventralmente * le arterie mesenteriali si ramificano nel mesenterio MS, CE Epitelio del celoma, ST Imbuto segmentale dei reni primitivi, DS Ansa dei reni primitivi, ES Tratto finale della stessa, che è in procinto di penetrare nel dotto prorenale VNG¹, VNG Condotta finale della stessa, che sta in aperta comunicazione col prorene VN, VN¹ Prorene che va sparando, SoH¹ Cavità che sta in unione col celoma mediante il condotto SoH¹, Int Integumento.

Quanto fu esposto si riferisce agli embrioni dei selaci, ed io li ho presi come punto di partenza, perchè essi presentano evidentemente disposizioni primitive, come succede anche per altri organi dei selaci. Se negli altri anamni, e meglio ancora negli amnioti, venisse dimostrato un altro modo di origine per i reni primitivi, si tratterebbe appunto di una sparizione di rapporti primitivi.

È certo, peraltro, che anche negli amnioti si trova temporariamente un prorene sorto dall'epitelio del celoma, e mentre dura la sua presenza, si può

parlare anche qui di quelle imbutiformi aperture di comunicazione colla cavità del corpo.

Per quanto riguarda il rene primitivo degli amnioti, la sua disposizione segmentata è quà e colà un po' meno evidente che negli anamni.

In ogni canalicolo dei reni primitivi si trovano nella sua forma originaria le seguenti parti: 1) una comunicazione imbutiforme, tappezzata da epitelio ciliato, colla cavità del corpo (*imbuto segmentale, nephrostoma*, fig. 278, A. ST.); 2) un glomerulo arterioso, che giace nella capsula di Bowman, introflesso nella parete del canale; ambedue insieme formano il *corpuscolo di Malpighi*, M; 3) un otre glandolare attorcigliato (D S); 4) finalmente, un tratto finale (E S) che lo unisce al condotto.

In questo sistema renale primitivo vanno prese in considerazione due funzioni, l'espulsione del liquido del celoma, ed anzitutto la secrezione delle materie della metamorfosi regressiva, mentre gli epitelii scelgono le sostanze proprie del sangue.

Il secondo sistema renale, il rene primitivo cioè, ha grandissima importanza negli anamni; mentre persiste nella maggior parte dei pesci come sistema urinario, entra negli altri (nella maggior parte dei selaci), come pure in tutti gli anfibii e negli amnioti, in certi rapporti coll'apparecchio genitale; diviene *rete, vaso efferente del testicolo, perididimo*, e dà luogo a formazioni più o meno rudimentali di una importanza secondaria, cioè al *parovario, parooforo, idatide e paradidimo*. Inoltre, il rene primitivo può persistere come sistema urinario (selaci, anfibii), o può come tale subire una completa regressione (amnioti), ed in tale caso si forma un terzo sistema renale, il *rene definitivo coll'uretere*, che per la prima volta si forma. Reni ed ureteri si originano dal condotto renale primitivo: sono, dunque, da raccordarsi, sebbene solo indirettamente, all'epitelio dell'epiblasto.

Colla comparsa dei reni definitivi è raggiunto il terzo stadio nello sviluppo del sistema escretorio dei vertebrati. È difficile dire che cosa abbia dato la spinta al loro nascere, tanto più perchè esistono amnioti (p. es. fra i rettili la lucertola), nei quali il rene primitivo persiste in funzione vicino al rene definitivo sino nel secondo anno di età dell'animale. Anche in numerosi altri sauri (p. es. nell'*Uromastix* e nel *Chamaeleo*) si trovano per tutta la vita più o meno ragguardevoli resti funzionanti dei reni primitivi e rispettivamente dal condotto renale primitivo (Schoof). Ciò forma una specie di passaggio agli *anamni*, ed una volta devono essere esistiti amnioti, nei quali il rene primitivo rappresentava per tutta la vita il sistema renale primitivo, mentre il vero rene attuale era ancora imperfettissimo. Più tardi quello divenne insufficiente per l'escrezione; il nuovo rene cominciò ad aver la parte principale e quello divenne superfluo (Mihalcovics).

Ho sopra osservato, che il rene primitivo, dagli anfibii e rettili in poi, entra in rapporto coll'apparecchio genitale. Nello stesso tempo ho anche osservato che negli anfibii continua a persistere una data parte dei reni primitivi come glandula urinaria.

Questa divisione di lavoro, poichè di ciò qui si tratta, si estende

Amnioti

se ancora in tutti gli amnioti, ma già re-
nel periodo fetale.

tutti gli amnioti vita durante, acquista
secondari coi reni primitivi e diviene loro
escretore.

, già nel periodo embrionale, perde in tutti
oti la sua funzione di glandula urinaria, spa-
gran parte, e col resto entra in rapporti
arecchio genitale.

parte prossimale diviene rete e vaso effe-
al testicolo come dell'oviducolo e fegato.

anche al condotto renale primitivo, il quale nei maschi degli anfibi serve non solo da via escretoria per l'orina, ma anche per il seme, diviene, cioè, *condotto di Leydig*. Però, in questa forma non corrisponde all'intero condotto primario dei reni primitivi, ma soltanto ad una parte di esso. In altre parole: in causa della doppia funzione del condotto primario del rene primitivo, negli anfibi (ed anche nei selaci) si ha, in direzione longitudinale, una divisione del canale (1) in due. Uno è il già accennato condotto di Leydig o condotto secondario dei reni primitivi, l'altro il *condotto di Müller*. Nel maschio, in cui deve pensarsi ereditato dalla femmina, il condotto di Müller resta regolarmente rudimentale, mentre in questa diviene esclusivo condotto genitale e come tale si divide in una porzione prossimale, diretta verso la testa, in una media ed in una distale o caudale. La prima vien detta *tuba*, la seconda *utero*, la terza *vagina*.

Perciò nelle femmine degli anfibi e dei selaci il condotto secondario dei reni primitivi serve solo da loro condotto escretore.

L'origine del condotto di Müller degli amnioti è ancora oggetto di controversia, non è, cioè, dimostrato se il suo accrescimento verso la coda segua da sé o con partecipazione del condotto renale primitivo. Comunque sia, il condotto di Müller raggiunge ugualmente alla fine la cloaca, e la perfora.

All'estremità prossimale del condotto di Müller, ai labbri, cioè, dell'ostio addominale della tuba, appaiono negli amnioti superiori delle sporgenze e delle insenature: queste sono le così dette *fimbrie*. Occorre distinguere da queste la *fimbria ovarica* che acquista un grande interesse nei mammiferi. Essa rappresenta, secondo le ricerche di Mihalcovics, la parte prossimale di una cresta del peritoneo, che nei giovanissimi embrioni umani si distende alla parte mediana dei reni primitivi, dall'apertura della tuba sino alla regione in-

(1) Nei selaci si ha una forte divisione dell'intero condotto primario dei reni primitivi in tutta la sua lunghezza, come una plica che attraversa il lume in direzione prossimo-distale. Ciò vale, del resto, solo per il sesso femminile; negli animali maschi, eccettuata la *Chimaera* dove la divisione è pur completa, essa è solo accennata. Nello sviluppo dei due canali negli anfibi si tratta di un accrescimento solido della parete del canale, che solo secondariamente si incava dall'avanti all'indietro con un perforamento secondario dell'ostio addominale della tuba.

Secondo le ricerche di BALFOUR e di SEMPER, tali fenomeni di formazione seguono così nei selaci. L'apertura duratura del condotto di Müller corrisponde all'apertura originaria del condotto prerenale. Cioè: la parte anteriore del condotto prerenale nella femmina dei selaci si cambia tutta in estremità anteriore del condotto di Müller e solo assai all'indietro succede la suaccennata divisione. Nel maschio essa comincia più allo innanzi.

L'intero modo di formazione del condotto di Müller indica ch'esso deve aver avuto dei rapporti anche col celoma e non solo colla glandola genitale.

Secondo KOLLMANN, anche negli anfibi il condotto di Müller si origina del tutto come negli amnioti, indipendentemente dal condotto primario dei reni primitivi, cioè quale estroflessione dell'epitelio del celoma.

Secondo FÜRBRINGER, ciò succede solo eccezionalmente nella salamandra. Qui forse si trova il grado di passaggio tra i diversi modi di formazione del condotto di Müller negli anamni e negli amnioti: è d'uopo aspettare ulteriori ricerche. Negli anuri si sviluppa il condotto di Müller, solo quando la larva ha perduto l'ultimo avanzo di coda, e si tratta parte della scissione del condotto prerenale, parte di un'origine indipendente (neotratata parte dall'epitelio peritoneale). Quest'ultimo modo di origine è il più importante: così formazione dall'origine del tutto indipendente del condotto negli amnioti. L'ostio della tuba viene avviata solo secondariamente.

guinale, e la cui parte media diventa glandula genitale, mentre dalle altre parti nascono dalle pieghe peritoneali, nel cui margine libero il connettivo s'ispessisce formando quasi un cordone. Il cordone distale vien detto *legamento di Hunter*; il prossimale è appunto la *fimbria ovarica* (1). Gli stretti rapporti di questa fimbria coll'ovario trovano una spiegazione nel loro sviluppo: la fimbria è, cioè, la parte prossimale della cresta genitale, in cui, però, non vengono a sviluppo le cellule genitali specifiche.

Nei sauropsidi, come negli anamni, i condotti di Müller restano divisi per tutta la vita, e ciò succede anche nei mammiferi inferiori, nei *didelfi*. In tutti gli altri mammiferi, già nell'epoca embrionale, aderiscono l'uno all'altro più o meno, e tale fusione comincia probabilmente in tutti i monodelfi nel terzo superiore del così detto cordone genitale, prima ancora che segua il perforamento nel seno urogenitale. Quanto fu già detto, vale anche qui per la divisione in tuba, utero e vagina.

Come negli anamni, così anche negli amnioti il condotto di Müller ha una parte secondaria nei maschi e perde quasi ogni importanza fisiologica. Mentre la parte prossimale diviene l'appendice del testicolo nota col nome di *idatide di Morgagni*, le estremità distali confluiscono tra loro e formano una piccola vescichetta, l'utero mascolino, che più tardi si apre nel seno urogenitale. Ciò vale solo per i mammiferi, perchè nei maschi dei sauropsidi non si ha mai uno sbocco dal canale di Müller nella cloaca.

Il condotto renale primitivo o *canale di Wolff* serve nei maschi esclusivamente all'apparecchio genitale. Come nelle femmine il condotto di Müller, così nei maschi quello di Wolff serve per eliminare i prodotti genitali, diviene, cioè, nella sua più grande porzione distale *vaso deferente*, e nella più piccola prossimale corpo e coda dell'epididimo.

Nella femmina il canale di Wolff subisce nella sua massima estensione un processo regressivo: può, peraltro, persistere qua e colà (in alcuni mammiferi) come *canale di Gartner*. In tale caso sta nella parete laterale dell'utero e della vagina, ed il suo sbocco, per i rapporti analoghi, si trova tra il collicolo seminale e l'imene.

Relativamente più spesso persiste l'estremità prossimale del condotto di Wolff, ed essa partecipa alla formazione del parovario, di cui tratterò in seguito.

Per tutte queste disposizioni, confr. la fig. 279 A-H.

Dapprima tanto i condotti genitali quanto l'intestino terminano all'indietro in una cavità comune, nella *cloaca*; ciò ha luogo per l'intera vita in tutti i sauropsidi ed anche nei mammiferi inferiori. Nei mammiferi superiori quegli sbocchi dei canali vengono divisi tra loro per la formazione del perineo, ed allora tanto l'intestino che l'apparecchio urogenitale acquistano aperture separate (fig. 279 G, H). Solo ora si può parlare di un seno urogenitale, che rappresenta un allungamento a stelo (prossimale) dell'allantoide. Alla sua parete anteriore si forma nei tipi superiori il *membro genitale*.

(1) La glandula genitale nella sua *discesa*, che descriverò più tardi, passa in molti mammiferi da una posizione longitudinale a una trasversale.

Solo i mammiferi hanno un *canale urogenitale*; negli uccelli esso s'atrofizza già nell'epoca fetale, insieme all'allantoide, da cui era sôrto. Per ciò in essi tutti quei canali (ureteri, condotti di Müller e di Wolff) sboccano nella cloaca. Non si sviluppa un perineo.

Ancora poche parole sul *sistema urinario definitivo* degli amnioti.

Dalla circonferenza dorsale della estremità posteriore del canale di Wolff, prima, cioè, ch'essa si avvalli nella cloaca e rispettivamente nel seno urogenitale, si forma un sacco cieco, e questo è il primo abbozzo del condotto urinario dei reni definitivi, cioè l'*uretere*. Esso s'insinua in direzione dal bacino alla testa in una massa cellulare allungata, posta tra i somiti ed il peritoneo, la quale massa comincia dietro ed in parte anche dorsalmente ai reni primitivi e si estende molto all' indietro.

Se quella massa, che è detta da Balfour *Metanephroblastema*, si sviluppi indipendentemente dal peritoneo, dal tessuto mesodermico, o se nasca da un accrescimento dell'epitelio peritoneale estendentesi tra l'aorta ed il condotto di Wolff, non si può per il momento, a quanto sembra, decidere con sicurezza.

Giunto nel metanephroblastema, l'uretere manda alla sua parte mediana una quantità di gemme cieche, le quali cominciano presto a biforcarsi e ad infossarsi insieme ai corpuscoli di Malpighi nei canalicoli urinarii sorti dal metanephroblastema (fig. 279, G, H, N), I corpuscoli di Malpighi, dunque, rappresentano gli elementi urinarii, mentre dall'uretere germogliante nascono solo i condotti raccoglitori (1).

Del resto, negli uccelli e nei mammiferi (2) l'uretere non sta in comunicazione molto a lungo alla sua estremità posteriore (punto di partenza del suo sviluppo) col canale di Wolff, ma ambedue i canali hanno uno sbocco separato nel canale urogenitale, perchè il tratto terminale, comune dapprima ad ambedue, viene accolto nella parete posteriore del suaccennato canale urogenitale.

Dopo ciò, le due aperture separate stanno dappprincipio ancora una vicina all'altra, ma già fin d'ora l'uretra, situata lateralmente, prende una posizione alquanto più alta del canale di Wolff. Però, in seguito i punti di sbocco degli ureteri si spingono sempre più in su alla parete posteriore del canale urogenitale, finchè arrivano al limite della vescica urinaria allargata a fuso od alla parete posteriore di questa. Ciò non dipende tanto da una emigrazione attiva degli ureteri, quanto da un più forte sviluppo della parete posteriore dell'allantoide tra gli sbocchi da una parte dei canali di Wolff e dall'altra degli ureteri (Mihalco vics).

Dopochè il sistema escretorio definitivo si è formato nella maniera suddescritta, i cambiamenti ulteriori riguardano essenzialmente la mutazione del canale di Wolff in vaso deferente nell'uomo (dal quale vaso, poco prima del suo sbocco, si sviluppa la vescichetta seminale) e la

(1) A questa ipotesi sta di fronte un'altra di REMAK e KÖLLIKER, e secondo queste i germogli dell'uretere produrrebbero tutti i tubuli uriniferi e le capsule dei corpuscoli di Malpighi, mentre dal tessuto mesodermico circostante nascerebbero i vasi del sangue.

(2) Nei rettili lo sbocco dell'uretere permane per tutta la vita nell'estremità distale del condotto renale primitivo.

guinale, e la cui parte media diventa glandula genitale, mentre dalle altre parti nascono dalle pieghe peritoneali, nel cui margine libero il connettivo s'ispessisce formando quasi un cordone. Il cordone distale vien detto *legamento di Hunter*; il prossimale è appunto la *fimbria ovarica* (1). Gli stretti rapporti di questa fimbria coll'ovario trovano una spiegazione nel loro sviluppo: la fimbria è, cioè, la parte prossimale della cresta genitale, in cui, però, non vengono a sviluppo le cellule genitali specifiche.

Nei sauropsidi, come negli anamnii, i condotti di Müller restano divisi per tutta la vita, e ciò succede anche nei mammiferi inferiori, nei *didelfi*. In tutti gli altri mammiferi, già nell'epoca embrionale, aderiscono l'uno all'altro più o meno, e tale fusione comincia probabilmente in tutti i monodelfi nel terzo superiore del così detto cordone genitale, prima ancora che segua il perforamento nel seno urogenitale. Quanto fu già detto, vale anche qui per la divisione in tuba, utero e vagina.

Come negli anamnii, così anche negli amnioti il condotto di Müller ha una parte secondaria nei maschi e perde quasi ogni importanza fisiologica. Mentre la parte prossimale diviene l'appendice del testicolo nota col nome di *idatide di Morgagni*, le estremità distali confluiscono tra loro e formano una piccola vescichetta, l'utero mascolino, che più tardi si apre nel seno urogenitale. Ciò vale solo per i mammiferi, perchè nei maschi dei sauropsidi non si ha mai uno sbocco dal canale di Müller nella cloaca.

Il condotto renale primitivo o *canale di Wolff* serve nei maschi esclusivamente all'apparecchio genitale. Come nelle femmine il condotto di Müller, così nei maschi quello di Wolff serve per eliminare i prodotti genitali, diviene, cioè, nella sua più grande porzione distale *vaso deferente*, e nella più piccola prossimale corpo e coda dell'epididimo.

Nella femmina il canale di Wolff subisce nella sua massima estensione un processo regressivo: può, peraltro, persistere qua e colà (in alcuni mammiferi) come *canale di Gartner*. In tale caso sta nella parete laterale dell'utero e della vagina, ed il suo sbocco, per i rapporti analoghi, si trova tra il collicolo seminale e l'imene.

Relativamente più spesso persiste l'estremità prossimale del condotto di Wolff, ed essa partecipa alla formazione del parovario, di cui tratterò in seguito.

Per tutte queste disposizioni, confr. la fig. 279 A-H.

Dapprima tanto i condotti genitali quanto l'intestino terminano all'indietro in una cavità comune, nella *cloaca*; ciò ha luogo per l'intera vita in tutti i sauropsidi ed anche nei mammiferi inferiori. Nei mammiferi superiori quegli sbocchi dei canali vengono divisi tra loro per la formazione del perineo, ed allora tanto l'intestino che l'apparecchio urogenitale acquistano aperture separate (fig. 279 G, H). Solo ora si può parlare di un seno urogenitale, che rappresenta un allungamento a stelo (prossimale) dell'allantoide. Alla sua parete anteriore si forma nei tipi superiori il *membro genitale*.

(1) La glandula genitale nella sua *discesa*, che descriverò più tardi, passa in molti mammiferi da una posizione longitudinale a una trasversale.

Solo i mammiferi hanno un *canale urogenitale*; negli uccelli esso s'atrofizza già nell'epoca fetale, insieme all'allantoide, da cui era sôrto. Per ciò in essi tutti quei canali (ureteri, condotti di Müller e di Wolff) sboccano nella cloaca. Non si sviluppa un perineo.

Ancora poche parole sul *sistema urinario definitivo* degli ammioti.

Dalla circonferenza dorsale della estremità posteriore del canale di Wolff, prima, cioè, ch'essa si avvalli nella cloaca e rispettivamente nel seno urogenitale, si forma un sacco cieco, e questo è il primo abbozzo del condotto urinario dei reni definitivi, cioè l'*uretere*. Esso s'insinua in direzione dal bacino alla testa in una massa cellulare allungata, posta tra i somiti ed il peritoneo, la quale massa comincia dietro ed in parte anche dorsalmente ai reni primitivi e si estende molto all'indietro.

Se quella massa, che è detta da Balfour *Melanephroblastema*, si sviluppi indipendentemente dal peritoneo, dal tessuto mesodermico, o se nasca da un accrescimento dell'epitelio peritoneale estendentesi tra l'aorta ed il condotto di Wolff, non si può per il momento, a quanto sembra, decidere con sicurezza.

Giunto nel metanefroblastema, l'uretere manda alla sua parte mediana una quantità di gemme cieche; le quali cominciano presto a biforcarsi e ad infossarsi insieme ai corpuscoli di Malpighi nei canalicoli urinarii sorti dal metanefroblastema (fig. 279, G, H, N), I corpuscoli di Malpighi, dunque, rappresentano gli elementi urinarii, mentre dall'uretere germogliante nascono solo i condotti raccoglitori (1).

Del resto, negli uccelli e nei mammiferi (2) l'uretere non sta in comunicazione molto a lungo alla sua estremità posteriore (punto di partenza del suo sviluppo) col canale di Wolff, ma ambedue i canali hanno uno sbocco separato nel canale urogenitale, perchè il tratto terminale, comune dapprima ad ambedue, viene accolto nella parete posteriore del suaccennato canale urogenitale.

Dopo ciò, le due aperture separate stanno dappprincipio ancora una vicina all'altra, ma già fin d'ora l'uretra, situata lateralmente, prende una posizione alquanto più alta del canale di Wolff. Però, in seguito i punti di sbocco degli ureteri si spingono sempre più in su alla parete posteriore del canale urogenitale, finchè arrivano al limite della vescica urinaria allargata a fuso od alla parete posteriore di questa. Ciò non dipende tanto da una emigrazione attiva degli ureteri, quanto da un più forte sviluppo della parete posteriore dell'allantoide tra gli sbocchi da una parte dei canali di Wolff e dall'altra degli ureteri (Mihalco vics).

Dopochè il sistema escretorio definitivo si è formato nella maniera suddescritta, i cambiamenti ulteriori riguardano essenzialmente la mutazione del canale di Wolff in vaso deferente nell'uomo (dal quale vaso, poco prima del suo sbocco, si sviluppa la vescichetta seminale) e la

(1) A questa ipotesi sta di fronte un'altra di REMAK e KÖLLIKER, e secondo queste i germogli dell'uretere produrrebbero tutti i tubuli uriniferi e le capsule dei corpuscoli di Malpighi, mentre dal tessuto mesodermico circostante nascerebbero i vasi del sangue.

(2) Nei rettili lo sbocco dell'uretere permane per tutta la vita nell'estremità distale del condotto renale primitivo.

suaccennata regressione e rispettivamente modificazione dei vasi primitivi (fig. 279, *G*).

Glandule genitali.

In tutti i vertebrati le cellule generative, cioè l'*ovulo* ed il *nemasperma*, nascono per un differenziamento dell'epitelio del celoma. Si tratta perciò di un *epitelio germinativo*, il quale dalla superficie libera del celoma si insinua al lato dorsale, ai due lati degli accenni dei somiti, nel tessuto mesodermico.

Ad uno stadio, dapprima indifferente, delle cellule genitali, seguono presto ulteriori fenomeni di accrescimento, diversi secondo i due sessi, ed inoltre subentrano alcuni rapporti col sistema dei reni primitivi. I canalicoli dei reni primitivi si spingono nelle glandule germinative, si

tessono in queste a rete (cordoni segmentali) ed abbracciano (in un seguente stadio di sviluppo) le cellule genitali ancora indifferenti, accumulate a gruppi od a nidi, dette uova primitive (1).

Nell'ovario quei cordoni segmentali hanno solo un valore secondario e probabilmente in seguito s'atrofizzano del tutto. Non è probabile che formino l'*epitelio follicolare*, perchè esso esiste in maniera tipica anche nelle uova di quegli animali, in cui è dimostrato che i cordoni segmentali non raggiungono mai la glandula germinativa. È più facile che l'epitelio follicolare o, come pure si dice, le cellule della granulosa, nascano anche da una metamorfosi dei reni primitivi. Esse cellule circondano una cellula centrale, il vero *ovulo*. L'importanza principale delle cellule della granulosa sta in ciò, ch'esse servono di nutrimento al protoplasma dell'ovulo (2).

Crescendo sempre in numero le cellule della granulosa, esse vengono a formare più strati intorno all'ovulo primitivo, e lasciano tra di loro una fessura che viene riempita da un liquido secreto dalle cellule stesse, dal *liquido follicolare* (fig. 280, *S, Lf*).

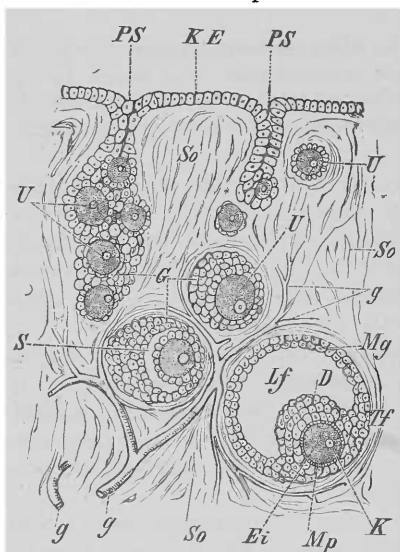


Fig. 280. — Sviluppo dei follicoli di Graaf nei mammiferi. *KE* Epitelio germinativo, *Ps* Cordoni sessuali, *So* Stroma dell'ovario. Quest'ultimo è attraversato da vasi *g, g*, *U*, *U* Uova primitive, *S* Fessure tra le cellule della granulosa (*G*) e l'uovo primitivo, *Lf* Liquore follicolare, *D* Disco prolifero, *Ei* Uovo maturo colla sua vescichetta germinativa e colla macchia germinativa (*K*), *Mp* Membrana pellicularia, *Tf* Teca follicolare, *Mg* Membrana granulosa.

quido secreto dalle cellule stesse,

(1) I nuclei delle uova primitive presentano dei cambiamenti di forma assai svariati (ameboidi), che indicano uno stato speciale di movimento. Si tratta forse di una loro emigrazione.

(2) Tale ipotesi trova la sua conferma non solo in osservazioni fatte sui rappresentanti dei gruppi principali dei vertebrati, ma anche in quelli degli invertebrati. Non si deve pensare ad un assorbimento dell'intera cellula follicolare; non si tratta di una metamorfosi

Per l'aumento di questo, il follicolo viene sempre più allargato, e le cellule della granulosa parte si dispongono alla periferia (membrana granulosa), e parte sporgono nel lume del follicolo ordinate a monticello (disco prolifero).

Nell'interno di questo monticello giace bene nascosto l'ovulo colla sua vescichetta e macchia germinativa (fig. 280 *Ez, K*). Viene circondata da una fina membrana secreta dalle adiacenti cellule del disco (membrana pellucida o vitellina, *Mp*) e così, riguardo al liquore follicolare, si trova in assai favorevoli condizioni di nutrimento. Intorno al follicolo sta una capsula formata da connettivo e da muscolatura liscia, ed assai riccamente vascolarizzata (Teca follicolare, *Tf*).

I follicoli ora descritti, colmi di liquido, quando hanno raggiunto la loro maturità, si spingono alla superficie libera dell'ovario, scoppiano e versano così il loro contenuto nella cavità addominale. Qui l'ovulo viene involto dalla corrente del liquido, prodotta dalle fimbrie tubali e specialmente dalle cellule vibratili poste sulla fimbria ovarica, e così arriva nelle tube.

Per lo scoppio dei follicoli, si lacerano i vasi della teca e nasce una emorragia nella cavità follicolare vuota. All'intorno si forma una copertura di cellule prodotta dall'epitelio follicolare, e collo sviluppo ulteriore di questo processo di involuzione nasce una degenerazione adiposa, il così detto *corpo luteo*.

Il differenziamento della glandula germinativa maschile, del testicolo, ha luogo nella maniera seguente:

Per il continuo agglomerarsi di sempre nuovi cordoni segmentali e di uova primitive, nasce finalmente, specie negli amnioti, una massa più o meno compatta, difficilmente rilevabile all'occhio.

Solo quando dall'ilo cominciano ad insenarsi vasi e con essi molto connettivo, più tardi *settuli del testicolo*, i cordoni divengono più riconoscibili e nello stesso tempo il testicolo, eccettuato il punto dove si trovano l'ilo, la rete, i vasi efferenti e l'epididimo (1), comincia a staccarsi dal rene primitivo per una lenta sparizione dei cordoni segmentali che li univano. Nello stesso tempo comincia la formazione dei canalicoli seminali. Ciò avviene, perchè i cordoni segmentali (situati nel parenchima del testicolo e pieni ed infiltrati da uova primitive) i quali stanno tra loro in molteplici anastomosi alla periferia, acquistano un lume per l'allontanarsi tra loro delle cellule soggette ad una continua scissione. Contemporaneamente, le cellule centrali spariscono e vengono riassorbite, e si tratta forse solo di uova primitive che vengono distrutte.

Le pareti dei canalicoli del testicolo così originati, vengono costi-

in protoplasma, ma della produzione di un *deutoplasma*, di una materia quindi estranea originariamente all'ovulo.

Anche molte uova primitive si scindono e servono da materiale nutritivo alle rimanenti. Con ciò non sono ancora esaurite le fonti di nutrimento dell'ovulo, perchè anche i leucociti hanno in ciò una gran parte, e in favore di tale ipotesi parlano i reperti fatti in un grande numero di vertebrati.

(1) Confr. su ciò quanto fu detto del rene primitivo e del suo canale, come pure la fig. 279.

lungo e sottile di variabile estensione. Non sono rare adesi-
dorie tra gli organi delle due parti.

L'uretere deve considerarsi come un canale primario dei reni primitivi, e può girare più o meno libero od anche intercalato nel parenchima renale. Allo indietro gli ureteri d'ordinario si fondono e si congiungono, formando una specie di vescica urinaria, la quale, peraltro, non fa che fare colla vescica urinaria indipendente (allantoide) di scritta già nei pesci anfibii e negli amnioti. Il canale terminale della vescica termina per un foro, o separatamente, o insieme ai canali genitali, o su una papilla urogenitale.

Nulla è provato finora circa uno smembramento nel teleostei il canale primario dei reni primitivi in un canale secondario o in un canale di Müller; tale peraltro, è il caso dei *selaci*, e perciò qui il rene primitivo si divide in una porzione anteriore ed in una posteriore. La prima si mette in comunicazione nel maschio colla glandula genitale, senz'altro manda i suoi canalicoli nel condotto secondario dei reni primitivi; la seconda, invece, persistendo come puro sistema urinario, comunica mediante gli ureteri, il suo secreto nel canale secondario dei reni primitivi, per cui questo funge da canale urogenitale. Nella femmina la glandula genitale non ista in nessun rapporto col canale secondario dei reni primitivi e le uova vengono eliminate attraverso il canale di Müller (Per orientarsi meglio su tali rapporti, vedi la fig. 283, A, B, C, che rappresenta il sistema urogenitale degli urodeli).

Il rene (rene primitivo) è costituito di regola da una porzione anteriore più sottile, e da una più larga posteriore e media. Spesso il margine anteriore frastagliato indica una disposizione in origine segmentale dell'organo e ciò concorda anche l'ordinamento metamorfico dei nefrostomi fetali. Più tardi non si riconosce il carattere segmentale, giacché i funghi renali negli animali adulti sono senza eccezione presenti in numero assai minore delle vertebre corrispondenti alla cavità del corpo. Inoltre, sogliono essere a numero e dimensioni di numero e grandezza, secondo le diverse specie, ed anche secondo diversi individui (1).

Per quanto riguarda il sistema urinario dei *ganoidi* sembra negli storioni si trovino punti di contatto colle disposizioni del sistema, ma abbisognano nuove ricerche per istabilire il nesso preciso. Ciò specialmente anche per i ganoidi ossei nei quali è lecito attribuire dei passaggi al sistema urinario dei teleostei.

Dipnoi.

I reni del *Protopterus* (Ayers e Parker) sono ravvolti in un mantello di tessuto linfoide e adiposo, che sulla linea mediana dei ponti di congiungimento, e al lato dorsale si fonde in una lamina che occupa la porzione posteriore del celoma. Parker non può fermare la opinione di Ayers che vi siano nefrostomi insi-

(1) Per tutta la vita si trovano nefrostomi nella *Squatina*, *Acanthias*, *Scorpaenophorus*, *Scymnus*, *Herzanchus*, *Pristiurus*, *Scyllium*, *Chiloscyllium*.

suaccennata regressione e rispettivamente modificazione dei vasi primitivi (fig. 279, G).

Glandule genitali.

In tutti i vertebrati le cellule germinative, cioè l'*ovulo* ed il *nemasperma*, nascono per un differenziamento dell'epitelio del celoma. Si tratta perciò di un *epitelio germinativo*, il quale dalla superficie libera del celoma si insinua al lato dorsale, ai due lati degli accenni dei somiti, nel tessuto mesodermico.

Ad uno stadio, dapprima indifferente, delle cellule genitali, seguono presto ulteriori fenomeni di accrescimento, diversi secondo i due sessi, ed inoltre subentrano alcuni rapporti col sistema dei reni primitivi. I canalicoli dei reni primitivi si spingono nelle glandule germinative, si

tessono in queste a rete (cordoni segmentali) ed abbracciano (in un seguente stadio di sviluppo) le cellule genitali ancora indifferenti, accumulate a gruppi od a nidi, dette uova primitive (1).

Nell'ovario quei cordoni segmentali hanno solo un valore secondario e probabilmente in seguito s'atrofizzano del tutto. Non è probabile che formino l'*epitelio follicolare*, perchè esso esiste in maniera tipica anche nelle uova di quegli animali, in cui è dimostrato che i cordoni segmentali non raggiungono mai la glandula germinativa. È più facile che l'epitelio follicolare o, come pure si dice, le cellule della granulosa, nascano anche da una metamorfosi dei reni primitivi. Esse cellule circondano una cellula centrale, il vero *ovulo*. L'importanza principale delle cellule della granulosa sta in ciò, che esse servono di nutrimento al protoplasma dell'ovulo (2).

Crescendo sempre in numero le cellule della granulosa, esse vengono a formare più strati intorno all'ovulo primitivo, e lasciano tra di loro una fessura che viene riempita da un liquido secreto dalle cellule stesse, dal *liquido follicolare* (fig. 280, S, L f).

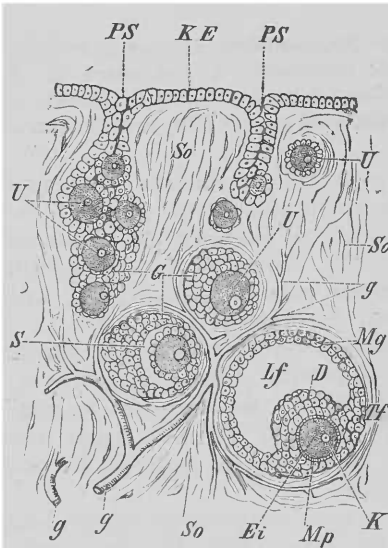


Fig. 280. — Sviluppo dei follicoli di Graaf nei mammiferi. KE Epitelio germinativo, Ps Cordoni sessuali, So Stroma dell'ovario. Quest'ultimo è attraversato da vasi g, g. U, U Uova primitive, S Fessure tra le cellule della granulosa (G) e l'uovo primitivo, Lf Liquore follicolare, D Disco proliferero, Ei Uovo maturo colla sua vescichetta germinativa e colla macchia germinativa (K), Mp Membrana pellicuda, Tf Teca follicolare, Mg Membrana granulosa.

quido secreto dalle cellule stesse,

(1) I nuclei delle uova primitive presentano dei cambiamenti di forma assai svariati (ameboidi), che indicano uno stato speciale di movimento. Si tratta forse di una loro emigrazione.

(2) Tale ipotesi trova la sua conferma non solo in osservazioni fatte sui rappresentanti dei gruppi principali dei vertebrati, ma anche in quelli degli invertebrati. Non si deve pensare ad un assorbimento dell'intera cellula follicolare; non si tratta di una metamorfosi

Per l'aumento di questo, il follicolo viene sempre più allargato, e le cellule della granulosa parte si dispongono alla periferia (membrana granulosa), e parte sporgono nel lume del follicolo ordinate a monticello (disco proligero).

Nell'interno di questo monticello giace bene nascosto l'ovulo colla sua vescichetta e macchia germinativa (fig. 280 *Ei, K*). Viene circondata da una fina membrana secreta dalle adiacenti cellule del disco (membrana pellucida o vitellina, *Mp*) e così, riguardo al liquore follicolare, si trova in assai favorevoli condizioni di nutrimento. Intorno al follicolo sta una capsula formata da connettivo e da muscolatura liscia, ed assai riccamente vascolarizzata (Teca follicolare, *Tf*).

I follicoli ora descritti, colmi di liquido, quando hanno raggiunto la loro maturità, si spingono alla superficie libera dell'ovario, scoppiano e versano così il loro contenuto nella cavità addominale. Qui l'ovulo viene involto dalla corrente del liquido, prodotta dalle fimbrie tubali e specialmente dalle cellule vibratili poste sulla fimbria ovarica, e così arriva nelle tube.

Per lo scoppio dei follicoli, si lacerano i vasi della teca e nasce una emorragia nella cavità follicolare vuota. All'intorno si forma una copertura di cellule prodotta dall'epitelio follicolare, e collo sviluppo ulteriore di questo processo di involuzione nasce una degenerazione adiposa, il così detto *corpo luteo*.

Il differenziamento della glandula germinativa maschile, del testicolo, ha luogo nella maniera seguente:

Per il continuo agglomerarsi di sempre nuovi cordoni segmentali e di uova primitive, nasce finalmente, specie negli amnioti, una massa più o meno compatta, difficilmente rilevabile all'occhio.

Solo quando dall'ilo cominciano ad insenarsi vasi e con essi molto connettivo, più tardi *settuli del testicolo*, i cordoni divengono più riconoscibili e nello stesso tempo il testicolo, eccettuato il punto dove si trovano l'ilo, la rete, i vasi efferenti e l'epididimo (1), comincia a staccarsi dal rene primitivo per una lenta sparizione dei cordoni segmentali che li univano. Nello stesso tempo comincia la formazione dei canalicoli seminali. Ciò avviene, perchè i cordoni segmentali (situati nel parenchima del testicolo e pieni ed infiltrati da uova primitive) i quali stanno tra loro in molteplici anastomosi alla periferia, acquistano un lume per l'allontanarsi tra loro delle cellule soggette ad una continua scissione. Contemporaneamente, le cellule centrali spariscono e vengono riassorbite, e si tratta forse solo di uova primitive che vengono distrutte.

Le pareti dei canalicoli del testicolo così originati, vengono costi-

in protoplasma, ma della produzione di un *deutoplasma*, di una materia quindi estranea originariamente all'ovulo.

Anche molte uova primitive si scindono e servono da materiale nutritivo alle rimanenti. Con ciò non sono ancora esaurite le fonti di nutrimento dell'ovulo, perchè anche i leucociti hanno in ciò una gran parte, e in favore di tale ipotesi parlano i reperti fatti in un grande numero di vertebrati.

(1) Confr. su ciò quanto fu detto del rene primitivo e del suo canale, come pure la fig. 279.

tuite da due specie di cellule, da cellule piccole e piuttosto cilindriche (cellule del cordone segmentale), e da cellule più grandi, rotonde (derivate dalle uova primitive). Le prime rappresentano le così dette *cellule di sostegno* dei canalicoli seminali, le seconde sono le grandi cellule del testicolo. Ambedue stanno senza ordine tra loro, spesso in più strati, ed allora le cellule del testicolo sono poste in luogo più centrale, verso il lume, mentre quelle di sostegno stanno più alla periferia. Intorno ai canalicoli, il connettivo comincia a disporsi in membrana propria (Semon).

Non è ancora chiaro come si formi il seme: pare, peraltro, sia fuori di dubbio che gli spermatozoi si formino esclusivamente nelle uova primitive contenute nella glandula germinativa maschile, cioè nelle grandi cellule rotonde del testicolo (1). Lo dimostrano i plagiostomi, nei quali, secondo le ricerche di Semper, la spermatogenesi ha luogo solo in quelle parti dei canalicoli del testicolo, le quali vengono dette *ampolle*. Queste, com'è dimostrato, si formano *solo* dai cordoni delle uova primitive, i quali più tardi si incavano, mentre i cordoni segmentali danno solo la parte escretoria dei canalicoli del testicolo. È certo che in tutta la serie dei vertebrati esistono disposizioni omologhe circa il luogo della spermatogenesi (Semon).

Organi urinarii.

Pesci.

Nell'*Amphioxus* finora non fu dimostrato un apparecchio urinario: non è, però, impossibile che alcuni tratti epiteliali modificati dello spazio peribranchiale cedano i prodotti di ricambio azotati delle sostanze del corpo, all'acqua che passa nella cavità dell'addome attraverso le fessure branchiali.

I *ciclostomi* (2) posseggono un prorene che persiste oltre il periodo fetale, si trova, cioè, anche negli animali giovani, ha una quantità di imbuti e funziona durante questo tempo come unica glandula urinaria. Più tardi diviene rudimentale e la sua funzione fisiologica passa al rene primitivo. Nei ciclostomi non esiste alcun rapporto del rene primitivo col sistema genitale. Uova e seme vengono eliminati per i pori addominali.

Nei *teleostei* il prorene ha solo un'importanza temporaria (secondo Emery, il *Fierasfer* sarebbe una eccezione (?)), perchè il rene primitivo rappresenta l'organo escretorio permanente. Esso giace tra la colonna vertebrale e la vescica natatoria e rappresenta un legamento

(1) La formazione degli spermatozoi ha luogo per scissione nucleare, endogenetica. La così detta *testa* nasce sempre *solo* dal nucleo, le appendici a coda probabilmente dal protoplasma. Nuovi studi hanno dimostrato che l'appendice caudiforme non è una formazione a parte, unitaria, ma che è costituita da due filamenti, di cui ciascuno si compone di fibrille elementari finissime. Quei due fili vengono tenuti insieme da una massa saldante, ma nel *Protopterus* sono sempre del tutto separati (W. N. PARKER). La prova della struttura fibrillare dei flagelli contrattili degli spermatozoi, ci porta ad un confronto colla struttura dei più grossi cili vibratili, fattaci nota dalle ricerche di ENGELMANN.

(2) Secondo A. DOHRN, l'*Ammocoetes* ha una cloaca, cioè i canali renali non sboccano nella cavità peritoneale, ma nel retto. Si tratta qui, dunque, di una fessura uro-anale, mentre nel *Petromyzon* si ha una fessura anale, ed una urogenitale.

lungo e sottile di variabile estensione. Non sono rare adesioni secondarie tra gli organi delle due parti.

L'uretere deve considerarsi come un canale primario dei reni primitivi, e può girare più o meno libero od anche intercalato nel parenchima renale. Allo indietro gli ureteri d'ordinario si fondono e si gonfiano, formando una specie di vescica urinaria, la quale, peraltro, non ha a che fare colla vescica urinaria indipendente (allantoide) descritta già negli anfibi e negli amnioti. Il canale terminale della vescica termina per lo più dietro l'ano, o separatamente, o insieme ai canali genitali, in un *poro*, o su una *papilla urogenitale*.

Nulla è provato finora circa uno smembramento nei teleostei del canale primario dei reni primitivi in un canale secondario o in un canale di Müller; tale peraltro, è il caso dei *selaci*, e perciò qui il rene primitivo si divide in una porzione anteriore ed in una posteriore. La prima si mette in comunicazione nel maschio colla glandula genitale e senz'altro manda i suoi canalicoli nel condotto secondario dei reni primitivi; la seconda, invece, persistendo come puro sistema urinario, versa, mediante gli ureteri, il suo secreto nel canale secondario dei reni primitivi, per cui questo funge da canale urogenitale. Nella femmina la glandula genitale non istà in nessun rapporto col canale secondario dei reni primitivi e le uova vengono eliminate attraverso il canale di Müller (Per orientarsi meglio su tali rapporti, vedi la fig. 283, A, B, che rappresenta il sistema urogenitale degli urodeli).

Il rene (rene primitivo) è costituito di regola da una porzione anteriore più sottile, e da una più larga posteriore e media. Spesso il margine esterno frastagliato indica una disposizione in origine segmentale dell'organo e con ciò concorda anche l'ordinamento metamericco dei nefrostomi fetali. Più tardi non si riconosce il carattere segmentale, giacchè gl'imbuti renali negli animali adulti sono senza eccezione presenti in numero assai minore delle vertebre corrispondenti alla cavità del corpo. Inoltre, soggiacciono a numerose variazioni di numero e grandezza, secondo le diverse specie, od anche secondo i diversi individui (1).

Per quanto riguarda il sistema urinario dei *ganoidi*, sembra che negli storioni si trovino punti di contatto colle disposizioni dei selaci, ma abbisognano nuove ricerche per istabilire il nesso preciso. Ciò vale specialmente anche per i ganoidi ossei nei quali è lecito attendere dei passaggi al sistema urinario dei teleostei.

Dipnoi.

I reni del *Protopterus* (Ayers e Parker) sono rinvolti in un mantello di tessuto linfoide e adiposo, che sulla linea mediana forma dei ponti di congiungimento, e al lato dorsale si fonde in una massa, che occupa la porzione posteriore del celoma. Parker non può confermare la opinione di Ayers che vi siano nefrostomi insinuantisi

(1) Per tutta la vita si trovano nefrostomi nella *Squatina*, *Acanthias*, *Spinax*, *Centrophorus*, *Scymnus*, *Herxanclus*, *Pristiurus*, *Scyllium*, *Chiloscyllium*.

mento varicoso, si estendono regolarmente dal cuore sino all'estremità anteriore della cloaca spesso allungata. Si vede, con uno studio più esatto, ch'essi sono formati nell'epoca embrionale da gomitoli chiaramente segmentali (disposti, cioè, come la colonna vertebrale) in cui si può distinguere un corpuscolo di Malpighi, un imbuto peritoneale ed un nefrostomo, come pure un canale escretore (confr. fig. 278, A).

Negli animali adulti tale disposizione persiste talvolta nella parte anteriore dei reni, mentre nel resto dell'organo, per fenomeni secondari di accrescimento, in un solo segmento del corpo si trovano sino a 20 imbuti. Il numero totale dei nefrostomi in ogni rene può ascendere a mille e più ancora.

Per ciò che riguarda il canale riuniente, ed i rapporti dell'intero sistema renale cogli organi urogenitali, i gimnofioni concordano in complesso cogli altri anfibi, e qui dobbiamo attenderci, come ho accennato più volte, dei punti di contatto coi selaci.

I reni degli *urodeli* e degli *anuri* stanno, come dappertutto, dorsalmente nella cavità nel corpo, in quelli più allungati a nastro, in questi più tozzi e limitati nella loro estensione alla regione media del tronco.

Negli *urodeli* si dividono sempre in una porzione anteriore più sottile, ed in una posteriore più

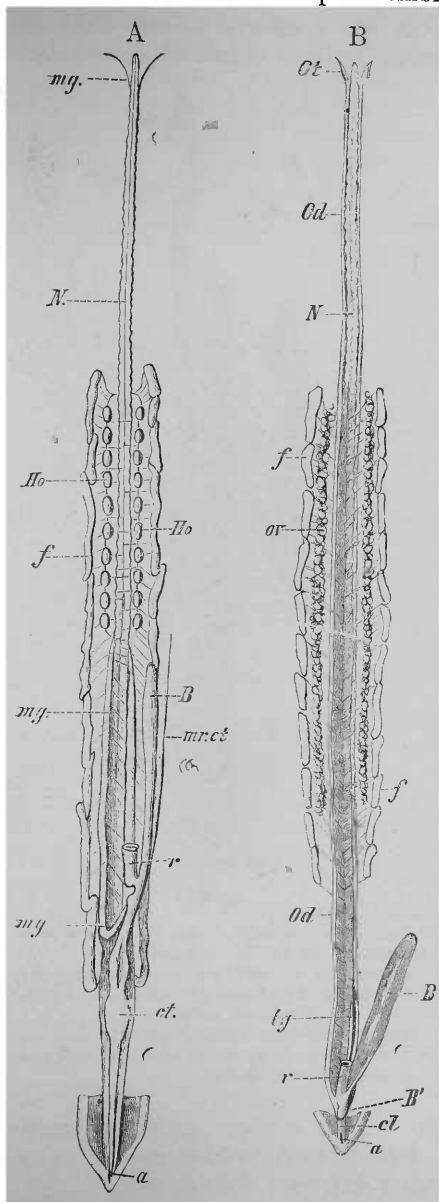


Fig. 282 — Sistema urogenitale dell'*Epicrion glutinosum*, maschio (A) e femmina (B). Da SPENGLER.

N, N Reni, *mg*, *mg*^t Canale di Müller del maschio, a cui nella femmina corrisponde l'ovidotto *Od*, *Ot* Ostio della tuba, *Ho* Testicolo, *ov* Ovario, *f*, *f* Corpo grasso, *lg* Canale di Leydig, *B*, *B* Vescica urinaria, *ct*, *cl* Cloaca che in *a* si apre all'infuori, *mr*, *ct* Muscolo retrattore della cloaca, *r* Retto.

compatta. Quest'ultima, fungendo solo da glandula urinaria (fig. 283 *N*), viene detta *rene del bacino*: la parte anteriore rappresenta la porzione genitale dei reni o il *rene genitale*. Ciò ha luogo, perchè dei canicoli seminali (fig. 283 A *Ho Ve Ve*), i così detti vasi efferenti, sboccano dai

testicoli o direttamente o formando prima un canale riuniente (\dagger), nei canalicoli urinari, infossandosi nel parenchima dei reni. Essi, dunque, dal punto indicato saranno percorsi dall'orina e dal seme (fig. 283 A *lg*, *a*) come l'intero canale di Leydig, che comincia all'estremità anteriore dei reni. Le estremità posteriori dei due canali sboccano nella

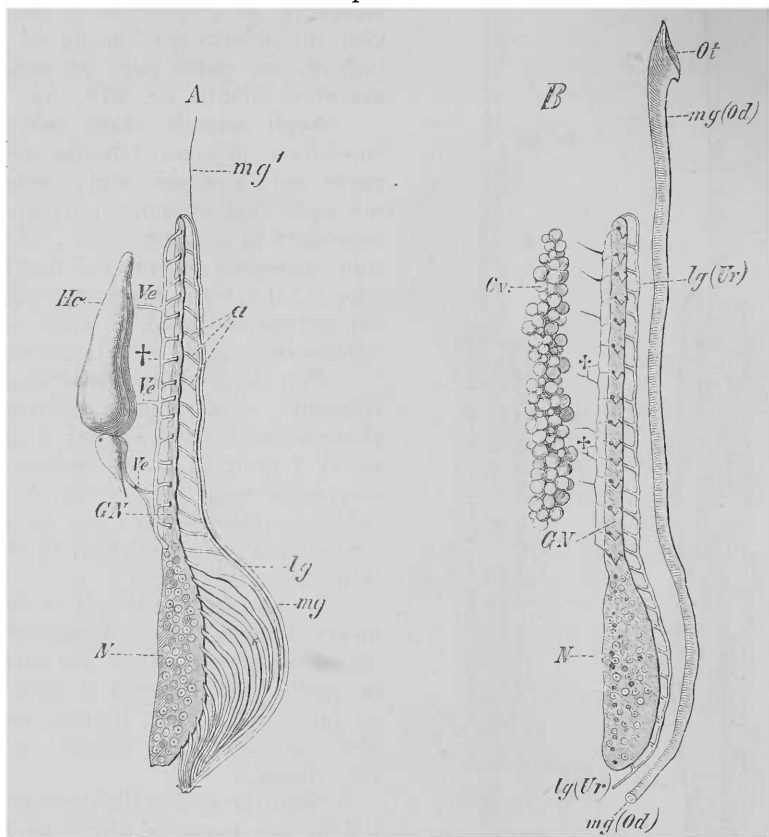


Fig. 283. — Schema del sistema urogenitale di un urodeto maschio (A) e femmina (B), basato su un preparato di *Triton taeniatus*. Da G. W SPENGL.

Ho Testicolo, *Ve Ve* Vasi efferenti dello stesso; che si uniscono in un canale riuniente \dagger , *a* Condotti escretori dei canalicoli urinari che si avvallano nel canale di Leydig *lg*, *lg*; nella femmina (fig. B presso *lg*) quest'ultimo solo funge da uretere (*U*).

Il sistema dei vasi efferenti e del loro canale riuniente diviene qui atrofico. *mg mg'* (*Od*) Canale di Müller, *Ot* Ostio dello stesso (ostio della tuba) nella femmina, *GN* Reni genitali (epididimi del maschio), *N* Reni propri o, cosiddetti, del bacino.

cloaca, ciascuno separatamente negli urodela e negli anuri, ed anche indipendentemente dai canali genitali, dopochè negli urodela maschi hanno ricevuto dei lunghissimi canali riunienti dal rene del bacino.

Negli anuri, in corrispondenza alla posizione dei reni, i dotti decorrono liberi per un grande tratto della cavità del corpo, e nel maschio presentano un allargamento a vescica (vescicola seminale) che serve, durante la fregola, da serbatoio per il seme.

Di fronte al loro sbocco sta la vescica urinaria, spesso a due punte; nei capitoli sul canale intestinale e sul sistema vascolare, ho già parlato della sua significazione morfologica.

Tracce di una disposizione segmentale dell'apparato urogenitale, si trovano negli urodeli solo nella porzione genitale dei reni; mancano nella porzione del bacino, e nell'intero rene degli anuri, che rappresenta un organo piatto più unitario e compatto o solo poco lobato. Qua e cola,

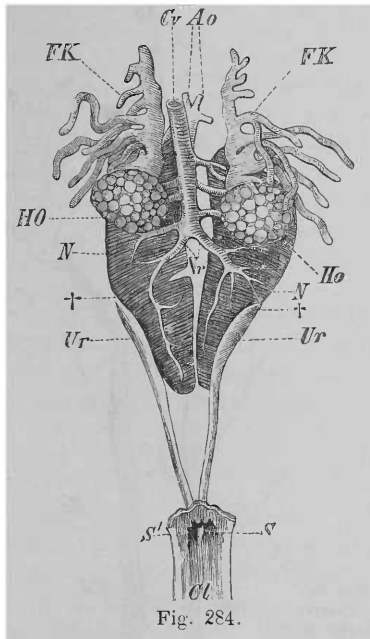


Fig. 284.

Fig. 284. — *Apparecchio urogenitale della rana esculenta, maschio.* N, N Reni, Ur, Ur Ureteri (canali di Leydig), che spuntano all'orlo laterale (in †) dei reni, S, S' Loro sbocco nella cloaca (Cl), Ho, Ho Testicoli, FK, FK corpo grasso, Cv Vena cava inferiore. Ao Aorta, Vr Vene efferenti della circolazione della vena porta renale.

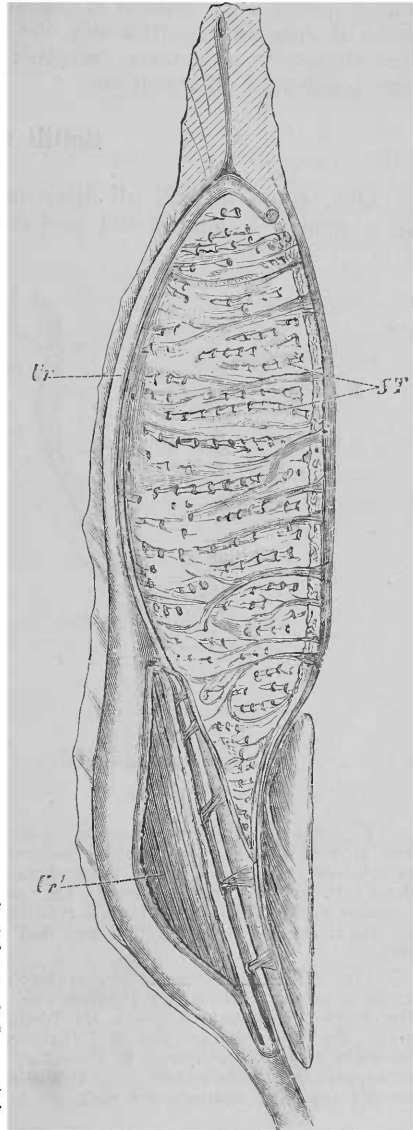


Fig. 285. — *Reni con nefrostomi di un Discoglossus pictus, maschio.* Visto dalla superficie. Da J. W. SPENGLER.

Si vedono in ST i nefrostomi (imbuti segmentali) alla superficie libera opposta alla cavità addominale, Ur Uretere (canale di Leydig), che in Ur' si allarga nella così detta vescicola seminale.

peraltro, i nefrostomi si mantengono in gran numero per tutta la vita alla superficie ventrale dei reni, rivestita dal peritoneo (1).

(1) Negli anuri le glandule genitali sono alla parte mediana e ventrale dei reni; verso la testa trovasi un corpo grasso a lobi digitiformi (fig. 284, FK).

Negli anuri pare che i nefrostomi stiano in aperta comunicazione coi canali urinari solo nel periodo larvale, più tardi si scostano da essi e sboccano nella vene portali. Per questo spostamento la cavità addominale degli anuri e quella degli amnioti si manifesterebbe come uno spazio linfatico, perchè il trasudato peritoneale che prima andava perduto per il corpo, viene ricondotto al sistema vascolare sanguigno come l'altra linfa, e così viene mantenuto all'organismo.

Rettili e uccelli.

Qui, come in tutti gli altri amnioti, quel tratto di rene primitivo che si mantiene ancora nel periodo postembrionale, si emancipa ordi-

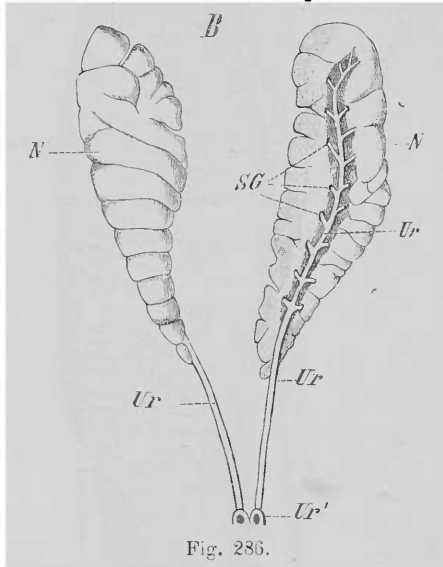


Fig. 285.

Fig. 285. — *Apparecchio urinario del Monitoir indicus*. Il rene destro è in posizione naturale, il sinistro girato lateralmente sul suo asse longitudinale, cosicchè si vedono l'uretere ed i canali riuniti. La vescica urinaria è tralasciata. *N, N* Reni, *SG* Canali riuniti, che sboccano nell'uretere *Ur*², *Ur*. *Ur*¹ Sbocco dell'uretere nella cloaca.

Fig. 287. — *Apparecchio urogenitale maschile dell'Ardea cinerea*, *N* Rene, *Ur* Uretere, che in *Sr* sbocca nella cloaca (*Cc*). Questa è aperta. *Ho* Testicolo, *Ep* Epididimo, *Vd* Vaso deferente, che in *Vd*¹ sbocca su una papilla nella cloaca, *BF* Borsa di Fabrizio, che in *BF*¹ sbocca parimenti nella cloaca. *V* *V* Solchi prodotti da vene alla superficie ventrale dei reni, *Ao* Aorta.

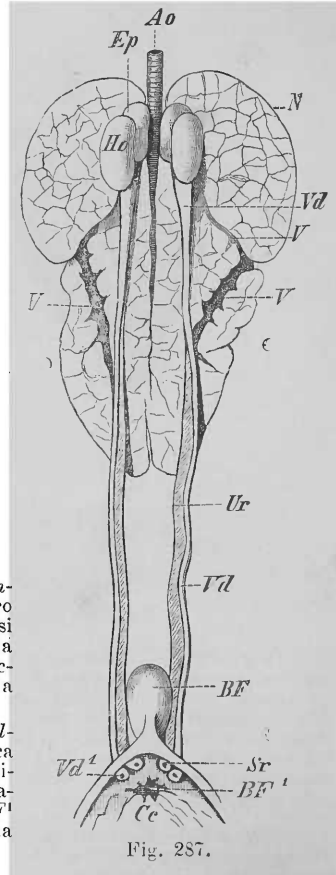


Fig. 287.

nariamente del tutto dall'apparato escretorio, mentre un nuovo rene (Metanephros), privo completamente di nefrostomi, assume la funzione di glandola urinaria (1).

Questo rene non mai acquista l'estensione del rene primitivo, che negli

(1) Sulla persistenza dei reni primitivi nei mammiferi, confr. p. 323.

anamnii, come sappiamo, si estende spesso per tutta la cavità del corpo ma rappresenta un piccolo organo compatto o lobato, che si limita per lo più alla metà posteriore del tronco, o si è anche ristretto del tutto nella regione del bacino. Ciò vale per la maggior parte dei *rettili* e per *tutti gli uccelli* (fig. 287 *N*); l'estremità posteriore dei reni spesso assottigliantesi può anche estendersi sino alla radice della coda, come, p. es., nella lucertola, dove si ha contemporaneamente in un dato punto la fusione degli organi delle due parti.

Secondo quanto fu detto o gli ureteri mancano affatto, o si estendono, più o meno liberi, nella cavità addominale. L'ultima cosa succede, p. es., nei *coccodrilli* ed in grado ancor maggiore negli uccelli, dove il rene si adatta alla cavità del bacino, ed alla sua faccia dorsale ripete al rovescio il rilievo dello scheletro (fig. 287, *Ur*). La superficie ventrale, piatta, dei reni è qui regolarmente lobata e in causa delle vene che vi si sprofondano (fig. 287, *V V*) è percorsa spesso da solchi assai profondi e variamente frastagliati; le estremità posteriori dei due reni possono, come nei lacertili, fondersi in una massa sulla linea mediana.

Fra destra e sinistra non vi è sempre una perfetta simmetria, in tutti e meno che nei serpenti, dove i reni, riccamente lobati, come nei *saurii apodi*, hanno una forma lunga e sottile a nastro, corrispondente alla forma del corpo.

Come gli anfibi, così anche i saurii (compresi gli scincoidi) e le tartarughe, hanno una vescica urinaria più o meno frastagliata e che indica una disposizione pari. Essa nasce dalla parete ventrale della cloaca, ma manca ai serpenti, coccodrilli ed uccelli.

Mammiferi.

Qui i reni, relativamente piccoli, stanno lungo il muscolo quadrato dei lombi e sulle coste; posseggono per lo più un margine esterno convesso ed uno interno concavo. Questo viene detto *ilo*, perchè qui entrano ed escono i vasi sanguigni e l'uretere. Esso col suo tratto iniziale allargato, spesso spaccato, col così detto *calice* (e rispettivamente coi *calici*) (fig. 288 *Ca*) comprende piccole formazioni papilliformi, sporgenti nell'ilo renale, su cui sboccano in numero vario i canalicoli urinari (fig. 288 tra *Pr* e *Ca*). Nel loro decorso ulteriore i calici renali si fondono in una cavità più grande, nella pelvi, e questo sbocca nell'uretere che va alla vescica (fig. 288, *Pe*, *Ur*).

L'uretra che parte dalla vescica urinaria è corta nella femmina, nel maschio, invece, unita intimamente al membro genitale, ha la forma di un lungo canale (seno urogenitale) ed è fornita di un corpo cavernoso.

Nel periodo embrionale il rene rappresenta una massa a più lobi, e ciò può persistere per l'intera vita (cetacei, pinnipedi, orso, lontra, ecc.) o si ha una fusione più o meno completa dei lobi, per cui l'organo può acquistare un aspetto a monticelli, moriforme, o più o meno liscio e compatto (fig. 289).

Anche in questo caso, peraltro, si può dimostrare più o meno chia-

ramente, nella sezione trasversale, la primitiva divisione in lobi. Si può, cioè, distinguere una sostanza interna (sostanza midollare) disposta in figure cuneiformi (fig. 288 *M, Pr*), nelle così dette *piramidi*, ed una sostanza esterna, corticale, che si spinge tra le piramidi sotto forma di *colonne di Bertini* (fig. 288 *R, B*).

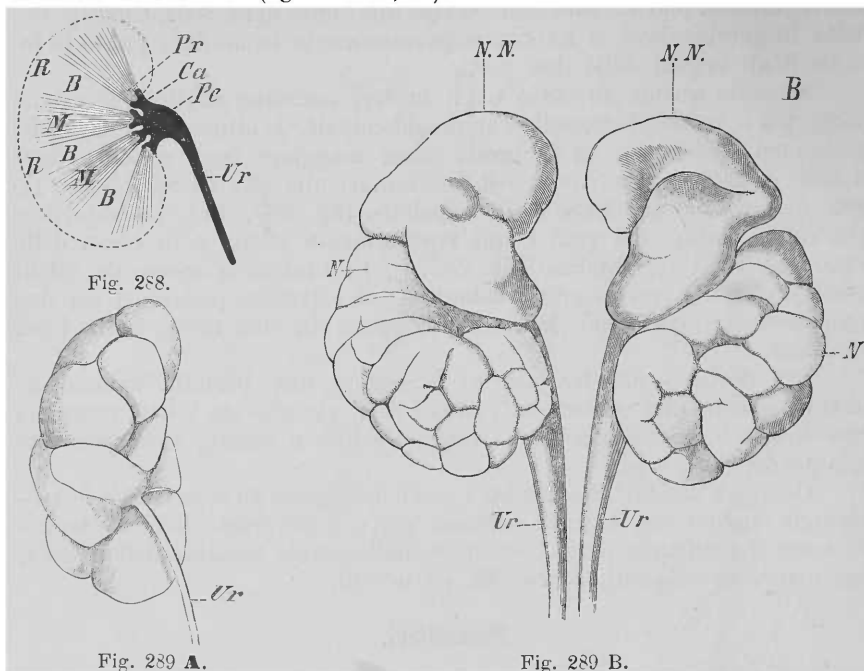


Fig. 288. — *Taglio longitudinale di un rene di mammifero.* Schema, *R, R* Sostanza corticale, *M, M* Sostanza midollare, disposta a piramidi (*Pr*). Tra esse si insinua la sostanza corticale in forma di colonne di Bertini (*B, B*), *Ca* Calici, *Pe* Pelvi, *Ur* Uretere.

Fig. 289. — *A rene destro del capriolo.* *B* I due reni ed epireni di un embrione umano. Ambedue dalla parte ventrale, *N, N* Rene, che si divide in lobi, *Ur, Ur* Ureteri, *N, N* Epireni.

Quelle piramidi corrispondono ai lobi embrionali dei reni, ma è da osservarsi che più lobi possono fondersi in una piramide.

I corpuscoli di Malpighi, e gli attorcigliati canalicoli urinarii circondati da vasi sanguigni dei reni dei mammiferi, stanno nella sostanza corticale: i canali urinarii dritti, invece, specialmente nelle piramidi, dove essi, formando continue anastomosi, producono, verso la papilla, sempre più grandi canali riunienti.

In tutti i mammiferi gli ureteri percorrono liberi un grande tratto nella cavità addominale e finiscono poi nella vescica urinaria che non manca mai. Il punto di entrata si trova sempre alla parte posteriore, o al fondo, e questo è il caso più comune, o più in su verso il vertice. La vescica è ora più in alto nello spazio addominale, ora più in basso nel bacino.

La vescica urinaria dei mammiferi si sviluppa dalla porzione posteriore dalla parte intraddominale dell'allantoide, cioè dal suo gambo, del così detto *uraco*. Quella parte del gambo dell'allantoide che sta più all'innanzi, cioè verso la testa, si cambia nel così detto legamento vescicale medio (1). La vescica urinaria soggiace a numerosissime variazioni di forma, ma queste non possono venir qui descritte, per la loro importanza affatto secondaria.

Organi genitali.

Pesci.

Nell'*Amphioxus* la glandula genitale persiste per lungo tempo in un grado indifferente di sviluppo. Essa mostra una disposizione strettamente segmentale ed ogni porzione termina separatamente nella cavità peribranchiale. Non occorrono argomenti speciali per dimostrare la grande differenza che passa tra l'*Amphioxus* da una parte e tutti gli altri cranioti dall'altra. I prodotti genitali vengono eliminati dalla cavità peribranchiale per la bocca.

Le glandule genitali dei *ciclostomi* (2) si presentano come un organo lungo ed impari, sospeso alla parte dorsale dell'intestino mediante un mesoario o mesorchio peritoneale. Negli altri pesci delle glandule genitali impari si trovano eccezionalmente, e richiedono una definizione assai circospetta (vedi più sotto); si trova anche una sproporzione asimmetrica tra destra e sinistra. L'organo da una parte può, anzi, sparire anche completamente, come, p. es., nell'*Ammodytes tobianus*, *Cobitis barbata* ecc. Originariamente anche in tutti i pesci, come anche d'ordinario negli altri vertebrati, la disposizione delle glandule genitali è pari, e la fusione è acquisita solo secondariamente. Gli ovarii e testicoli dei *teleostei* concordano quasi completamente tra loro sia per forma e posizione, che per i canali escretori.

L'*ovario dei teleostei* forma di regola un otre a fondo cieco verso la testa, alla cui parete interna nascono le uova su foglie longitudinali o trasversali, mentre il prolungamento all'indietro forma la tuba. Le tube per lo più corte si fondono, alla loro estremità posteriore, in un canale impari, il quale termina in una fessura o su una papilla che si

(1) Né un uraco, né tracce di esso e neppure arterie ombelicali furono dimostrate nei marsupiali. L'allantoide viene come tale compresa interamente nella cavità addominale e rispettivamente in quella del bacino, per fungere tutta la vita da vescica urinaria, crescendo, col crescere dell'animale, ma non in proporzione ad esso. Così qui, per tutta la vita, le arterie dell'allantoide (vescicali superiori ossia ombelicali) restano in tutta la loro estensione aperte. Quindi tra la vescica urinaria dei placentati e degli aplacentati esiste solo una omologia incompleta.

(2) In tutti i giovani esemplari di mixine femmina, in cui le uova non hanno ancora raggiunto la maturanza, la parte posteriore delle glandule genitali ha una struttura simile a quella dei testicoli, cosicchè qui si ha un ermafroditismo. La spermatogenesi poi è evidentemente dimostrabile. Sembra, dunque, visto che i maschi anche sono straordinariamente rari di fronte alle femmine, che nei mixinoidi non si possa escludere l'ermafroditismo. Si deve, peraltro, osservare, che in esemplari provvisti di uova mature e bene sviluppate non si trova ordinariamente alcuna porzione di testicoli nell'ovario (CUNNINGHAM).

può prolungare a modo di tubo. Le tube dei teleostei non meritano, del resto, tale nome, giacchè non si può parlare assolutamente di una loro discendenza dei canali di Müller; sono formazioni speciali, cioè parti separate dall'estremità posteriore della cavità addominale primitiva e rispettivamente della sierosa. Se tale disgiungimento nasce, ha luogo in modo incompleto nel periodo embrionale: si hanno allora gli imbuto peritoneali dei salmonidi; ma di ciò più tardi.

I testicoli dei teleostei sono sempre dei corpi oblungi, in sezione trasversale rotondi, ovali o triangolari-prismatici, i quali dorsalmente toccano i reni e ventralmente il canale intestinale. Il condotto escretore, spesso intensamente bianco, sbocca tra il retto e l'uretra al di fuori, dopo di essersi fuso col suo opposto in un canale impari. Va considerato sotto lo stesso punto di vista morfologico dell'ovidotto, cosicchè nei teleostei non si può parlare nè di un canale di Wolff, nè di un canale di Müller (1).

Nei ciclostomi, e, tra i teleostei, nelle anguille e salmoni femmine, nel *Laemargus borealis* tra i selaci, i prodotti genitali arrivano al di fuori per i pori addominali.

Come dimostra l'embriologia degli altri teleostei, tale fenomeno è primario. Noi dobbiamo rappresentarci originariamente gli ovarii di tutti i pesci, come due laminette sospese al peritoneo, a destra e sinistra della colonna vertebrale, sulla cui intera superficie si producono delle uova. Si scaricano per i già più volte accennati pori addominali. Per assicurare l'arrivo delle uova ai pori addominali, si formano dei solchi longitudinali nel peritoneo, e, chiudendosi i solchi in forma di tubuli, si originano gli ovarii saccati coi loro dotti escretori, caratteristica della maggior parte dei teleostei (Mac Leod).

Nè le tracce di organi esterni di copulazione, dette vescichette seminali o prostate, e neppure la suaccennata così detta vescica urinaria, sono da paragonarsi alle omonime formazioni dei vertebrati superiori.

Nei selaci gli ovarii sono quasi sempre pari, e ciò vale senza eccezione per gli ovidotti, i quali, in contrapposto a quelli dei teleostei, sono sempre divisi dagli ovarii. Essi cominciano molto all'innanzi nella cavità del tronco, immediatamente dietro il cuore, con un ostio addominale comune. La porzione anteriore, che include la cosiddetta glandula del guscio, è sempre più slanciata e più stretta della posteriore; questa si rigonfia, formando, cioè, una specie di utero, nel quale si sviluppa l'embrione degli squali vivipari. Alla sua estremità posteriore si fonde con quello dell'altra parte in un canale impari, e questo sbocca nella cloaca, un po' dietro l'apertura degli ureteri.

La glandula del guscio fornisce una sostanza che circonda l'uovo, e si indurisce in una massa solida, quasi cornea. Più sviluppata (biconvessa)

(1) Nel *Serranus* e nel *Chrysophrys* si trova un testicolo bene sviluppato nella parete dell'ovario; v'è anche un vaso deferente, che è formato da caverne oblunghe delle grosse pareti e chiude all'intorno l'intero canale ovarico. Il *Serranus* si feconda da solo: nel *Chrysophrys* ciò avviene reciprocamente. Pesci con ermafroditismo incostante, quali il *Gadus morhua*, lo *Scomber scomber*, la *Clupea harengus*, conducono alle disposizioni ordinarie; si hanno, dunque, in certa maniera tre gradi di sviluppo.

si trova nei *selaci ovipari*, tra gli squali quindi negli *Scyllii*, tra le razze nelle *Rajae* ed anche nella *Chimaera*. Il guscio dell'uovo è per lo più oblungo-quadrangolare ed ai quattro angoli allungato in cordoni ravvolti a spira.

Negli squali vivipari, in cui il guscio dell'uovo è assai sottile, l'embrione si sviluppa dentro all'utero. Il suo sacco vitellino è d'ordinario libero e non unito alla parete uterina: in alcuni, peraltro, come, p. es., nel *Mustelus laevis* e nel *Carcharias*, aderisce ad una vera placenta uterina, in modo che le sue pieghe e rughe si insenano in avvallamenti corrispondenti della mucosa dell'utero. Inoltre, i vasi del sacco vitellino, intimamente intrecciati tra loro, si insinuano nella mucosa dell'utero, come vedemmo che fanno i cotiledoni nei ruminanti (confr. il capit. sui rapporti tra madre e feto).

Il testicolo dei *selaci*, sempre pari e disposto simmetricamente, è sospeso nel mesorchio, nella parte anteriore della cavità addominale, dorsalmente al fegato. È costituito da numerose vesciche o capsule, in cui si originano gli spermatozoi.

I vasi efferenti, disposti trasversalmente, si uniscono coi canalicoli anteriori, completamente sviluppati, dei reni primitivi (epididimo), e si dispongono a canale longitudinale, da cui nasce un sistema di canali trasversali, eguali per numero di vasi efferenti.

Il canale di Müller degli squali maschi si presenta rudimentale; il suo lume è assai stretto ed interrotto di spesso.

Il *Lepidosteus* femmina tra i ganoidi segue le disposizioni dei *teleostei* da noi già esposte, mentre nei ganoidi cartilaginei sembra si abbia, sebbene incompletamente, una divisione del canale primario dei reni primitivi in un canale di Müller ed in uno di Leydig (condotto secondario dei reni primitivi). Esso serve nel maschio probabilmente come condotto urinario e seminale, nella femmina solo da canale urinario.

Qualora ciò fosse confermato da ricerche embriologiche più esatte, i ganoidi cartilaginei presenterebbero nello sviluppo del loro sistema genitale disposizioni ancora più primitive dei selaci.

Degli organi copulatori dei selaci, dirò qualcosa più tardi.

Dipnoi.

Nel *Protopterus* adulto (Parker) l'ovario è più lacunare che nel giovane (Ayers), e gli ovidotti, posti tra i reni e l'ovario, assumono, nel tempo della riproduzione, una forma serpeggiante (come negli anfibii), mentre la loro parete si ingrossa. Essi sboccano in una papilla comune nella cloaca.

La mucosa dell'ovidotto ha pieghe longitudinali, e consta di cellule cilindriche. Il peritoneo lascia libera solo una parte della superficie laterale dell'ovario.

Il testicolo del *Protopterus* (Parker) ha l'aspetto dell'ovario immaturo (e perciò finora furono descritte come testicoli le ovaie di femmine giovani); e, come i reni, è avvolto da tessuto linfoide e adiposo. Sulla linea mediana presenta un solco longitudinale, in cui scorre il

condotto escretore. I due condotti, dopo breve tratto, si uniscono in un dotto comune, che sbocca nella cloaca, mercè una *papilla urogenitale*. Le disposizioni di questi condotti differiscono da quelle degli altri vertebrati; s'avvicinano solo alquanto a quelle dei selaci.

La forma degli spermatozoi fu descritta per la prima volta da Parker (1888). Il loro capo somiglia a una rapa, e la coda è *doppia*, ossia è formata di due fine ciglia, fra loro affatto divise, che si dipartono da un breve collo unico.

Nessun carattere esterno permette di distinguere il maschio dalla femmina.

Anfibi.

In tutti gli anfibi, le glandule genitali, poste d'ordinario nelle due metà longitudinali della cavità del corpo, a destra e sinistra della colonna vertebrale, hanno una disposizione pari e simmetrica, ed in complesso si adattano nella loro forma alla forma esterna del corpo. Così gli *ovari*

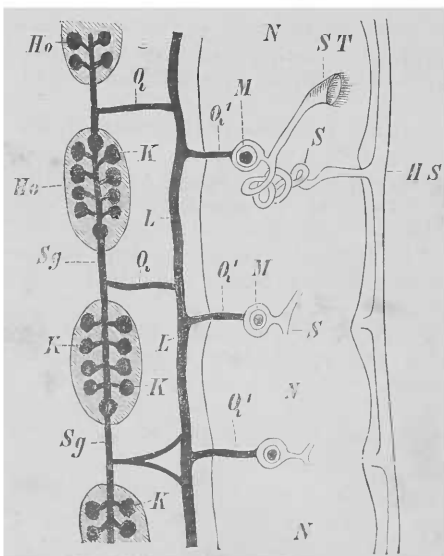


Fig. 290. — Schema di una porzione dell'apparecchio genitale maschile dei gimnofioni. *Ho, Ho* Testicoli, *Sg* Loro canale riunente, *K, K* Capsule dei testicoli, *Q, Q* Canali trasversali che escono e si sprofondano nel canale longitudinale *L, L*. *Q', Q'* Seconda serie di canali trasversali, *M, M* Corpuscoli di Malpighi, *N, N* Reni, *ST* Imbuti segmentali, *S* Canali raggomitolati, *HS* Condotto urinario e seminale.

dei gimnofioni (fig. 282 A, *Ov*) hanno le forme di cordoni lunghi e sottili, ed i loro *testicoli* rappresentano una catena di piccoli pezzetti singoli, ordinati come una collana di perle in un canale riunente (fig. 282 B, *Ho* e fig. 290 *Sg*). Ogni pezzo di testicolo è costituito da una serie di capsule sferiche (figura 290, *k*), che preparano il seme e lo versano nel canale riunente che le attraversa. Da quel tratto del canale riunente che è libero tra due pezzi del testicolo, sporge verso i reni (*N, N*) un canalicolo trasversale (*Q, Q*) che si sprofonda nel canale longitudinale (*L, L*) che passa per di là. Questo, finalmente, attraversa un secondo sistema di canali trasversali (*Q, Q*), conduce il seme ai corpuscoli di Malpighi e di qui giunge, attraverso il sistema dei canali renali, nel canale urinario e seminale (*HS*).

In tale maniera, come già scrissi nel capitolo sul sistema urinario, si presenta in complesso anche l'apparato genitale maschile di tutti gli *urodeli* (fig. 283 A, *Ho*) e di *certi anuri* (rospi). Il testicolo, peraltro, nella sua configurazione esterna soggiace alle più svariate modificazioni, ed è o ovale, o appuntito ad una estremità, o fusiforme (fig. 283 A *Ho*) negli urodeli, o più rotondo, negli anuri (fig. 284, *Ho*).

Nella *Rana*, nel *Bombinator* e nell'*Alytes*, i vasi efferenti del testicolo si emancipano sempre più dal sistema urinario, si sprofondano, cioè, senza unirsi ai canalicoli urinari, o direttamente nell' uretere (rana) o terminano ciechi la massima parte, mentre solo gli anteriori si mettono in diretta comunicazione coll'uretere (*Bombinator*). Nell'*Alytes*, finalmente, caso unico nelle serie animale, i vasi efferenti sboccano nel canale di Müller alla estre-

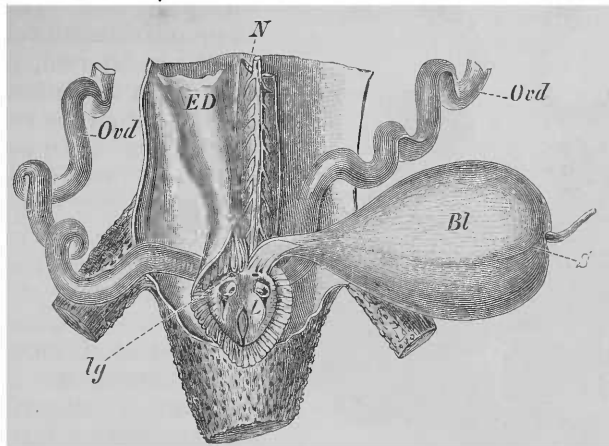


Fig. 291. — Cloaca aperta di una *Salamandra perspic*. femmina. ED e Bl Intestino terminale e vescica urinaria, tagliate ambedue al punto di sbocco nella cloaca. S. Solco della vescica, N Reni, Lg Shocco dei canali di Leydig, Ovd, Ovd Ovidotti che sboccano su due papille. A sinistra della plica mucosa L v' è la papilla genitale.

mità anteriore del rene (tale fatto abbisogna di un controllo). Nel canale di Müller che qui funge, dunque, da vaso deferente, sbocca l'uretere che esce dalla estremità posteriore del rene, ed appena dopo la fusione dei due canali si forma un canale urinario-seminale.

In tutti gli altri anfibi maschi ci sono sempre i condotti di Müller, ma solo in una forma più o meno rudimentale. Vicini al margine laterale dei reni, si estendono tanto quanto gli organi corrispondenti della femmina. Un lume può esservi o anche mancare e lo stesso vale per la sua comunicazione colla cavità e dell'addome con quella della cloaca.

All'estremità anteriore di ogni testicolo del rospo, cioè tra la glandula genitale ed il corpo grasso, si trova lo stesso organo rosso-giallo, che Spengel nominò nell'ovario *organo di Bidder*. Esso è formato nel suo interno di capsule, le quali per la loro struttura concordano nell'essenziale colle vere uova ad uno stadio anteriore di sviluppo; si sviluppano anche nello stesso modo delle uova ovariche. Il loro concorso alla formazione del seme non è dimostrato. È da supporre che in alcune di queste capsule segua una formazione di corpi seminali; cosicchè esse conterrebbero le condizioni per lo sviluppo di materie genitali sia maschili che femminili.

Non sembra finora possibile di precisare più esattamente la vera significazione fisiologica di questo organo; si può soltanto dire che le glandule genitali del corpo conservano le condizioni per lo sviluppo dei due sessi, anche quando è oltrepassato lo stadio di indifferenza genitale, e che esse subiscono una lenta metamorfosi (Knappe).

Gli ovarî degli urodéli sono costruiti sempre secondo uno stesso tipo. Essi si presentano come un otre oblungo, chiuso all'intorno e con un

lume continuato. L'otre ovariale degli *anuri*, invece, si divide in una serie longitudinale di (3-20) tasche o camere del tutto separate. Qua e colà è sempre bene sviluppato un mesoario, ed in nessun luogo v'è

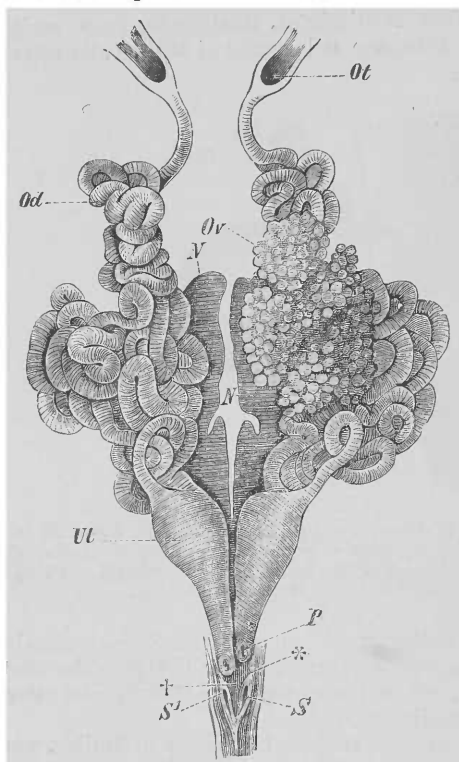


FIG. 292. — Apparecchio urogenitale della rana esculenta femmina. Ov Ovario (manca l'ovario dell'altra parte), Od Ovidotto, Ot Ostio della tuba, Ut Estremità rigonfia uteriforme dell'ovidotto. P Suo sbocco nella cloaca, N Rene, S, S' Sbocchi degli ureteri nella cloaca, che stanno su due pieghe longitudinali (*) divise tra loro da un profondo intervallo (†).

chè ricordano in tutto e per tutto le uova dei sauropsidi. Anzitutto, sono ovali e di notevole grandezza (lunghe 9 mm. e larghe circa 3 mm.), e poi hanno un vitello sviluppatissimo, giallo paglierino, che contiene un bianco e rotondo disco germinativo, con macchiette germinative più oscure. Inoltre, come nelle uova degli uccelli, esiste la latebra ed il relativo gambo. Negli ovidotti vengono rivestite da abbondante albume, e la massa di rivestimento si allunga ad ogni polo dell'uovo, formando una calaza, cosicchè le singole uova sono unite tra loro come una collana di perle. Le uova vengono deposte nella terra, in modo che tutte le calaze sono piegate insieme verso il mezzo della massa delle uova. Avvicchiata intorno alla massa delle uova sta la madre, la quale così intraprende da sola la covatura, difendendo le uova dai nemici e dall'inacidimento. La fecondazione ha luogo internamente, e non si poteva attendere altrimenti visto il forte sviluppo dell'ovario.

una diretta unione tra ovari e tube. Queste cominciano molto all'innanzi nella cavità del corpo, in grande distanza della estremità anteriore dei reni, con un'apertura libera imbutiforme, e decorrono, quasi diritte nell'epoca giovanile, ma fortemente attorcigliate nel tempo della riproduzione (fig. 292 Ov), all'indietro verso la cloaca, davanti al margine laterale dei reni.

Poco avanti al loro punto di sbocco, si gonfiano formando un corpo uteriforme, e, dopo di essersi nuovamente assottigliate, sboccano d'ordinario, ciascuna separatamente, in una papilla, alla parete dorsale della cloaca (figura 292 Ut, P).

Solo nella specie *Bufo* ed *Alytes* le due estremità degli ovidotti si fondono in un canale impari.

Nella suaccennata parte rigonfia della tuba, le uova, dopo di aver ricevuto un rivestimento gelatinoso dalle glandule dell'ovidotto, si accumulano in sfere (*rane*) od in cordoni (*rospi*).

Secondo P. ed F. Sarasin, sono di speciale interesse le uova dell'oviparo *Epicrium glutinosum*, appartenente agli anfibi apodi, per-

maschile (vedi questo). L'intera segmentazione delle uova ha luogo nell'interno della madre, ed è puramente parziale, limitata al disco germinativo. Ciò ricorda quanto notoriamente succede nell'uovo dei rettili e degli uccelli. Il potente sacco vitellino, ricco di vasi, si mantiene lungo tempo; sparisce appena quando la larva ha raggiunto una lunghezza di 6-7 cm. In tale stadio anche le branchie esterne cominciano lentamente a regredire. Gli animali vanno nell'acqua, dove si muovono come anguille; non posseggono allora nè branchie esterne nè interne, ma soltanto un foro branchiale esterno. Più tardi cambiano la vita acquatica in terrestre.

Non devesi dimenticare il corpo grasso, già più volte accennato che trovasi in tutti gli anfibî vicino alle glandule genitali e che è costituito da sostanza adenoide, grasso, leucociti e numerosi vasi sanguigni. Sta in rapporti fisiologici assai interessanti (nutritivi) colle glandule genitali, e solo così si può spiegare come gli animali, appena desti dal lungo sonno invernale e dopo di essere rimasti senza cibo per lunghi mesi, possano tosto, spesso già nei primi giorni nella primavera, produrre migliaia di neonati. Si tratta forse anche di una istiolisi del tessuto muscolare, che segue a profitto del nutrimento dell'uovo, come fu dimostrato da W. N. Parker nel *Protopterus* e da Miescher nel salmone (Wiedersheim). La stessa cosa vale anche per molti pesci e rettili e vorrei qui anche ricordare la *glandula del letargo* di certi mammiferi (conf. anche il capitolo sui rapporti fra madre e feto).

Rettili ed uccelli.

Ho già esposto nella introduzione le differenze che passano tra i sistemi urogenitale degli *anamnii* e degli *amnioti*, per cui non occorre adesso occuparsene oltre.

Nei sauropsidi la forma delle glandule genitali si adatta in complesso a quella del corpo. Sono quindi più allargate nei chelonii, e più sviluppate in lunghezza nei saurii serpentiformi. Nell'ultimo caso, e ciò vale anche per i lacertili, sono asimmetriche, poichè gli organi delle due parti si spingono uno addosso all'altro, cosicchè stanno uno sopra l'altro in parte, invece che uno vicino all'altro.

In tale modo ciascun ovario acquista uno spazio sufficiente per il proprio sviluppo, e nei casi dove si tratta di uova assai grandi, si ha anche la lenta atrofia dell'organo di una parte, cosicchè negli uccelli, p. es., soltanto l'ovario sinistro arriva alla sua intera funzione fisiologica.

Ogni ovario dei rettili si presenta come un sacco fibroso, rivestito dal peritoneo, il cui lume è percorso da una massa di trabecole riccamente vascolarizzate ed è pieno di uova. Nelle camere linfatiche sorte in tal modo, nei rettili (1) come negli anamnii, si sviluppano per l'intera vita i follicoli delle uova, e che ciò valga anche per i mammiferi (per l'uomo sino agli anni climaterici) fu già accennato prima.

Gli ovidotti (2), nella cui parete si trovano numerosi elementi mu-

(1) Il luogo di formazione delle uova primitive si trova nella lucertola femmina da ogni parte del legamento sospensore dell'ovario, alla sua parte dorsale.

(2) Un eccellente lavoro sui più fini particolari istologici dell'ovidotto dei sauropsidi, e sulla nutrizione dell'uovo da parte del secreto dell'ovidotto, dobbiamo a MARIA SACCHI

scolari e glandule per la formazione dei gusci, posseggono sempre un ostio addominale assai largo ed imbutiforme e sono spesso disposti in numerose pieghe trasversali. Al tempo della fecondazione s'accrescono molto in circonferenza e negli uccelli presentano molti giri (1).

Dei reni primitivi e del canale di Wolff si mantengono nei rettili solo

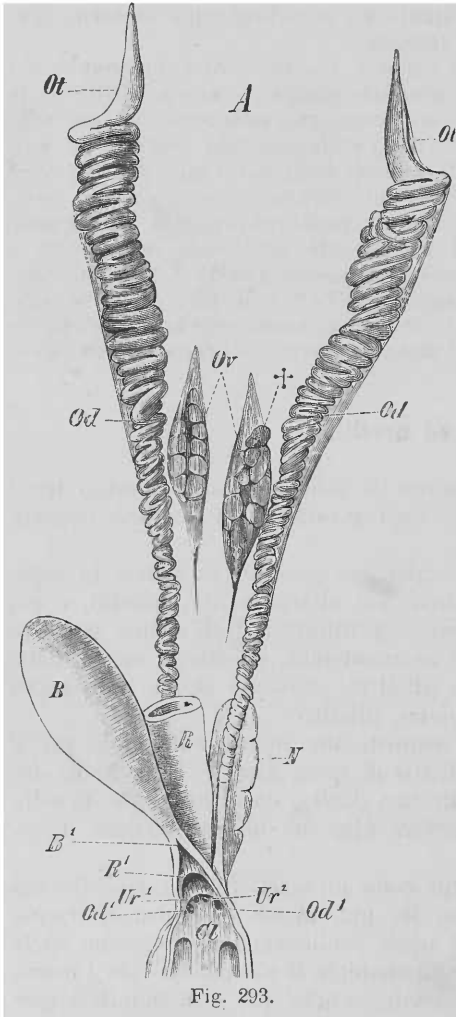


Fig. 293.

papilla della parete dorsale della cloaca *Cl*, *B* Vescica urinaria, *r* Retto, *N* Rene, *mg* Rudimento del canale di Müller.

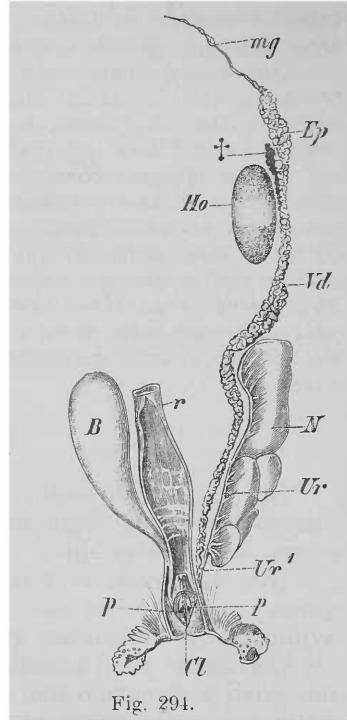


Fig. 294.

Fig. 293. — Apparato urogenitale maschile della *Lacerta muralis*. *N*, *N* Reni, *Ur*, *Ur'* Sbocco dell'uretere nella cloaca *Cl*, *B* Vescica urinaria, *B'* Suo collo (spaccato), *R* Retto, *R'* Sua entrata nella cloaca, *Ov* Ovario, *†* Resto dei reni primitivi, *Od* Ovidotto che in *Od'* sbocca nella cloaca, *Ot* Ostio della tuba.

Fig. 294. — Apparato urogenitale maschile dell'*Anguis fragilis*. Da F. LEYDIG. *Ho* Testicolo, *†* Il cosiddetto corpo giallo-oro (epirene), *Ep* Epididimo, *Vd* Vaso deferente, *p*, *p* Sbocco del vaso deferente congiunto alla estremità dell'uretere (*Ur*, *Ur'*) su una

(1) Non di rado si osserva negli uccelli una specie di ermafroditismo (androginia). In tale caso la femmina acquista le abitudini del maschio (voce, manifestazioni dell'istinto sessuale ecc.). Di pari passo nascono cambiamenti di struttura negli organi genitali, specie nell'ovario, il quale non ha più cellule genitali; si trovano, inoltre, una cresta, sproni e penne come nel maschio. Però, un vero ermafroditismo anatomico non esiste presso alcun uccello.

pochi resti di colore giallo bruno, che soggiaciono ad una degenerazione adiposa. Essi corrispondono agli epididimi del maschio e sono disposti asimmetricamente, cioè in una sola serie tra ovidotto e colonna vertebrale. Nelle femmine degli *ofidi*, *cheloni ed ascalaboti*, il canale di Wolff persiste in una estensione maggiore che nei sauri.

I *testicoli* dei sauropsidi concordano cogli ovari per la loro posizione (fig. 287, 293, 294), e come questi aumentano di volume all'epoca della riproduzione.

Sono formazioni compatte, ovali, rotonde o piriformi (fig. 294, *Ho*) e sono costituite da una circonvoluzione di canalicoli seminali a molti giri, tenuti insieme da un tessuto fibroso. Negli uccelli si trovano spesso differenze di grandezza tra destra e sinistra. Al margine laterale del testicolo si trova nei rettili (*Lacerta, Anguis*) il corpo giallo-oro, corrispondente ad un epirene, e dalla stessa parte si vedono dei canali trasversali uscire dal testicolo ed entrare nell'epididimo (fig. 294, *Ep*).

Il quale è pure costituito da canalicoli attorcigliati, e da questi esce finalmente il vaso deferente (canale di Wolff) più o meno a giri (fig. 294 *Vd*), che negli uccelli sbocca con apertura propria nella cloaca. Nei lacertili, poco prima del suo sbocco, si unisce colla parte posteriore dell'uretere.

Le tube nei maschi si trovano sempre solo rudimentali, ma concordano per la posizione con quelle delle femmine. Il loro lume è di tratto in tratto interrotto, ma l'ostio addominale può esser aperto (*Emys europaea*) (1).

Mammiferi.

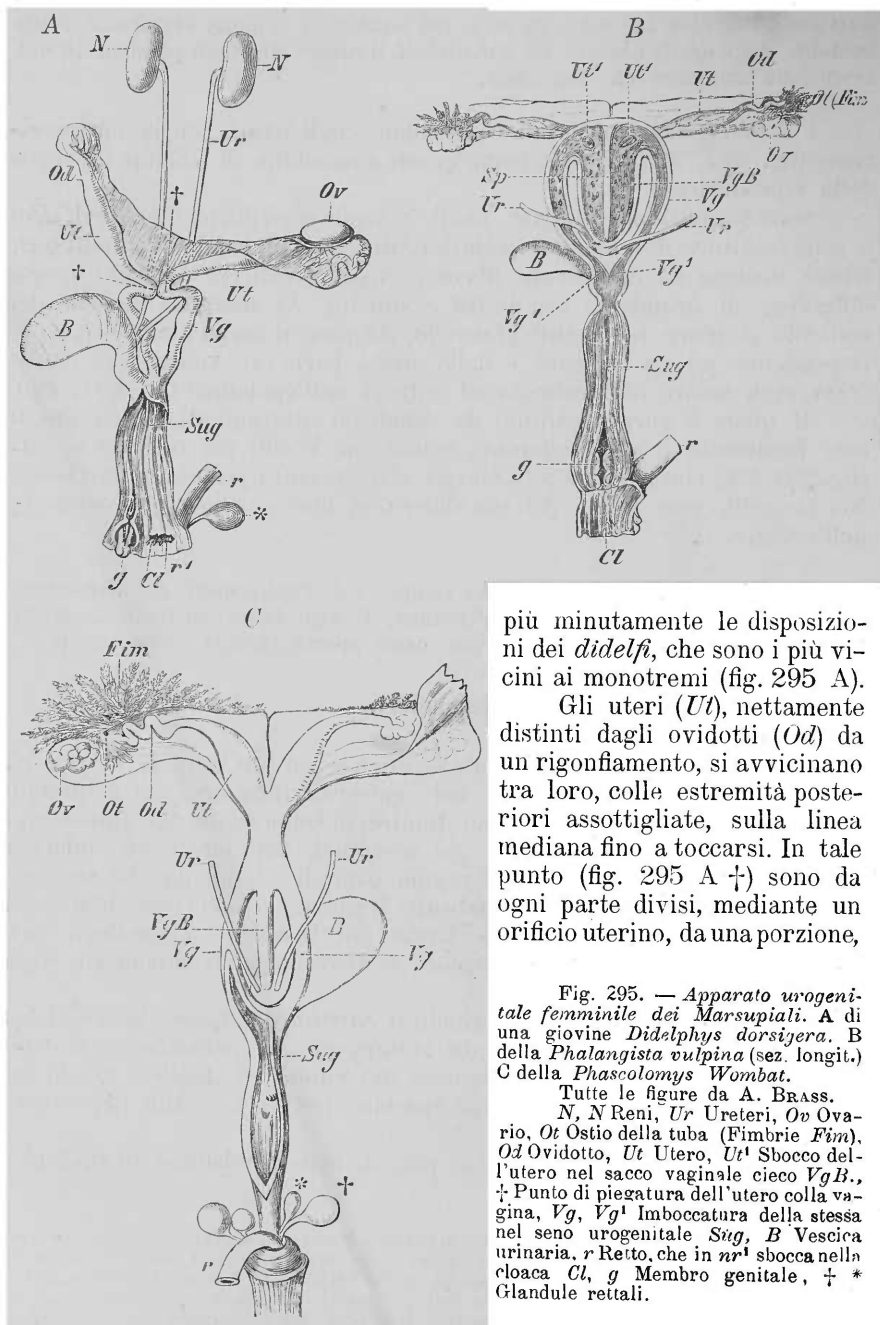
In essi l'apparato genitale non si estende più per tutta la cavità del corpo, come si poteva osservare nei vertebrati inferiori, ma è limitato alla regione dei lombi e del bacino. Inoltre, in connessione agli intimi rapporti tra madre e feto prima già accennati, ha luogo un differenziamento assai più ricco degli organi genitali, di quello che sia successo nelle altre classi dei vertebrati. Il passaggio, del resto, non è del tutto immediato, giacchè nelle forme più basse dei mammiferi, cioè negli *ornitorinchi* e nei *marsupiali*, si trovano punti di contatto cogli uccelli e coi rettili.

Tale sarebbe negli ornitorinchi il *carattere oviparo*, la *struttura acinosa dell'ovario sinistro più sviluppato*, la *persistenza di una cloaca* e la *persistente separazione dei canali di Müller*. Quelli dei marsupiali meritano un'attenzione speciale, per la loro alta importanza morfologica.

Si tratta, come fu accennato più su, della persistenza di stadi filo-

(1) Di quando in quando, come ha dimostrato HOWES, si trovano anche nei lacertili maschi, p. es. nella *Lacerta viridis*, sviluppati come nelle femmine i due ovidotti con un largo ostio addominale. Come nella femmina, anche nel maschio l'ovidotto destro supera il sinistro. Sembra che l'estremità cloacale dell'ovidotto sinistro funga da vescicola seminale, come fu osservato anche nei selaci maschi. Il testicolo (in contrapposto a certi anfibi) non ha struttura ermafroditica, ma ha tutti gli attributi di una glandula genitale maschile.

ticamente od ontogeneticamente inferiori, ed io voglio perciò descrivere



più minutamente le disposizioni dei *didelfi*, che sono i più vicini ai monotremi (fig. 295 A).

Gli uteri (*Ut*), nettamente distinti dagli ovidotti (*Od*) da un rigonfiamento, si avvicinano tra loro, colle estremità posteriori assottigliate, sulla linea mediana fino a toccarsi. In tale punto (fig. 295 A †) sono da ogni parte divisi, mediante un orificio uterino, da una porzione,

Fig. 295. — Apparato urogenitale femminile dei Marsupiali. A di una giovine *Didelphys dorsifera*. B della *Phalangista vulpina* (sez. longit.) C della *Phascolomys Wombat*.

Tutte le figure da A. BRASS.

N, *N* Reni, *Ur* Ureteri, *Ov* Ovario, *Ot* Ostio della tuba (Fimbrie *Fim*), *Od* Ovidotto, *Ut* Utero, *Ut*¹ Sbocco dell'utero nel sacco vaginale cieco *VgB*, † Punto di piegatura dell'utero colla vagina, *Vg*, *Vg*¹ Imboccatura della stessa nel seno urogenitale *Sug*, *B* Vescica urinaria, *r* Retto, che in *nr*¹ sbocca nella cloaca *Cl*, *g* Membro genitale, † * Glandole rettali.

giacente assai più all'indietro, del canale di Muller, e che vien detta

vagina. Le due vagine (*Vg*) si curvano a manico all'insù, decorrono poi all'indietro e si sprofondano nel lungo seno urogenitale (*Sug*). Qui gli ureteri (*Ur*), come in tutti gli altri marsupiali, in cui si trova un simile ordinamento delle vagine, vanno, attraverso l'apertura formata da queste, nella vescica (*B*).

Da tali rapporti si può valutare il significato degli organi genitali femminili di questo gruppo animale. Si può, p. es., comprendere facilmente come nei marsupiali della specie *Phalangista vulpina* e *Phascodomys Wombat* (fig. 295, B e C), le estremità superiori delle vagine piegate in forma di ginocchio (confr. fig. 295, A †), si siano nel decorso filogenetico avvicinate sempre più una all'altra, ed abbiano poi cominciato a piegarsi in basso verso il seno urogenitale. Così si ebbe la formazione di un sacco vaginale cieco (fig. 295 B, C, *Vg B*), che allungandosi ulteriormente doveva finalmente raggiungere la parete superiore del seno urogenitale e perforarla, producendo una così detta *terza vagina*. Tale stadio è raggiunto dal *Macropus Benetti* e dal *Macropus Billardieri*.

Nella maggior parte dei mammiferi monodelfi, superiori ai marsupiali, si ha una vagina impari per la fusione della parte posteriore del canale di Müller, ed una cloaca esiste solo nel periodo embrionale. Quella fusione dei canali di Müller può anche molto estendersi e, secondo il diverso grado della fusione, ne risultano le più svariate forme di utero, come si vede dalla fig. 296 A-D. Si parla di un utero *bicornè*, *duplice bipartito*, ecc. (1). I primati hanno un utero semplice, ed in tale caso, la disposizione originaria pari dei canali di Müller si manifesta ancora negli ovidotti. Questi hanno una forma assai varia, e sono spesso forniti alla loro estremità libera (ostio addominale) di appendici frangiate. Gli ureteri, in contrapposto alle disposizioni dei marsupiali, circondano il canale genitale sempre dalla parte di fuori (2).

In alcuni mammiferi, come, p. es., nell'uomo, al punto di sbocco della vagina nel seno urogenitale si trova una piegatura della mucosa (*imene*) di varia forma. Topograficamente, come ho già detto, corrisponde al collicolo seminale (caput gallinaginis) del maschio.

Gli ovarî sono per lo più piccoli, rotondi od ovali, lisci, scabrosi o solcati alla superficie. Il punto dove entrano i vasi ed i nervi, non ha rivestimento peritoneale e vien detto *ilo*.

Circa la più fina struttura istologica degli ovarî e circa la formazione delle uova, rimando a quanto ho detto finora.

Vicino agli ovarî, ovidotti ed utero, sono i resti dei reni primitivi, noti col nome di *parovario*. Si tratta ordinariamente di piccoli sacculi ciechi, formanti reti e uniti tra loro da un canale riuniente. Qualora il canale di Wolff, che sta in unione con esso e che sbocca

(1) Perciò la *mostruosità* delle vie genitali femminili, che si riscontrano talvolta nell'uomo, vengono dette *fenomeni atavici*.

(2) In corrispondenza ai rapporti dei vertebrati inferiori (anfibi e rettili) ogni canale di Müller è costituito nelle sue pareti da due strati muscolari, come la parete intestinale. A questi due strati originari, che si possono ancora facilmente riconoscere nei monotremi e nei marsupiali, si può ricondurre anche la muscolatura assai modificata dell'utero dei mammiferi superiori, nella cui formazione i vasi hanno una parte principale.

nel seno urogenitale, persista nelle femmine, vien detto allora *canale di Gartner* (fig. 279, H, UNG, GG).

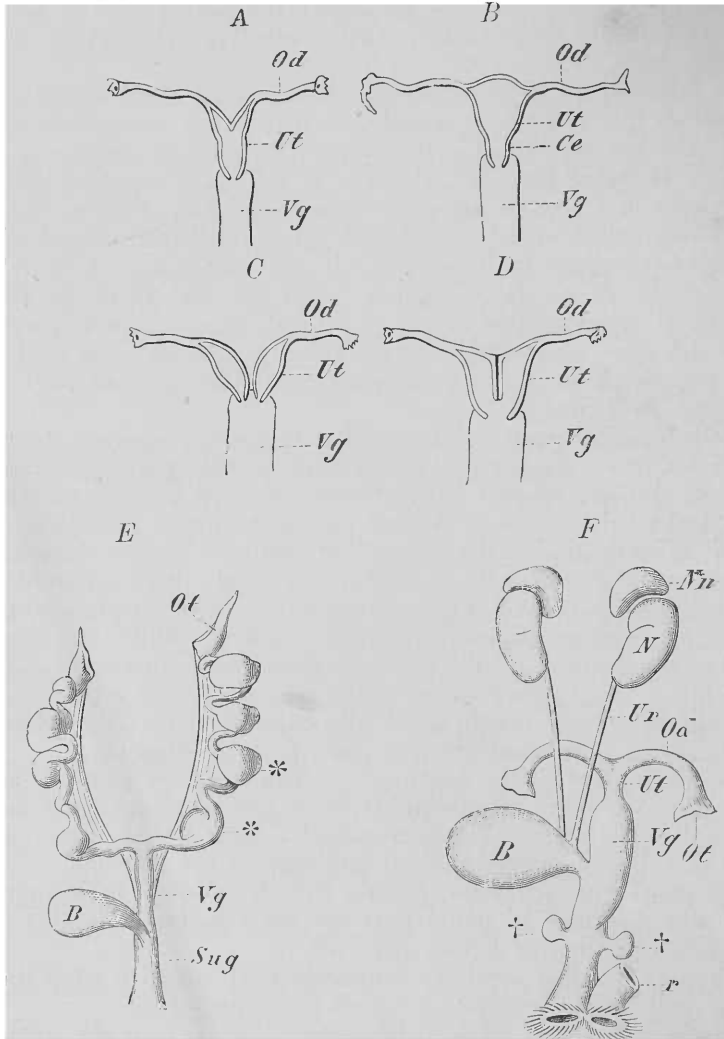


Fig. 296. *Diverse forme di utero.* A, B, C, D Quattro schemi per i diversi gradi di fusione dei canali di Müller. C Utero duplice, D bipartito, A bicorne, B semplice.

E Apparato urogenitale femminile di una Mustelina con embrioni (***) nell'utero, F dell'istrice.

Od Ovidotto, Ut Utero, Vg Vagina, Ce Collo dell'utero, Ot Ostio della tuba, †† Glandule genitali accessorie, r Retto, Sug Seno urogenitale, N, Nn Reni ed epireni, Ur Ureteri, B Vescica urinaria.

È questo il momento di parlare del *marsupio*, borsa formata da una duplicatura della pelle dell'addome. Esso si incontra per la prima volta, come fu detto nella descrizione dell'integumento, negli ornitorinchi, e da questi passa in eredità ai marsupiali. È destinato ad accogliere il nato

ancora nell'ovo (monotremi) o del tutto immaturo (marsupiali!), e rendere così possibile, durante l'allattamento, un contatto più lungo tra madre e neonato.

Secondo la diversa maniera di vivere degli animali (rampicanti, in posizione diritta, ecc.), l'apertura della borsa, otturabile da un muscolo, è volta all'avanti o all'indietro. Il marsupio viene ereditato anche dal maschio, sebbene talvolta solo in deboli tracce.

I testicoli dei mammiferi concordano, per il loro *locus nascendi*, cogli ovari. Mentre questi, peraltro, nel loro ulteriore sviluppo arrivano ordinariamente solo fino nel bacino, i testicoli, possono, producendosi il

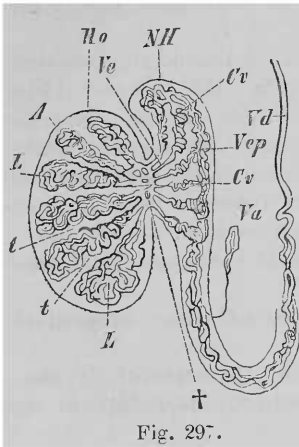
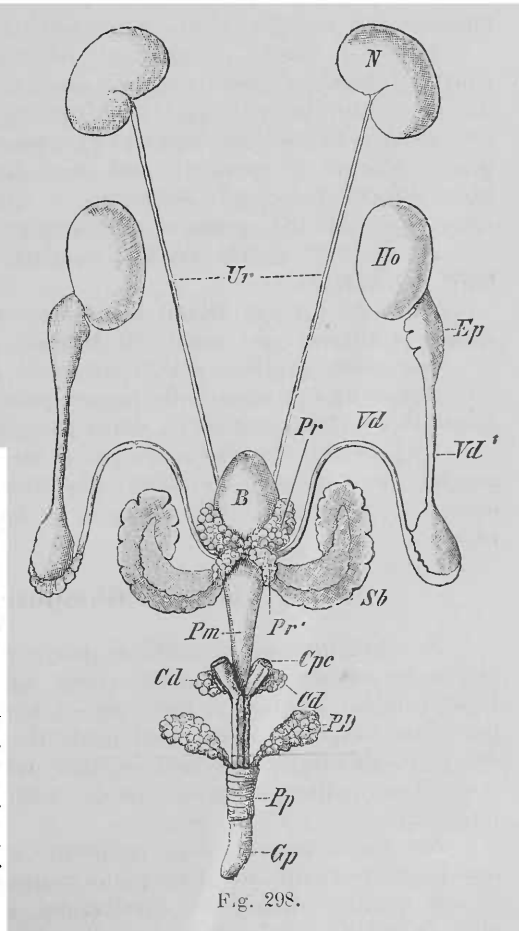


Fig. 297.

Fig. 297. — Schema del testicolo dei mammiferi. Ho Testicolo, NH Vaso deferente, Vd Vaso deferente, A Albuginea del testicolo, che produce le trabecole t, t sporgenti al di dentro ed il corpo di Highmor (+). L, L Lobuli dei canali seminali, Ve Vasi efferenti del testicolo (rete di Haller), Cv Coni vascolari, uniti tra loro dal canale riunente Vep, Va Vaso aberrante.

Fig. 298. — Apparato urogenitale maschile del porcospino. N Rene, Ur Uretere, B Vescica urinaria, Pm Parte membranacea dell'uretra, Cpc Corpi cavernosi, Pp Prepuzio, Gp Glande del pene, PD Glandule prepuziali, Cd Glandule di Cowper, Pr, Pr' Diversi lobi della prostata, Sb Vescicole seminali, Ho Testicolo, Ep Epididimo, Vd, Vd' Vaso deferente.



F.g. 298.

così detto *canale inguinale*, arrivare fino al di là delle coperture addominali al fondo di un'appendice a borsa della regione ipogastrica, detta *scroto*. Spingono di più il peritoneo davanti a sè, formando il *canale vaginale*, e, secondo che questo rimane aperto o si oblitera, possono i testicoli, durante la riproduzione, coll'aiuto del muscolo cremastere

(filamenti estroflessi dei muscoli obliquo interno e trasverso dell'addome), venire ritirati nella cavità addominale (rosicanti, marsupiali, chiroteri, insettivori, ecc.) o possono, nel secondo caso, rimanere fuori per tutta la vita.

In molti mammiferi il testicolo sta sempre nella cavità addominale. Riguardo alla sua grandezza, essa non è sempre in rapporto diretto a quella del corpo. Si presenta come un corpo liscio, rotondo o ovale, la cui guaina esterna fibrosa (fig. 297, A) manda spesso, ma non sempre, trabecole nell'interno (*t, t*). Così i canali seminali vengono divisi in porzioni lobiformi (*L, L*) e nello stesso tempo nasce una formazione a grata (corpo di Highmor †), attraverso la quale la rete di Haller, cioè i vasi efferenti del testicolo (*Ve*), entra nell'epididimo (*NH*).

Giunti in questo, i canalicoli seminali si trasformano nei così detti *coni vascolari*, e questi vengono uniti tra loro (fig. 297 *Cv, Cv, Vep*) da un canale riuniente, dal *vaso dell'epididimo*. Dall'ultimo cono vascolare esce il vaso deferente (*Vd*) e questo produce alla sua estremità, prima ch'essa si sprofondi nel seno urogenitale, delle estroflessioni glanduliformi (*vescicole seminali*), le quali nei rosicanti e negli insettivori (fig. 298 *Sb*) possono raggiungere uno straordinario sviluppo.

Al di là di questo punto i condotti seminali vengono detti *condotti eiaculatori*.

Oltre ad essi in alcuni mammiferi sboccano nel seno urogenitale anche i rudimenti del canale di Müller.

Nell'uomo persiste solo l'estremità inferiore (posteriore) di esso, sotto forma di una vescichetta impari (utero mascolino) intercalata in una glandula genitale accessoria, detta *prostata*.

La prostata, che abbraccia più o meno completamente il seno urogenitale, è costituita da tubuli glandulari, uniti tra loro da tessuto fibroso e muscolare, che versano il loro secreto nel seno urogenitale.

Organi di copulazione.

Nei petromizonti maschi si trova al margine dell'apertura della cloaca un organo che, a prima vista, appare assai simile ad un pene. Esaminandolo meglio, si vede che si tratta di una estroflessione della parete del corpo, in certo qual modo di un prolungamento tubuliforme del poro addominale, e vien regolato da un muscolo speciale (1). Non è certo se quella formazione debba considerarsi come un organo di copulazione.

Nei selaci maschi viene adoperato come organo di copulazione (2) una porzione modificata della pinna ventrale (*Pterygopodium*). Si tratta di una quantità di pezzetti cartilaginei, uniti tra di loro in modo mobile, solcati da una scanalatura, che possono pensarsi nati dai raggi delle pinne.

Essi vengono intercalati, mentre son chiusi, nella cloaca femmi-

(1) Il muscolo è un derivato dei somiti (A. DOHRN).

(2) Il pterigopodio serve anche come organo di locomozione.

nina, e di qui nell'ovidotto, dove vengono aperti da un meccanismo muscolare speciale, per cui in questa maniera succede l'eiaculazione del seme nell'ovidotto aperto artificialmente. In unione con questo apparato, costruito come certi istrumenti chirurgici, sta una glandula tubulosa distesa da filamenti muscolari, che viene formata da una inflessione sacciforme dell'integumento e che nella sua struttura istologica ricorda le glandule caudali degli uccelli.

Se l'organo glandulare ed erettile, trovato da Brock *nel* *Plotosus anquillaris* della famiglia dei siluroidi, e che sta dietro la papilla urogenitale, stia in qualche rapporto colla funzione genitale, non si può ancora decidere con certezza, quantunque tale probabilità sia assai grande.

Nel maschio del *Girardinus*, specie brasiliana di teleostei, la pinna anale per lo sviluppo di un apparato terminale a tanaglia e per altre modificazioni, è cambiata in un organo di copulazione, con cui il maschio si attacca alla femmina durante il coito (H. v. Ihering).

Di altri generi di teleostei con simili disposizioni, poco è noto; in alcuni ciprinodonti si trovano modificazioni delle pinne anali.

In alcuni urodeli tra gli *anfibi* si trova alla parete dorsale della cloaca una papilla, la quale va forse considerata come il primo indizio di un organo copulatore esterno nel senso dei vertebrati superiori. Se e quale parte abbia essa nella copulazione, non è constatato con sicurezza. Probabilmente, in quegli urodeli dove, come, p. es., nella salamandra, ha luogo un amplesso, la cloaca femminina viene abbracciata dalle labbra della cloaca del maschio, che si ingrossano e si gonfiano straordinariamente all'epoca della frega.

In sommo grado erettile è l'allungato cono della cloaca nell'*Euproctus Rusconi* maschio (*Triton platycephalus*). Si trova in ambedue i sessi e si apre all'indietro od anche dorsalmente, verso la radice della coda. E da considerarsi nato da un ingrandimento delle labbra che circondano l'apertura della cloaca negli altri urodeli.

Solo nella serie dei gimnofioni (fig. 299 A, B) esiste nel maschio un vero organo copulatore esterno, rappresentato da una cloaca estroflessibile, che raggiunge una lunghezza di 5 cm., e che sta sotto l'azione di una muscolatura riccamente sviluppata.

Nei rettili si trovano due specie di organi copulatori, una è quella dei *sauri*, *scincoidi*, *amfibene* e *serpenti* (1), l'altra delle tartarughe e dei cocodrilli; a quest'ultima va unita quella degli uccelli struzzi-formi.

Per quanto riguarda la prima specie, si tratta di due verghe erettili, poste, fuori della cloaca, sotto la pelle della radice della coda. Esse possono, mediante un complicato meccanismo muscolare, venir ritirate

(1) Nei serpenti si trovano le così dette *nule prepusiali*. Hanno la forma di sacco, secernono un secreto che ha forte odore e sono aderenti dorsalmente alla colonna vertebrale.

nella cloaca, e di qui venire spinte all'infuori, per cui il deflusso del seme segue in un solco girato a spirale.

È Dappertutto, e ciò vale anche per i *chelonî* e per i *coccodrilli*,

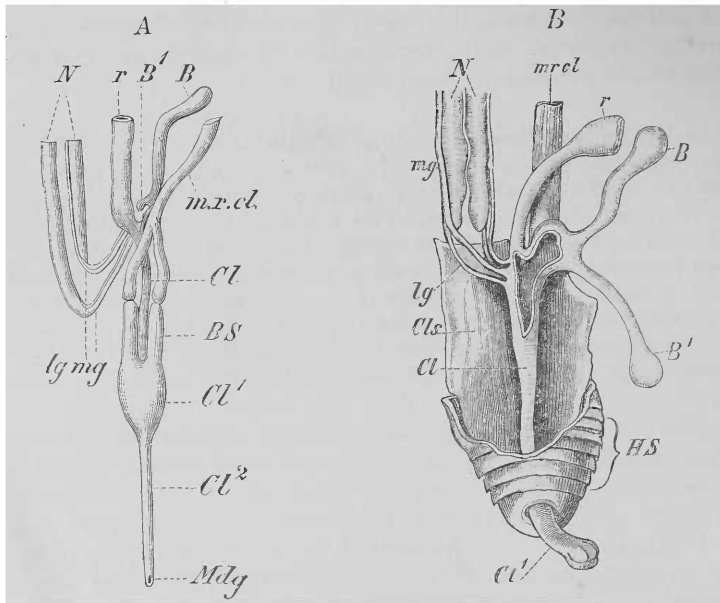


Fig. 299. — Parte posteriore dell'apparato urogenitale dell'*Epicrium glutinosum* (A) e della *Coecilia lumbricoides* (B). *Cl*, *Cl*¹, *Cl*² Diverse porzioni della cloaca, *BS* Suoi sacchi ciechi. La cloaca è rappresentata nella fig. A in istato di quiete, nella fig. B invece, estroflessa. *Cls* Guaina della cloaca, *m.r.cl.* Muscolo retrattore della cloaca, *B*, *B*¹ le due appendici della vescica urinaria, *N* Rene, *lg*, *mg* Canale di Leydig e di Müller, *r* Retto, *Mdg* Sbocco della cloaca, *HS* Anelli cutanei.

si trovano anche nella femmina, quantunque assai più debolmente sviluppati, gli organi omologhi delle verghe dei maschi. Essi sono pari e vengono nominati *clitoride*.

In contrapposto ai sauri ed agli ofidi, gli organi copulatori dei chelonî o dei coccodrilli posseggono, a quanto pare, una minor capacità di estroflettersi. La verga è costituita da due piastre fibrose (cercini laterali degli autori), aderenti alla parete dorsale della cloaca, toccantisi verso la linea mediana coi loro margini interni; queste piastre includono un grande spazio lacunare, colmo di sangue, cosicchè si può parlare di veri *corpi cavernosi*. Sono rivestiti dalla mucosa della cloaca, ricca assai di muscolatura organica, e limitano una scanalatura longitudinale che si estende dalla loro radice sino alla estremità posteriore, la quale in forma di *glande del pene* si solleva libera dalla parete della cloaca. La scanalatura, specialmente al suo tratto iniziale, è tappezzata da tessuto cavernoso.

Per quanto riguarda gli uccelli, l'organo copulatore è costituito, nella maggior parte dei ratiti ed in alcuni carinati (p. es. negli uccelli natanti), da un tubulo estroflessibile, sostenuto da due corpi fibrosi,

che, in istato di riposo, è attorcigliato in molti giri alla parte sinistra della cloaca. L'organo estroflesso vien ritirato da un legamento elastico.

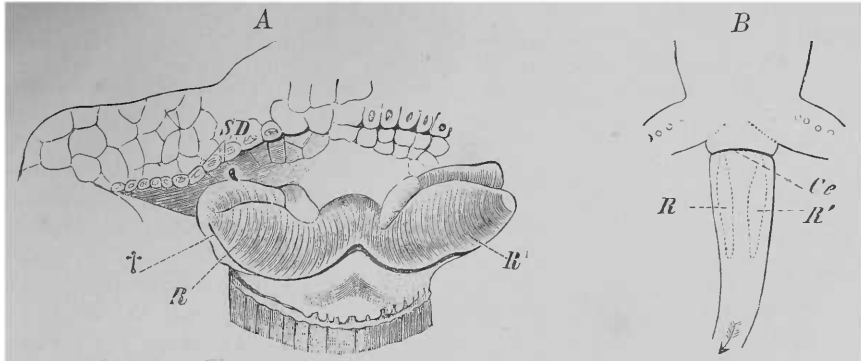


Fig. 300. — Le due verghe R, R' della *Lacerta agilis*, in istato estroflesso. Da F. LEYDIG. Nella fig. B sono segnate dalla linea punteggiata, in istato di riposo, poste sotto la pelle della radice del pene.

† Solco spirale, per il deflusso del seme, Ce Fessura trasversale della cloaca, Sd Glandule della coscia. La freccia nella fig. B indica la direzione verso l'estremità della coda.

Gli organi copulatori dei *mammiferi* si dividono in due gruppi: all'uno appartengono quelli dei *monotremi*, all'altro quelli degli *altri mammiferi*. Fra questi ultimi, quelli dei marsupiali formano una sotto-divisione; in tutti l'apparato femminile, — sebbene di regola meno sviluppato e non perforato dall'uretra, — è costruito esattamente secondo il tipo dell'apparato maschile.

Mentre nei monotremi si tratta di un sacco sviluppantesi al confine del seno urogenitale colla cloaca ed aderente alla parte ventrale di quest'ultima, nel quale sta nascosto il membro genitale, esso negli altri mammiferi sorge dal *tubercolo genitale*, uscente dalla parete anteriore della cloaca.

Il tubercolo possiede alla sua superficie inferiore una scanalatura che conduce allo sbocco del seno urogenitale; tale scanalatura o persiste sempre, come nella femmina, o si chiude a canale, per cui il seno urogenitale acquista un notevole prolungamento

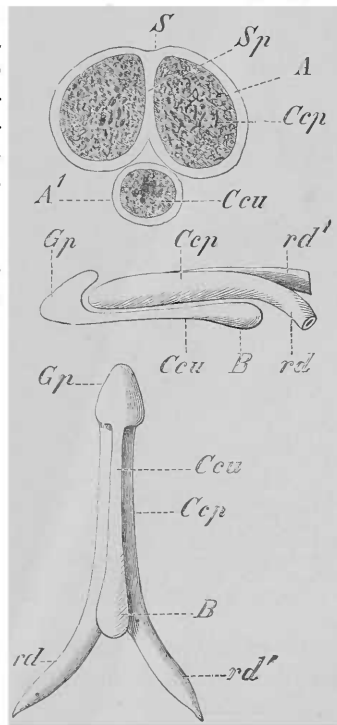


Fig. 301. — La verga dell'uomo. Semischematic. A Sezione trasversale, B Vista lateralmente, C Vista dalla parte ventrale. A Tonaca albuginea del pene, A' dell'uretra, Sp Sepimento tra i due corpi cavernosi del pene, S Solco dorsale del pene, Ccp Corpo cavernoso del pene, Ccu Corpo cavernoso dell'uretra, che in Sp si sviluppa in glande del pene ed in B presenta un rigonfiamento (bulbo), rd, rd' Radici del pene e corpi cavernosi del pene.

tubuliforme; in questo caso, che ha luogo d'ordinario solo nel maschio,

si sviluppano tre corpi cavernosi cilindrici (nel primo caso *solo due*), formati da tessuto cavernoso, uniti tra loro da una rete di filamenti e rivestiti in parte da muscoli; tali corpi danno al membro genitale la rigidità necessaria per la copula (fig. 301, *Ccp*, *Ccu*).

Alla estremità anteriore del membro si forma il *glande* (*Gp*) (del pene o della clitoride), soggetto a grandi cambiamenti nella forma, co-

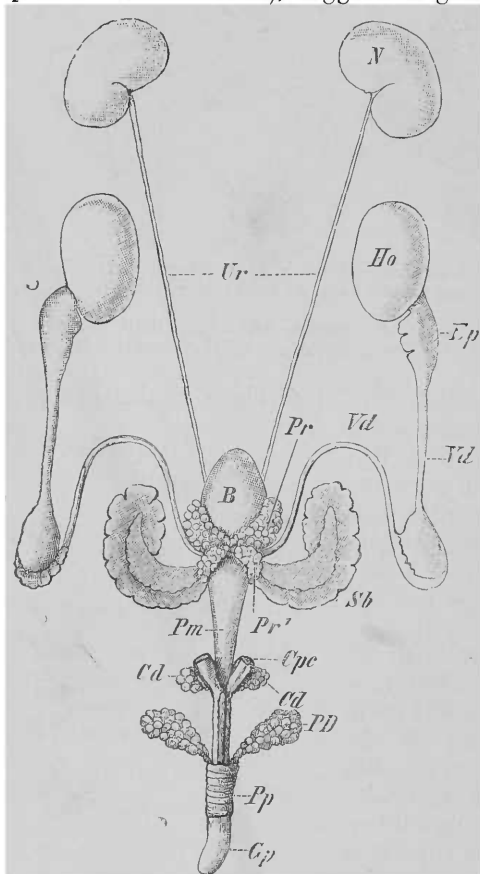


Fig. 302. — Apparato urogenitale maschile del porcupino. *N* Reni, *Ur* Uretere, *B* Vescica urinaria, *Pm* Parte membranacea dell'uretra, *Cpc* Corpi cavernosi, *Pp* Prepuzio, *Gp* Glande del pene, *PD* Glandule prepuziali, *Cd* Glandule di Cowper, *Pr Pr'* Diversi lobi della prostata, *Sb* Vescicole seminali, *Ho* Testicolo, *Ep* Epididimo, *Vd, Vd'* Vaso deferente.

perito da una duplicatura cutanea (*prepuzio*) e fornito dei così detti *corpuscoli volutuososi* (una specie di corpuscoli tattili di semplice struttura).

Oltre alla *prostata*, che nasce dalla mucosa tappezzante il seno urogenitale, esistono nei due sessi ancor altre glandule genitali accessorie, che versano il loro secreto nella parte dell'uretra circondata dai corpi cavernosi, e rispettivamente sotto il prepuzio del glande.

Le prime si chiamano nel maschio *glandule di Cowper* (1), nella femmina *glandule di Bartolini* (2) o di *Duvernoy*; le ultime vengono comprese sotto il nome di *glandule prepuziali* o di *Tyson*. Tutte soggiacciono alle più grandi variazioni di forma e grandezza e si presentano o in uno o in più paia.

Le glandule di Cowper si trovano nel maschio in vicinanza della estremità posteriore del corpo cavernoso dell'uretra, nella femmina alle due parti dell'entrata della vagina e sboccano in essa nell'ultimo e schiacciato resto del seno urogenitale, nel così detto *vestibolo della vagina*.

Le grandi labbra che circondano la vulva esterna della donna, sono adipose duplicature cutanee, fornite di peli, le quali mancano agli *antropoidi* ed alle *altre scimmie*.

(1) Esse non si trovano in tutti i mammiferi; mancano, p. es., in alcuni carnivori ed in tutti i cetacei.

(2) Queste mancano in alcuni carnivori, nel porco ed in tutti i cetacei.

A queste ultime manca anche il monte di Venere. Solo l'orang-utan ha deboli tracce delle grandi labbra. In tutte le scimmie, ed anche nell'uomo, il secondo sistema di piegature, le *labbra minori* (*piccole labbra*) formano l'unica limitazione della fessura della vulva. Esse producono un forte prepuzio ed il frenulo della clitoride, ed appartengono embriologicamente al membro genitale, dalla cui faccia inferiore nascono. Appartengono, dunque, morfologicamente ad una categoria diversa da quella delle labbra maggiori. La clitoride delle scimmie è relativamente ed assolutamente più grande di quella dell'uomo; è solcata alla faccia inferiore sino allo sbocco dell'uretra (1). Nelle scimmie non si ha un vero imene.

Anche le donne di alcune stirpi della razza etiopica si distinguono per un debolissimo sviluppo delle grandi labbra, del monte di Venere e dei relativi peli. A ciò si contrappone una ipertrofia delle labbra minori e del prepuzio della clitoride, che trovasi nelle boschimane ed è nota col nome di grembiale delle ottentotte. La vagina appare più liscia (come nelle scimmie), e non fornita di rughe tanto sviluppate come nelle vergini europee. Nelle giapponesi le grandi labbra ed il monte di Venere sono poco sviluppati e fornite di pochi peli; anche le labbra minori sono poco sviluppate (Bischoff).

Glandule soprarenali.

È meglio occuparsi di questi organi parlando del sistema urogenitale, non solo perchè in molti animali stanno in intimo rapporto con esso, ma anche perchè vanno insieme embriologicamente. Peraltro, non è dimostrato un nesso fisiologico tra i due.

In queste formazioni ha gran parte, oltre al sistema urogenitale, anche il sistema nervoso simpatico (sebbene probabilmente solo in modo secondario); ma qui molto ancora è ignoto.

La disposizione delle glandule soprarenali ha luogo a destra e ad a sinistra della colonna vertebrale, in maniera bilaterale-simmetrica.

Si suppone che nella serie degli *anamni* vi siano rapporti anche col blastema dei proreni (?), mentre, secondo Weldon, vanno presi in considerazione negli *amnioti* solo i remi primitivi, cioè i cordoni genitali degli stessi. Più probabilità ha l'ipotesi di Mihalcovics, che la glandula soprarenale siasi originata dalla porzione anteriore della glandula genitale.

Esiste uno stadio assai primitivo di sviluppo, nel quale la glandula genitale non è ancora sessualmente differenziata. Avvenuta la divisione, il materiale che serve alla formazione della glandula soprarenale acquista nuovi rapporti fisiologici; in che consistano essi, è del tutto ignoto.

Una cosa è certa, che cioè qui come colà si tratta dello stesso punto di partenza genetico, cioè del celoma e dell'epitelio germinativo.

(1) La clitoride o forma un organo compatto, o è perforata, come nei rosicanti, nelle talpe, nei lemuri, ecc.

Ritornando alla partecipazione del sistema nervoso simpatico, si osserva al relativo punto un accrescimento dei gangli del cordone limitante. Esso conduce a poco a poco ad uno strozzamento, per cui il tessuto nervoso entra in rapporto coi suddescritti cordoni soprarenali. Mentre negli anamni, come p. es. nei selaci, non si ha un intimo avvicendamento dei due elementi, nei vertebrati superiori, ed anzitutto nei mammiferi, si osserva quanto segue:

Il tessuto nervoso simpatico sta dapprima esternamente sulla circonvoluzione dei cordoni soprarenali, ma presto si insinua tra essi e viene a porsi in luogo più centrale nelle maglie della sostanza di sostegno connettiva, che attraversa l'intero organo.

Perciò si può distinguere una sostanza *corticale* formata da cordoni soprarenali ed una sostanza *midollare* formata da elementi del simpatico (1).

Passo ora a descrivere l'organo completamente sviluppato nella serie dei vertebrati.

Nei *selaci* le glandule soprarenali stanno a destra ed a sinistra della colonna vertebrale in forma di una doppia fila di vescichette o lobi, della grandezza di 1-15 mm. Essi hanno in parte un ordinamento segmentale e ciascuno di essi si divide in due parti. L'uno, il quale, come fu già accennato, si sviluppa dal tessuto mesodermico, è costituito da formazioni a vescica chiusa, ricche di nuclei, e che possono contenere anche cellule adipose. Nella seconda porzione, posta all'altra estremità del lobulo, si trovano gangli simpatici, che, vita durante, sono uniti coi cordoni laterali del simpatico, mediante tenui filamenti nervosi.

Essi si stendono sopra l'estremità anteriore della parte genitale dei reni primitivi (confr. il sistema urogenitale) e molto all'indietro si uniscono talmente con esso e col rene proprio, da venir sorpassati facilmente. Precisamente nella regione della parte genitale dei reni primitivi e dei reni propri hanno un ordinamento strettamente segmentale, mentre al davanti divengono irregolari e, fondendosi tra loro, formano i così detti *cuori ascellari* (Semper).

Nei *teleostei* le glandule soprarenali non furono dimostrate dappertutto in maniera evidente; dove questo avvenne, hanno luogo, come ho già detto, dei rapporti col prorene metamorfosatosi in tessuto linfoide (adenoide). In altri casi, però, sono strettamente connessi coi reni (reni primitivi) (2).

Negli anfibi o sono alla parte ventrale dei reni primitivi (anuri) o al loro margine mediano (urodeli).

(1) Come fu già detto, tali fenomeni richiedono ancora esatte ricerche, perchè i dati dei diversi autori sono ancora assai disparati, ed in parte anche contraddittorii.

Così, Gottschau non ritiene nervea la sostanza midollare dei mammiferi, ma simile a quella della corteccia, sembra anzi inclini a credere che la sostanza midollare si origini addirittura dalla corticale, che non esista, dunque, una differenza essenziale nella loro genesi.

Egli non nega la presenza di elementi nervosi nella sostanza midollare, ma la dichiara così incostante, che non si dovrebbe ritenere più come caratteristica ad essa. In ogni caso, secondo le sue ricerche l'abbozzo della sostanza midollare nasce assai più tardi dall'abbozzo della sostanza corticale.

(2) Nei *dipneusti* non fu sinora dimostrata una glandula soprarenale.

Negli amnioti la glandula soprarenale si presenta da ogni parte come una massa più unitaria e chiusa in sè; mentre gli organi stanno nei sauropsidi in vicinanza immediata delle glandule germinatrici, come organi oblungi, di color giallo-oro, a margini lisci od anche lobati, e trovansi essi nei mammiferi, dove in certi periodi embrionali sono assai voluminosi, in intimo rapporto coi reni (fig. 289 B, *N, N*), e a tali loro rapporti di posizione devono anche il loro nome.

Non posso chiudere questo capitolo senza accennare ancora ad una circostanza caratteristica per le glandule soprarenali, cioè alla loro straordinaria abbondanza di sangue. Le numerose e relativamente grosse arterie partono dall'aorta, e v'è anche qui un circolo della vena porta. Esso fu dimostrato negli *anfibi* e nei *rettili*; e le vene efferenti partono dalla vena porta renale.

Questa grande abbondanza di sangue indica una importante funzione fisiologica della glandula soprarenale durante la vita; però, in che essa consista non si può assolutamente decidere; finora tutte le opinioni in proposito non sorpassano il grado d'ipotesi. Merita in ogni caso un cenno una osservazione di Gottschau, la quale permette la conclusione che quegli organi (almeno nei mammiferi) stiano forse in qualche rapporto colla vita sessuale, cioè che la glandula soprarenale nelle coniglie pregne ha un volume assai più piccolo che nelle non pregne e nei maschi.

Inoltre, la sostanza corticale è allargata nella sua zona esterna, diminuita, invece, nell'interna, e quest'ultimo rapporto vale anche per la sostanza midollare.

Dubito se la funzione secretoria ammessa da Gottschau, secondo cui il secreto dovrebbe versarsi nella vena cava inferiore, verrà confermata da ulteriori ricerche.

Ricordo finalmente ancora la grande abbondanza di pigmento, di vie linfatiche e di follicoli linfatici della glandula soprarenale di molti mammiferi. Per quanto riguarda il pigmento, si tratta di assai delicate cellule stellate, che hanno un nucleo evidentemente ovale, e che s'anastomizzano tra loro formando una rete pigmentata e ramificata e sono d'ordinario disposte lungo i capillari. Tale tessuto pigmentato si trova ora più, ora meno sviluppato, ciò che dipende dai diversi stadi fisiologici dell'organo. Non è impossibile che il pigmento sia prodotto dalla stessa glandula soprarenale, condotto via dalla linfa e deposto nelle adiacenti glandule linfatiche, le quali abbastanza spesso si presentano pigmentate. Perciò i vasi linfatici, che sono disposti sì al centro che alla periferia, e che superano di gran lunga in numero i vasi sanguigni, dovrebbero venir considerati come i dotti escretori della glandula soprarenale, cercati così a lungo e indarno dai vecchi anatomici (H. Stilling).

Bibliografia.

A. Organi urogenitali.

Parte generale.

- G. Balbiani. *Léçons sur la génération des Vertébrés*, Paris, 1879.
- J. Beard. *The Origin of the segmental duct in Elasmobranchs*. Anat. Anz. Anno 2.^o 1887.
- E. van Beneden. *Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire*. Gand et Leipzig, 1883.
- R. Bonnet. *Ueber die ektodermale Entstehung des Wolff'schen Ganges bei den Säugethieren*. Münch. Medic. Wochenschrift, N. 30, Anno 1887.
- V. v. Eäner. *Zur Spermatogenese der Säugethiere*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XXXI. (contiene un'estesa bibliografia).
- W. Flemming. *Die ektoblastische Anlage des Urogenitalsystems beim Kaninchen*. Arch. f. Anat. und Physiol. 1886.
- M. Fürbringer. *Zur vergl. Anat. und Entw.-Gesch. der Excretionsorgane der Vertebraten*. Morph. Jahrb. Vol. IV. 1878 (Contiene una estesa bibliografia).
- W. Haacke. *Ueber die Entstehung des Säugethiers*. Biol. Centralbl. Vol. VIII 1888.
- R. Heidenhain. *Mikrosk. Beitr. zur Anat. und Physiol. der Niere*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. X. 1874.
- Lereboullet. *Rech. sur l'anatomie des organes génitaux des animaux vertébrés*. Nov. Act. Academ. Leop.-Car 1851.
- H. Ludwig. *Ueber die Eibildung im Thierreich*. Arb. aus d. zool.-zootom. Institut zu Würzburg. Vol. I. 1874.
- E. Martin. *Ueber die Anlage der Urniere beim Kaninchen*. Arch. fur. Anat. und Physiol. 1888.
- V. von Mihalcovics. *Entwickl. des Harn — und Geschlechtsapparates der Amnioten*. Internat. Monatsschrift für Anat. und Histol. Vol. II 1885.
- K. Mitsukuri. *The ectoblastic Origin of the Wolffian Duct in Chelonia*. Zool. Anz. Anno XI. 1888.
- W. Nagel. *Das menschliche Ei*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XXXI. 1888.
- R. Semon. *Die indifferente Anlage der Keimdrüsen beim Hühnchen und ihre Differenzirung zum Hoden*. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Vol. XXI N. F. XIII. 1887. (Contiene un'estesa bibliografia).
- C. Semper. *Das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung für die übrigen Wirbelthiere*. Arb. a. d. zool.-zootom. Institut zu Würzburg. Vol. II. 1875.
- Idem. *Die Stammesverwandschaft der Wirbelthieren und Wirbellosen*. Ibidem Vol. II.
- F. Spee. *Ueber directe Betheiligung des Ektoderms an der Bildung der Urnieranlage des Meerschweinchens*. Arch. f. Anat. n. Physiol. 1884.
- J. v. Perényi. *Entwickl. des Amnion, Wolff'schen Ganges und der Allantois bei den Reptilien*. Zool. Anz. Anno XI. 1888.
- W. Waldeyer. *Bau und Entwicklung der Samenfäden*. Anat. Anzeiger. Anno II. 1887. (Contiene un'estesa bibliografia sulla spermatogenesi).
- Idem. *Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen*. Arch. f. mikr. Anat. Vol. XXXII. 1888.
- A. Weismann. *Ueber die Vererbung*. Jena 1883.
- Idem. *Ueber Leben und Tod*. Jena 1884.
- Idem. *Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzeltigen*. Biol. Centralbl. Vol. IV. 1885.
- Idem. *Die Continuität des Keimplasmas*. Jena 1885.
- Idem. *Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung*. Jena 1886.
- J. W. van Wijhe. *Die Betheiligung des Ektoderms an der Entwicklung des Vor-nierenganges*. Zool. Anz. Anno IX. 1886.

Lavori speciali, che riguardano alcune classi animali.

- F. M. Balfour. *A Monograph on the Development of Elasmobranch Fishes.* London 1878.
- E. Beidard. *Observat. on the ovarian Ovum of Lepidosiren (Protopterus).* Proc. Zool Soc. London 1886
- A. Brass. *Beitr. zur Kenntniss des weibl. Urogenitalsystems der Marsupialier* Inaug.-Diss Leipzig 1880.
- M. Braun. *Das Urogenitalsystem der einheimischen Reptilien.* Arb. a. d. zool. zootom. Institut zu Würzburg. Vol. IV 1877.
- J. Brock. *Beitr. zur Anat. und Histol. der Geschlechtsorgane der Knochenfische.* Morphol. Jahrb. Vol. IV. 1878.
- G. Cattaneo. *Sugli organi riproduttori femminili dell'Halimurus Benetti Gould.* Milano 1882.
- J. T. Cunningham. *On the Structure and Development of the reproductive Elements in Myxine glutinosa.* Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XXVII. N. S. 1887.
- M. Fürbringer. *Zur Entwicklung der Amphibienniere.* Heidelberg 1877.
- W. Haacke. *Meine Entdeckung des Eierlegens der Echidna hystrix.* Zool. Anz. Anno VII. 1884.
- F. Leydig. *Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier.* Tübingen 1872.
- W. Müller. *Ueber das Urogenitalsystem des Amphioxus und der Cyclostomen.* Jenaische Zeitschr. Vol. IX. 1875.
- G. Paladino. *Ulteriori ricerche sulla distruzione e rinnovamento continuo del parenchima ovarico nei mammiferi, ecc.* (Dal laboratorio d'istologia e fisiologia generale dell'Università di Napoli). Napoli 1887.
(Un estratto di questo lavoro si trova nell'Anat. Anzeiger. Anno II. 1887).
- W. N. Parker. *Zur Anatomie und Physiologie von Protopterus annectens.* Freiburg in Breisgau, 1888.
- E. Pflüger. *Die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen.* Leipzig. 1863.
- H. Rathke. *Ueber die Geschlechtstheile der Fische.* Neueste Schrift der naturf. Gesellsch. Danzig. Vol. I. Halle 1824.
- Idem. *Zur Anatomie der Fische.* Arch. f. Anat. u. Physiol. 1836.
- M. Sacchi. *Contribuzione all'istologia dell'ovidotto dei Saurapsidi.* Atti Soc. ital. di Sc. nat. Vol. XXX. Milano 1887.
- J. W. Spengel. *Das Urogenitalsystem der Amphibien.* Arbeit. a. d. zool.-zootom. Institut der Univ. Würzburg. Vol. III. 1876.
- F. Stuhlmann. *Zur Kenntniss des Ovariums der Aalmutter (Zoarces viviparus).* Abhandl. aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Vol. X. Hamburg 1887.
- Tafari. *Sulle condizioni uteroplacentari della vita fetale.* Firenze 1886.
- Turner. *Observations on the Structure of the human placenta.* Journ. of Anat. and Physiol. Vol. VII. 1873.
- Idem. *Some general observations on the placenta with special reference on the theory of evolution.* Hi. Vol. XI. 1877.
- Idem. *Lectures on the anatomy of the placenta.* Edinburgh 1877.
(In queste memorie di Tafari e di Turner si trovano indicati i principali lavori sulla placenta).
- W. Waldeyer. *Ueber den Placentarkreislauf des Menschen.* Sitz.-Ber. d. Preuss. Acad. d. Wissench. zu Berlin, VI. 1887.
- Idem. *Eierstock und Ei.* Leipzig 1870.
- R. Wiedersheim. *Salamandrina persp.* Genova 1873.
- Idem. *Die Anatomie der Gymnophionen.* Jena 1879
- J. W. van Wijhe. *Ueber die Entwicklung des Excretionssystems und anderer Organe bei Selachiern.* Anat. Anz. Anno III. 1888.

B. Glandule suprarenali.

- M. Braun. *Ueber Bau und Entwicklung der Nebennieren bei Reptilien* Arbeit. a. d. zool.-zootom. Institut der Univ. Würzburg. Vol. V.
- Janosik. *Bemerkungen über die Entwicklung der Nebenniere*. Arch. f. mikr.-Anat. Vol. XXII. 1883.
- V. von Mihalcovics, vedi la bibliografia degli organi genitali.
- Mitsukuri. *On the development of the Suprarenal Bodies in Mammalia*. Quart. Journ. of Microsc. Science. London. N. S. 1882.
- Räuber. *Zur feineren Structur der Nebennieren*. Inaug.-Diss. Berlin 1881.
- H. Stilling. *Zur Anatomie der Nebennieren*. Virchow's Archiv. Vol. 109. 1887.
- W. Weldon. *On the Head Kidney of Bdellostoma with a suggestion as to the origin of the Suprarenal Bodies*. Stud. from the Morphol. Laboratory in the University of Cambridge. Vol. II. 1884.
- Idem. *On the Suprarenal Bodie of Vertebrate*. Quart. Journ. of Microsc. Science. 1885.

F I N E.

INDICE ALFABETICO

A

Acustico (nervo), 170.
Adattamento, 1.
Adelomorfe (cellule), 253.
Aeree (vie), 269.
Allantoide, 10.
Anatomia comparata, 1.
Apparato schizzante dei gimnofioni, 194.
Archenteron, 6, 8.
Arterie, 299.
Arti, 87.
» impari, 88.
» pari, 89.
» liberi, 100, 112.

B

Bartolini (glandula del), 352.
Bibliografia, xiii, 28, 32, 48, 57, 86, 112, 125, 129, 173, 182, 195, 209, 225, 257, 286, 316, 356.
Blastoderma, 5.
Blastodermica (vescicola), 5.
Blastoporo, 6.
Blastula, 5.
Bocca, 226, 229.
Bottoni nervosi terminali, 179.
Branchie, 259.
» dei pesci, 260.
» dei dipnoi, 263.
» degli anfibi, 264.

C

Cariocinesi, 3.
Cellule tattili, 180.
Celoma, 7.
Cenogenesi, 1.
Cervello, 132.
» dei pesci, 138.
» dei dipnoi, 145.
» degli anfibi, 145.
» dei rettili, 147.
» degli uccelli, 153.
» dei mammiferi, 155.
Chiasma dei nervi ottici, 167.
Cinto pelvico, 94.
» » dei pesci e dipnoi, 94.
» » degli anfibi, 95.
» » dei rettili, 97.
» » degli uccelli, 98.
» » dei mammiferi, 98.

Cinto toracico, 89.
» » dei pesci, 89.
» » dei rettili e anfibi, 90.
» » degli uccelli, 93.
» » dei mammiferi, 94.
Circolazione (organi della), 286.
Circolazione fetale, 288.
Cistico (dotto), 256.
Clitoride, 350.
Cloaca, 330-350.
Coclea, 201.
Coledoco, 256.
Colonna vertebrale, 32.
» » dei pesci e dipnoi, 34.
» » degli anfibi, 38.
» » dei rettili, 41.
» » degli uccelli, 45.
» » dei mammiferi, 47.
Condotta renale primitiva, 318.
Copulatorii (organi), 348.
Corneo (strato), 15.
Corpi cavernosi, 350.
Corpuscoli tattili, 180.
Corpuscoli tattili a capocchia, 181.
Corti (organo di), 224.
Coste dei pesci e dipnoi, 49.
» degli anfibi, 50.
» dei rettili, 51.
» degli uccelli, 52.
» dei mammiferi, 53.
Cowper (glandule di), 352.
Cranio, 57.
» dei pesci, 64.
» dei dipnoi, 69.
» degli anfibi, 71.
» dei rettili, 76.
» degli uccelli, 80.
» dei mammiferi, 82.
Cuore, 292.
» dei pesci, 292.
» dei dipnoi, 293.
» degli anfibi, 294.
» dei rettili, 295.
» degli uccelli e mammiferi, 298.
Cutanei (dentelli), 29, 30.

D

Delomorfe (cellule), 253.
Dentelli, cutanei, 29, 30.
Denti, 229.
» dei pesci e anfibi, 231.

Denti, dei rettili, 232.
 » dei mammiferi, 233.
 Diaframma, 125.
 Disco germinativo, 8.
 Duverney (glandule di), 352.

E

Ectoderma, 5.
 Elettrici (organi), 126.
 Eminenze nervose, 176.
 Entoderma, 5.
 Epiblasto, 5.
 Epidermide, 15.
 Epididimo, 348.
 Episterno, 56.
 Eredità, 1.

F

Facciale (nervo), 170.
 Faringe, 227.
 Fecondazione, 4.
 Fegato, 255.
 Feto (rapporti con la madre), 311.
 » nei selaci, 311.
 » nei teleostei, 311.
 » negli anfibi, 312.
 » nei rettili e uccelli, 312.
 » nei mammiferi, 313.
 Filogenia, 1.
 Foglietti germinativi, 6, 8.

G

Gartner (canale di), 322.
 Gastrula, 6.
 Generazione (organi della), 335.
 » nei pesci, 335.
 » nei dipnoi, 337.
 » negli anfibi, 338.
 » nei rettili e uccelli, 341.
 » nei mammiferi, 343.
 Genitali (glandule), 324.
 Glante del pene, 350.
 Glandule cutanee, 18.
 » genitali, 324.
 » mammarie, 26, 27.
 » mucipare, 228.
 » oculari, 207.
 » prepuziali, 349.
 » salivari, 228.
 » suprarenali, 353.
 » timo, 243.
 » tiroide, 241.
 » uropygie, 19.

I

Idioplasma, 3.
 Imene, 345.
 Inguinale (canale), 347.
 Integumento, 15.
 » dei pesci e dipnoi, 16.
 » degli anfibi, 17.
 » dei rettili, 18.
 » degli uccelli, 19.
 » dei mammiferi, 23.
 Intestino anteriore, 245.
 » medio, 248.
 » terminale, 250.
 Ipoblasto, 5.
 Ipoglosso (nervo), 172.

J

Jakobson (organo di), 193.
 Joide (osso), 74.

L

Labbra (grandi e piccole), 352, 353.
 Labirinto, 221.
 Laringe, 268, 274.
 Leydig (condotto di), 321.
 Linfatici (vasi), 315.
 Lingua, 238.
 Luteo (corpo), 325.

M

Malpighiano (strato), 25.
 Manmarie (glandule), 26, 27.
 Marsupiali (ossa), 99.
 Marsupio, 346, 347.
 Meckel (cartilagine di), 61.
 Membrana vitellina, 2.
 Meningi, 137.
 Mesenterio, 226.
 Mesoblasto, 5.
 Mesoderma, 5.
 Mesonefro, 318.
 Metanefroblastema, 323.
 Midollo spinale, 131.
 Miologia, 113.
 Monte di Venere, 353.
 Morgagni (idatide del), 322.
 Morula, 5.
 Mucosa intestinale (istologia), 252.
 Müller (condotto di), 321.
 Muscoli dermatici, 115.
 » oculari, 206.
 » scheletrici, 115.
 » » parietali, 115.
 » » viscerali, 119.
 » » mimici, 121.
 » » delle estremità, 123.

N

Natatoria (vescica), 267.
 Nefrostoma, 320.
 Nemaspermi, 324.
 Nervi cerebrali o cranici, 164.
 » dei muscoli oculari, 167.
 » spinali, 162.
 Nervoso (sistema), 130, 175.
 Nutrizione (organi della), 225-258.

O

Occhio, 196.
 » dei pesci, 199.
 » dei dipnoi, 200.
 » degli anfibi, 200.
 » dei rettili e uccelli, 201.
 » dei mammiferi, 202.
 » parietale o pineale, 134, 135, 151, 152.
 Olfatto (organo dell'), 183.
 » dei pesci, 184.
 » dei dipnoi, 186.
 » degli anfibi, 188.
 » dei rettili, 189.
 » degli uccelli, 190.
 » dei mammiferi, 191.

Olfattorio (nervo), 166.
 Ontogenia, 1, 2.
 Orecchio esterno, 224.
 Organi copulatori, 348.
 » elettrici, 126.
 » genitali, 335.
 » dei sensi, 175.
 » tattili a bastoncino, 176.
 Ottico (nervo), 167.
 Ovarii, 335-348.
 Ovo, 2, 3.
 Ovulo, 324.

P

Pacini (corpuscoli di), 181.
 Palato, 227.
 Paleontologia, 1.
 Palingenesi, 1.
 Palpebre, 206.
 Pancreas, 257.
 Papilla urogenitale, 327.
 Parovario, 345.
 Peli (sviluppo) 23, 24.
 Pene, 349, 352.
 Penne (sviluppo), 20, 21.
 Peritoneo, 226.
 Pigmentali (cellule) 16.
 Pigmento, 16.
 Placenta, 10.
 Plasma germinativo, 3.
 Polmoni, 274.
 » dei dipnoi, 274.
 » degli anfibi, 274.
 » dei rettili, 275.
 » degli uccelli, 277.
 » dei mammiferi, 281.
 Pori addominali, 284.
 Poro urogenitale, 327.
 Prepuziali (glandule), 349.
 Prepuzio, 352.
 Pronefro, 318.
 Prorene, 318.
 Prostata, 348.
 Pterigopodio, 348.

R

Rene primitivo, 318.
 Respirazione (organi della), 258-286.
 Reti mirabili, 315.
 Retina, 203.
 Ruminazione, 248.

S

Sacchi aerei degli uccelli, 277.
 Scheletro cutaneo, 29.
 » interno, 32.
 » viscerale, 61.
 Scroto, 347.
 Segmentazione dell'ovo, 5.
 Sensi (organi dei), 175.
 Settoli del testicolo, 345.
 Simpatico, 172.
 Sistema circolatorio, 286.
 » digerente, 225.
 » muscolare, 113.
 » nervoso } centrale, 131.
 } periferico, 160.
 » osseo, 29.

Sistema respiratorio, 258.
 » tegumentale, 15.
 » urogenitale, 318.
 Somiti, 8, 11.
 Spinali (nervi), 162.
 Sterno, 53, 55.
 Strato corneo, 15.
 Strato malpighiano, 15.

T

Tatto, 176.
 Teoria vertebrale del cranio, 58.
 Tessuti, 2.
 Testicoli, 335, 348.
 Timo (glandula), 243.
 Tiroide (glandula), 241.
 Trabecole del cranio, 59.
 Trigemino (nervo), 168.
 Tuba eustachiana, 213.
 Tuba falloppiana, 315.
 Tuorlo, 2, 3.
 Turbinati, 192.

U

Udito (organo dell'), 210.
 » nei pesci e dipnoi, 214.
 » negli anfibi, 216.
 » negli uccelli e rettili, 217.
 » nei mammiferi, 219.
 Uraco, 335.
 Urinari (organi), 326.
 » » dei pesci, 326.
 » » dei dipnoi, 327.
 » » degli anfibi, 328.
 » » dei rettili e uccelli, 332.
 » » dei mammiferi, 333.
 Utero, 344, 346.

V

Vagina, 345.
 Vago (gruppo del), 176.
 Vasi linfatici, 315.
 Vater (corpuscoli di), 181.
 Vene, 301.
 » dei pesci, 301.
 » degli anfibi, 303.
 » degli amnioti, 305.
 Vertebrale (teoria) del cranio, 58.
 Vertebre, 33
 » anficela, 42.
 » biconvesse, 42.
 » opistocele, 42.
 » procele, 42.
 Verga doppia, 349, 350.
 Vescica natatoria, 267.
 Vescicola blastodermica, 5.
 » germinativa, 3.
 Vescicole seminali, 348.
 Vie aeree, 269.
 » » dei dipnoi e anfibi, 269.
 » » dei rettili, 271.
 » » degli uccelli, 272.
 » » dei mammiferi, 273.
 Viscerale (scheletro), 61.
 Vitellina (membrana), 2.
 Vitello, 2, 3.

W

Wolff (canale di), 322.

INDICE DEGLI AUTORI

A

Aeby, 258.
Agassiz A., 48, 200.
Agassiz L., xiv.
Ahlborn, 86, 173, 174.
Ayers, xiv, 286, 329, 337.

B

Babuchin, 128, 129.
Baer (von), xiii.
Balbiani, 356.
Balfour, xiii, xiv, 3, 58, 161, 321, 323, 356.
Bardeleben, 112, 125.
Baur, 57, 86, 112.
Beard, 161, 166, 173, 174, 183, 194, 195, 231, 257, 356.
Beddard, 255, 286, 357.
Bell, 161.
Berger, 209.
Bettany, 87.
Bibron, xv.
Bischoff, xiv, 353.
Blanchard, 286.
Blane, 195.
Boas, 291, 317.
Bonnet, 356.
Born, 189, 195, 241, 257.
Brass, 357.
Braun, 46, 357, 358.
Bridge, 286.
Brock, 180, 357.
Bronn, xiii.

C

Cadiat, 126.
Caldwell, xiii.
Campana, 278.
Carrière, 28, 182.
Cartier, 48.
Cattaneo, 28, 252, 257, 357.
Cattie, 174.
Cazin, 257.
Cope, xvi, 48, 233, 257.
Cornet, 48.
Credner, xv, 32, 75.
Cunningham, 335.
Cuvier, xiii, xiv.

D

Damer, xv, 48.
De-Meuron, 258.
Dogiel, 195, 209.
Dohrn, xiii, 86, 88, 112, 173, 174, 243, 257, 286, 326, 348.
Dubois, 286.
Dubois-Reymond, 129.
Dugés, xv, 125.
Dumeril, xv.
Dursy, 86.

E

Ebner, 356.
Ecker, xiii, xiv, 24, 28, 125, 129.
Edinger, 133, 140, 146, 174, 257.
Ehlers, 174.
Eimer, 181, 182.
Emery, xiv, 326.
Engelmann, 205, 209, 326.

F

Fick, 49.
Fischer, xv, 286.
Flehsig, 174.
Flemming, 356.
Fol, 48.
Foster, xiii.
Frank, xvi.
Fritsch, 32, 126, 129.
Froriep, 48, 86, 165, 166, 170.
Fulliquet, 174.
Fürbringer, xv, 56, 93, 124, 125, 286, 321, 356, 357.
Furner, 286.

G

Gadow, 123, 125, 258.
Gegenbaur, xiii, 26, 27, 28, 29, 45, 48, 57, 58, 66, 86, 112, 113, 122, 190, 195, 240, 241, 286.
Gerlach, 48.
Gervais, xvi.
Giacomini, 209.
Goethe, 58.
Goette, xv, 48, 57, 92, 113.
Goronowitsch, 174.
Gottschau, 354, 355.

Gratiolet, 174.
Günther, xiv, 48.
Gurlt, xvi.

H

Haacke, 27, 28, 356, 357.
Haddon, xiii.
Haeckel, xiii.
Hallmann, 86.
Hasse, xiv, 48, 49, 225.
Hatschek, xiv, 138.
Heidenhain, 356.
Heinemann, 209.
Henle, 125, 286.
Hensel, 258.
Hensen, 225.
Hermann, 180, 182.
Hertwig Oscar, xiii, 3, 29, 32, 86, 258.
His, 126, 160, 161, 174, 224, 242, 283, 286.
Hochstetter, 301, 305, 317.
Hoffmann, 49, 57, 113, 285.
Holl, 316.
Howes, xiii, 105, 113, 303, 343, 317.
Humphry, 125.
Huxley, xiii, 58.
Hyrtl, xiv.

I

Iversen, 172.

J

Janosik, 358.
Jeffrey Bell, xiii.
Jhering, 349.
Juling, 258.

K

Kangro, 193.
Kerbert, 28.
Kessler, 209.
Key, 174.
Killian, 316.
Klaatsch, 28.
Knappe, 339.
Köllicker, xiii, 28, 286, 323.
Kollmann, 113, 321.
Krueg, 174.
Kuhn, 225.
Kupffer, xiv.

L

Langerhaus, xiv.
Lataste, 286.
Lauret, 174.
Leboucq, 113.
Leche, xvi, 126.
Leichtenstern, 28.
Leidy, xvi.
Lereboullet, 356.
Leuckart, 205, 209.
Leydig, xiv, xv, 28, 182, 184, 189, 195, 252, 253, 357.
Luigi Ferdinando princ. di Baviera, 180, 240, 258.
Lvoff, 49.

Macalister, xiii.
Macleod, 336.
Mackay, 317.
Madrid-Moreno, 195.
Malbrane, 183.
Manz, 209.
Marsh, xv, xvi, 32, 49, 160, 235, 280.
Martin, 175, 356.
Mascagni, 317.
Maurer, 241, 243, 258, 263, 264, 265, 295, 317.
Mayer, 315, 317.
Mayser, 174.
Meckel, xiii, xvi.
Mehnert, 98, 113.
Menzbier, xv.
Merkel, 183.
Miescher, 312, 341.
Mihalcowicz, 174, 320, 321, 323, 353, 356, 358.
Mikluko-Maclai, 174.
Milne-Edwards, xiii.
Milnes-Marshall, xiii, 58, 86, 174, 183, 195.
Minot, 258.
Mitsukuri, 356, 358.
Moldenhauer, 225.
Müller xiii, 87, 126, 209, 317, 357.

N

Nagel, 356.

O

Oken, 58.
Osborn, 174.
Owen, xiii.

P

Paladino, 357.
Parker, T. J. xiii, 315, 317.
Parker W. K., 29, 55, 56, 57, 87, 108, 188, 194, 200, 236, 243, 265, 312, 326, 327, 328, 337, 338, 341, 357.
Perényi, 356.
Pätzner, 29.
Pfüger, 357.
Poulton, 235, 258.
Postma, 258.

R

Rabl, 174.
Rathke, xiii, xv, 258, 286, 317, 357.
Rauber, 29, 182, 358.
Reichel, 258.
Remak, xiii, 323.
Retzius, 174, 212, 225.
Robin, 315.
Rosenberg, 47, 49, 53, 113.
Rückert, 287, 317.
Ruge, 53, 55, 57, 122, 123, 126.
Rusconi, xv, 317.
Rüttimeyer, xvi, 32.

S

Sacchi Maria, 29, 253, 258, 341, 357.
Sachs, 129.

- Sägemehl, 174, 286
 Salensky, xiv, 87, 225.
 Sappey, 278, 317.
 Sarasin P. e F., xv, 29, 178, 183, 265, 266, 340.
 Sardemann, 208, 209.
 Schmidt, xiii.
 Schneider, xiv, 126.
 Schoof, 320.
 Schulze F. E., 29, 183.
 Schultze M., 209.
 Schwalbe, 183, 191, 195, 209, 225.
 Scott, xiv.
 Sedgwick, 318.
 Semon, 326, 356.
 Semper, 321, 326, 354, 356.
 Siebold, xiv.
 Solger, 183.
 Spee, 255, 356.
 Spencer B., 134, 135, 175.
 Spengel, 339, 357.
 Stannius, xiv, 170.
 Steenstrup, 200.
 Steiner, 140, 148, 174.
 Stieda, 29, 174, 258.
 Stilling, 355, 358.
 Stöhr, 40, 317.
 Strahl, 175.
 Strasburger, 3.
 Strasser, 277, 278, 280, 286.
 Studer, 22, 29.
 Stuhlmann, 311, 357.
- T**
- Tafani, 357.
 Tataroff, 225.
 Testut, 126.
 Thacher, 113.
 Tiedemann, xv.
 Tomes, 258.
 Turner, 357.
- U**
- Unna, 29
 Uskow, 126.
- V**
- Valenciennes, xiv.
 Van Bemmelen, xv, 93, 112, 163, 241, 244,
 257, 260, 261, 286, 291.
 Van Beneden Ed., xvi, 3, 356.
 Van Wijhe, 28, 87, 126, 161, 164, 166, 174,
 183, 318, 356, 357.
 Vetter, 126.
 Vogt, xiv.
- W**
- Waldeyer, 24, 29, 356, 357.
 Waldschmid, 142, 147, 174.
 Watney, 258.
 Weber, xvi, 26, 29, 198, 286.
 Weismann, 3, 356.
 Weldon, 358.
 Welky, 318.
 Wenkebach, 258.
 Wiedersheim, xiv, xv, xvi, 28, 29, 39, 49, 51,
 75, 87, 94, 95, 113, 120, 125, 167, 174, 175,
 186, 195, 222, 225, 252, 277, 286, 341, 357.
 Wölfler, 258.
- Y**
- Yung, xiv.
- Z**
- Zittel, xiv.
 Zograf, 231.
 Zuckerkandl, 191, 195.

		ERRATA	—	CORRIGE
Pag. 69	Intitolazione	Dipnoi		Dipnoi
» 121	»	Muscoli minori		Muscoli mimici
» 349	Nota	le così dette <i>nule</i>		le così dette <i>glandule</i>

La fig. 10 è incompleta, e nella spiegazione va soppresso il vocabolo *trasversale*.
 Vedi detta figura, completa e colorata, a pag. 290.



ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais. Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

2. Atribuição. Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

3. Direitos do autor. No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente (dtsibi@usp.br).