

30495

CHI

100

100

2607289

Tadenez K. H. 1909

ZOOLOGIA

785 Ecol

DLA KLAS WYŻSZYCH SZKÓŁ ŚREDNICH

NAPISAŁ

DR JÓZEF NUSBAUM

PROFESOR ZOOLOGII I ANATOMII PORÓWNAWCZEJ UNIWERSYTETU WE LWOWIE

CZŁONEK AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI W KRAKOWIE

L. 92

Z 219 RYCINAMI W TEKŚCIE I 4 TABLICAMI BARWNIEMI

*A. + 0/10
K. 2.40*

Cena egzemplarza oprawnego 3 K 60 h

**Księgarnia, Mura dziesięć
Witold Kurkowski
w STERJO
skład przybawów szkolnych**

NAKŁADEM K. S. JAKUBOWSKIEGO
WE LWOWIE 1909



32195

Wszystkie prawa zastrzeżone.

UP - Kraków BG



1050243223

Z Drukarni Ludowej we Lwowie, plac Bernardyński 7.

7001
59 (045)

Tadeusz Kurula
Maykowski

SPIS RZECZY.

I. Komórka organiczna i tkanki.

	Str.
A) Komórka, jej budowa i życie	1
B) Tkanki zwierzęce	6
I. Tkanki nabłonkowe czyli nabłonki	6
II. Tkanki łączne	7
III. Tkanki mięsne	9
IV. Tkanka nerwowa	10

II. Budowa i czynności ciała ludzkiego.

A) Postać ogólna ciała	12
B) Układ kostny czyli szkielet	13
Kregosłup i żebra	15
Kości kończyn	18
Kości głowy	21
C) Układ mięśniowy	25
D) Układ nerwowy	28
Rdzeń pacierzowy	29
Mózg głowowy czyli mózgowie	30
Czynności układu mózgo-rdzeniowego	33
Układ nerwowy współczulny czyli sympatyczny	35
E) Narządy zmysłowe	36
Narząd zmysłu wzrokowego	37
Narząd zmysłu słuchowego	40
Narząd zmysłu powonienia	43
Narząd zmysłu smaku	43
Narząd zmysłu dotykowego	43
Zmysł mięśniowy	44
F) Narządy trawienia	44
Otwór ust	45
Zęby	45
Język	47
Ślinianki	47
Gardziel, przełyk, żołądek	47
Jelito i jego gruczoły (wątroba i trzustka)	49
O przemianie materii i pokarmach	52

G) Układ naczyniowy	Str. 53
Krew	53
Serce	54
Tętnice i żyły	55
Limfa i układ limfatyczny	59
H) Oddychanie i narządy oddechowe	60
I) Narządy wydzielnicze	65
Nerki	65
Skóra	66
J) Narządy rozrodcze	68

III. Przegląd świata zwierzęcego.

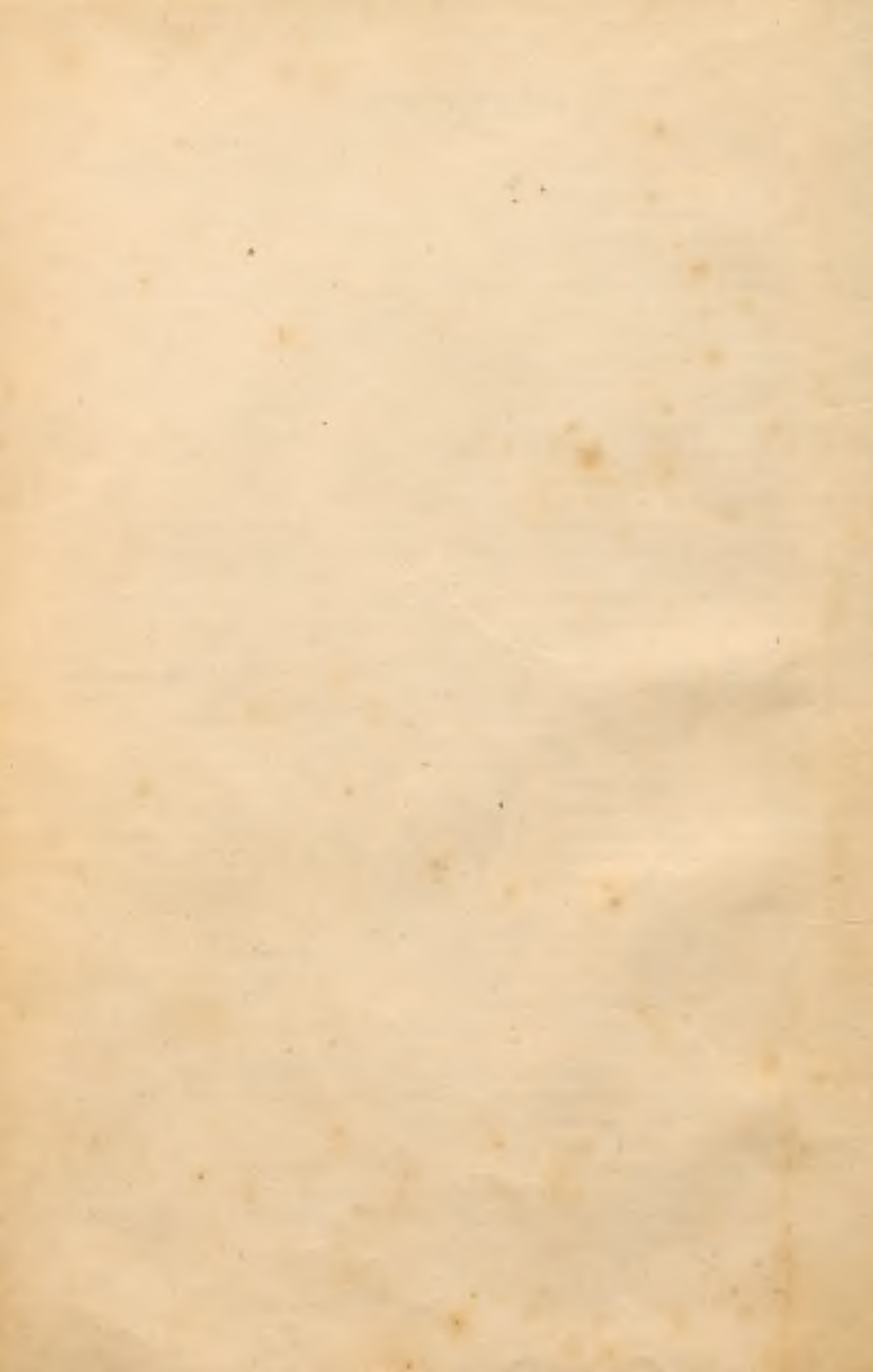
I. Układ. Pojęcie gatunku. Zmienność postaci organicznych	71
A) Fakta paleontologiczne	72
B) Fakta morfologiczne	75
C) Fakta z dziedziny geografii roślin i zwierząt	79
D) Fakta z dziedziny systematyki	80
E) Czynniki rozwoju rodowego	82
II. Systematyka świata zwierzęcego	85
Typ I. Kręgowce	86
Szkielet	86
Skóra	88
Przewód pokarmowy	88
Narządy oddechowe	89
Układ krążenia krwi	91
Organy wydzielnicze i narządy rozrodcze	92
Tablica zasadniczych różnic pomiędzy gromadami kręgowców	93
Gromada I. Ssące	94
Rząd 1. Naczelnie	99
1) Małpy	99
2) Małpozwierze	100
Rząd 2. Rękoskrzydłe czyli nietoperze	101
Rząd 3. Owadożerne	102
Rząd 4. Drapieżne	102
Rząd 5. Płytwonogi	104
Rząd 6. Syrenowate	105
Rząd 7. Walenie	105
Rząd 8. Kopytne	106
1) Prakopytne	107
2) Słoniowate	107
3) Nieparzystokopytne	107
4) Parzystokopytne (nieprzeżuwające i przeżuwające)	107
Rząd 9. Gryzonie	108
Rząd 10. Szczerbaki	109
Rząd 11. Torbacze	109
Rząd 12. Stekowce czyli jednootworowce	109

Gromada II.	Ptaki	1	Str. 109
	Rząd 1. Drapieżne		117
	Rząd 2. Łażce		117
	Rząd 3. Wróblowate		117
	Rząd 4. Gołębiowate		118
	Rząd 5. Grzebiące		119
	Rząd 6. Brodźce		119
	Rząd 7. Pływaki		119
	Rząd 8. Biegusy		119
Gromada III.	Gady		120
	Rząd 1. Żółwie		121
	Rząd 2. Krokodyle		122
	Rząd 3. Jaszczórkowce		123
	Rząd 4. Węże		123
Gromada IV.	Płazy		124
	Rząd 1. Bezogonowe		124
	Rząd 2. Ogoniaste		126
Gromada V.	Ryby		126
	Rząd 1. Dwudyszne		129
	Rząd 2. Kostnoszkieletowe		130
	Rząd 3. Kostołuskie		132
	Rząd 4. Chrzastkoszkieletowe		132
	Rząd 5. Kręgousto		133
	Rząd 6. Cewiosierdne		133
Typ II.	Oślönice (zachwa, sprzągla)		134
Typ III.	Mięczaki		136
Gromada I.	Głowonogi		137
Gromada II.	Brzuchonogi		138
Gromada III.	Błaszkoskrzelne czyli małże		140
	Skrzydłonogi		141
Typ IV.	Stawonogi		142
A) Tehawkodyszne:			
Gromada I.	Owady		143
	Rząd 1. Chrząszcze		147
	Rząd 2. Prostoskrzydłe czyli szarańczaki		149
	Rząd 3. Siatkoskrzydłe czyli sieciarki		150
	Rząd 4. Prasiatnice		150
	Termity czyli bielce		150
	Rząd 5. Błonkoskrzydłe czyli błonkówki		150
	Rząd 6. Pluskwiaki czyli półpokrywe		153
	Rząd 7. Muchówki czyli dwuskrzydłe		153
	Rząd 8. Motyle		154
	Rząd 9. Skórczogony czyli owady bezskrzydłe		156
Gromada II.	Wije		156
	Rząd 1. Pareczniki		156
	Rząd 2. Dwuparce		157
Gromada III.	Pajęczaki		157
	Rząd 1. Niedźwiadkowate		157
	Rząd 2. Pajaki właściwe		158
	Rząd 3. Roztocze		158
	Niesporczaki		159

	Str.
B) Stawonogi skrzelodyszne:	
Gromada IV. Skorupiaki	160
a) Pancierzowce:	
Rząd 1. Słupkookie (długoodwłokowe i krótko- odwłokowe)	164
Rząd 2. Siadłookie (równonogi i obunogi)	165
b) Członowce:	
Rząd 3. Liścionogi	165
Rząd 4. Widłonogi	166
Rząd 5. Wąsonogi	167
Rząd 6. Małżoraczk	167
Rząd 7. Ostrogony	167
Typ V. Pierścienice	168
Rząd 1. Szczecionogi (wieloszczety i skapo- szczety)	170
Rząd 2. Pijawki	170
Typ VI. Czerwiochowate	171
Gromada I. Obłęncowate	173
Gromada II. Wrotki	173
Gromada III. Płazińcowate	174
Rząd 1. Wirki	174
Rząd 2. Smocznic	175
Rząd 3. Taśmowce	176
Typ VII. Szkarłupnie	177
Gromada I. Rozgwiazdy	179
Gromada II. Jeżowce	179
Gromada III. Liliowce	181
Gromada IV. Strzykw	181
Typ VIII. Jamochłony	182
Grupa I. Parzydełkowce	183
Rząd 1. Stulbiopławy	184
Cewiopławy	186
Rząd 2. Krążkopławy	186
Rząd 3. Korale	187
Rząd 4. Żebroplawy	189
Grupa II. Gąbki	190
Typ IX. Pierwotniaki	191
Gromada I. Wymoczki	192
Gromada II. Wiciowce	193
Gromada III. Korzenionózki	195
Gromada IV. Zarodnikowce	197
Spis rycin i tablic barwnych	199
Indeks	205

CORRIGENDA.

- Str. 5 wiersz 1. w objaśnieniu ryciny zamiast: koryokinetyczny — ma być: karyokinetyczny
- 10 „ 1. od góry zamiast: *sacrolemma* — ma być: *sarcolemma*
- 10 przy rycinie 8. *B* brak litery *b*
- 23 w objaśnieniu ryciny 29. zamiast: oworodka — ma być: noworodka
- 24 wiersz 4. od dołu zamiast: czterokształtnej — ma być: człękokształtnej
- 27 „ 4. od dołu (w objaśn. ryciny) zamiast: *a c d e* — ma być: *c d e*
- 31 w objaśnieniu ryciny 38. zamiast: z góry — ma być: z dołu.
- 39 wiersz 5. od góry zamiast: *linsa* — ma być: *lens*
- 44 „ 4. od dołu (w obj. ryciny) zamiast: trzustka — ma być: trzustka
- 45 „ 5. od dołu (w obj. ryciny) zamiast: 46 — ma być: 48
- 57 w literach objaśniających ryc. 57. zamiast: *t. a.* — ma być: *t. a*
- 69 wiersz 6. od dołu zamiast: do — ma być: od
- 84 „ 7., 9., 10., 11., 12. od góry należy skreślić liczby arabskie
- W objaśnieniu Tab. II. w wierszu 1. i 2. zamiast: prządki — ma być: miernikowca
- Str. 97 w objaśn. ryciny 81. zamiast: sieć — ma być: sieć czyli czepiec
- 99 wiersz 10. od dołu zamiast: posiadają zwykle — ma być: posiadają
- 100 „ 13. od góry zamiast: *Anthropithecus* — ma być: *Anthropopithecus*
- 107 „ 13. od góry zamiast: (3—4) — ma być: (często tylko 3-ma—4-ma)
- 108 „ 12—14. od góry zamiast: krótkich mózgdzeniach (t. zw. róża) — ma być: krótkich mózgdzeniach
- 108 „ 23. od dołu zamiast: nie posiadają — ma być: nie posiada
- 108 „ 22. od dołu zamiast: żyrafa (*Camelopardalis giraffa*), wielbłąd — ma być: żyrafa (*Camelopardalis giraffa*). Pokrewne jej są: wielbłąd
- 110 „ 7. od dołu (w objaśn. ryc.) zamiast: krucze — ma być: kość kruczka
- 139 „ 4. od dołu zamiast: *Limmaeus* — ma być: *Limnaeus*
- 139 „ 2. od dołu zamiast: ślimak — ma być: limak
- 141 w objaśnieniu ryc. 134. skreślić (Oryg.)
- 142 wiersz 14. od góry zamiast: czyli stawów — ma być: z sobą zestawionych
- 153 „ 17. od dołu zamiast: koszelina — ma być: koszenila
- 159 „ 5. od góry i w obj. ryc. 153. zamiast: *Scarcoptes* — ma być: *Sarcoptes*
- 163 „ 3. od góry (w obj. ryc.) zamiast: gonową — ma być: ogonową
- 165 „ 10. od dołu zamiast: cztery — ma być: zwykle cztery
- 166 „ 2. od góry zamiast: (do 40 par) — ma być: (przekopnica do 40 par)
- 167 „ 14. od dołu zamiast: tylko trzy pary. — ma być: tylko trzy pary oprócz rożków i szczęk.
- 169 „ 11. od dołu zamiast: inne pierścienice — ma być: wiele innych pierścienic
- 174 w objaśn. ryciny 177. zamiast: żołądek i żwacz — ma być: żwacz
- 176 wiersz 4. od dołu po wyrazach „główkę przysłego tasiemca“ należy dodać: t. zw. czerwioch (*scolex*)
- 191 w objaśn. ryc. 207. zamiast: *Sycondra* — ma być: *Sycandra*
- 191 wiersz 16. od góry zamiast: jedyny — ma być: pospolity
- 192 „ 14. od góry zamiast: Stały otworek w błonie zewnętrznej (*cytostoma*) — ma być: Najczęściej stały otworek (*cytostoma*) w błonie zewnętrznej



I.

KOMÓRKA ORGANICZNA I TKANKI.

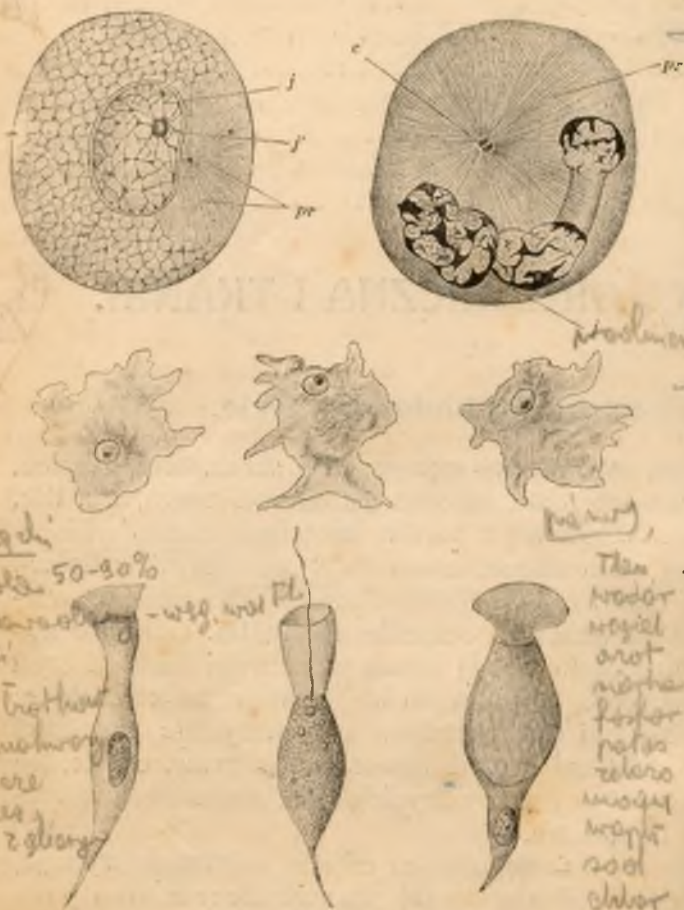
A) Komórka, jej budowa i życie.

Każda część ciała ustroju zwierzęcego, n. p. skóra, kość, mięsień, mózg, ścianka żołądka lub jelita, jako też ustroju roślinnego, n. p. liść, łodyga, bulwa, owoc, składa się z bardzo drobnych ciałek, widocznych tylko zapomocą mikroskopu, zwanych komórkami (*cellulae*). Zostały one odkryte około r. 1839. przez Teodora Schwanna u zwierząt, nieco wcześniej zaś przez M. Schleidena u roślin. Odkrycie komórki organicznej rozpoczęło ważną epokę w rozwoju biologii czyli nauki o istotach żyjących¹⁾, przekonano się bowiem, że komórki są elementarnymi składnikami ciała ustrojów i że wszystkie czynności życiowe, jak ruch, trawienie, wydzielanie, oddychanie, czucie, są uwarunkowane przez różne procesy fizyologiczne, zachodzące w rozmaitych komórkach organizmu.

Komórka składa się z następujących części: najważniejszym jej składnikiem jest zaródź, zwana inaczej pierwoszczem albo protoplazmą, substancja napół płynna, przeźroczysta, zawierająca nadto części włókniste lub ziarniste, bardziej stałe. W zarodku znajduje się drugi, niemniej ważny składnik komórki — jądro (*nucleus*), ciałko kuliste lub owalne, zwykle otoczone błoną. Substancja jądra składa się z części włóknistych, które tworzą rodzaj siatki albo splotu i są pogrążone w płynnym soku jądrowym. Niektóre części włókniste jądra barwią się silnie w komórkach martwych różnymi barwikami,

¹⁾ Biologia, nauka o życiu, obejmuje botanikę i zoologię. Biologię dzielimy na: 1) morfologię czyli naukę o budowie i postaci organizmów, do której należą n. p. anatomia, embryologia (nauka o rozwoju zarodka), histologia (nauka o mikroskopowej budowie ciała), oraz 2) fizyologię czyli naukę o czynnościach, inaczej funkcjach ciała, n. p. o trawieniu, krążeniu krwi i t. d.

n. p. karminem, hematoksyliną, dlatego nazwano je z greckiego chromatyną. Wreszcie wewnątrz jądra znajduje się jeszcze jedno lub kilka ciałek kulistych, znacznie od niego mniejszych, twardszych,



Ryc. 1. **Komórki zwierzęce.** U góry komórki kuliste, w których widać jądro (*j*), zawierające wewnątrz jąderko (*j'*) oraz nitki chromatyny (*pr*); w komórce kulistej prawej strony widać w plazmie kilka jąder, powstałych z podziału pierwotnego. W szeregu środkowym komórki pełzakowate; w szeregu dolnym — z lewej strony komórka rzęskowa, pośrodku opatrzona u góry kołnierzem i wicią, oraz z prawej strony komórka kubeczkowa, wydzielająca śluz przez otworek u góry (jądro przesunęło się ku podstawie). (Znaczne pow. mikroskop.).

zwanych jąderkami (*nucleoli*). W zarodku prócz tego znajdujemy bardzo często, zwłaszcza w komórkach zarodka, nader drobnutkie ziarniste ciało obok jądra, zwane ciałkiem środkowym albo środciałkiem (*centrosoma*), wokół którego włókienka zarodki często układają się promienisto. Z wewnątrz protoplazma jest otoczona błoną komórkową (*membrana cellulae*), która nie jest już tak ważnym składnikiem komórki, często bowiem brak jej nawet zupełnie.

Pod względem chemicznym zarodki oraz jądro składają się z mieszaniny różnych ciał białkowych, złożonych z tlenu, węgla, azotu, wodoru, fosforu i siarki.

Wielkość komórek wyraża się w mi-

kronach (μ), t. j. w tysięcznych częściach milimetra. Otoż niektóre komórki mają zaledwie 4μ średnicy, inne są większe, a jaja różnych zwierząt, n. p. skrzek żabi, ikra rybia, żółtko jaja ptasiego, będące również tylko pojedynczymi komórkami, posiadają, jak wiadomo, zna-

czne rozmiary. Kształty komórek bywają też bardzo rozmaite: pełzakowate, gdy postać ich jest zmienna i zaródź tworzy nieregularne wypustki, które się kurczą lub wydłużają, walcowate, sześciennie, spłaszczone, kuliste lub jajowate, tarczowate, wrzecionowate lub silnie wydłużone w postaci włókien, gwiazdziste, rozgałęzione, orzęsione czyli opatrzone włoskowatymi wyrostkami t. z. rzęsami, i t. d.

Komórka żywa spełnia rozmaite czynności fizyologiczne. Najlepiej można je obserwować w tych komórkach, które stanowią organizmy samoistne, innemi słowy w komórkach, które są ustrojami najniższymi, jednokomórkowymi czyli pierwotniakami (*Protozoa*).

Komórka pobiera pokarm czyli odżywia się. Jeżeli opatrzona jest błoną, wówczas przez nią przesiąkają do protoplazmy ciekłe substancje odżywcze na mocy prawa przesiąkania czyli osmozy. Gdy komórka jest naga, wówczas pochłania ona stałe cząstki pokarmowe zapomocą wypustek zarodzi (*pseudopodia*), któremi otacza te cząstki, oblewa ze wszech stron i wprowadza do swego wnętrza; w zarodzi cząstki te bywają zwykle otaczane wodnistym płynem (wodniczki pokarmowe), gdzie podlegają strawieniu i częściowemu wessaniu, resztki zaś niestrawione są przez skurecz zarodzi wydalone z ciała komórki na zewnątrz.

W komórce odbywa się bezustannie t. z. przemiana materii, to znaczy, że pewne związki chemiczne, wchodzące w skład ciała komórkowego, ulegają rozkładowi na części prostsze, wydalone na zewnątrz, a natomiast tworzą się nowe związki kosztem pobieranych pokarmów. Ciekłe substancje, które mają być wydalone z komórki, niekiedy zbierają się przedtem w pewnym określonym miejscu zarodzi, tworząc t. z. wodniczek tętniący. Znajduje się on blisko powierzchni komórki i przez silny skurecz protoplazmy otaczającej wydała swą zawartość na zewnątrz, poczem w tem miejscu powoli powstaje nowa banieczka. Można to widzieć u wielu ustrojów jednokomórkowych, n. p. u wymoczków albo u pełzaka (*Amoeba*).

Protoplazma odznacza się dalej kurczliwością, dzięki której może wykonywać pewne ruchy, n. p. we krwi ludzkiej znajdują się tak zwane bezbarwne ciała krwi czyli leukocyty, postaci pełzakowatej, opatrzone wypustkami, które kurczą się i rozkurczają, wsuwają i wysuwają i którymi komórka pełza po podłożu, przelewając się jakby powoli z miejsca na miejsce. Niekiedy znów komórka posiada włoskowate, sztywne wyrostki zarodzi ze wszystkich stron albo też z jednej strony, tak zwane rzęsy (*cilia*), któremi wykonywuje rytmiczne ruchy, podobne do falistego ruchu kłosów kołysanych przez powiew wiatru. Niekiedy znów posiada jeden lub kilka wyrostków długich, nitkowatych, wiotkich, zwanych wiciami (*flagella*), które poruszają się na podobieństwo bicia.

Protoplasma odznacza się wrażliwością, zwłaszcza w pewnych komórkach. Organizmy jednokomórkowe, podrażnione przez bodziec mechaniczny (ukłucie, ucisk), świetlny, cieplny, elektryczny albo wreszcie chemiczny (różne słabe kwasy lub zasady), reagują na te podniety, kurcząc wypustki ciała, przyspieszając lub zwalniając ruch rzęs albo wici, posuwając się w kierunku działania owych podnięt albo w kierunku wprost przeciwnym. Pewne ustroje jednokomórkowe, oświetlone jednostronnie, posuwają się w kierunku działania promieni świetlnych, inne zaś uciekają w danym wypadku od źródła światła. Podobne zjawiska dowodzą wrażliwości plazmy komórkowej na różnego rodzaju podniety światła zewnętrznego. Szczególną wrażliwością, jak zobaczymy dalej, odznaczają się komórki w narządach zmysłowych u ustrojów wielokomórkowych oraz ich komórki nerwowe.

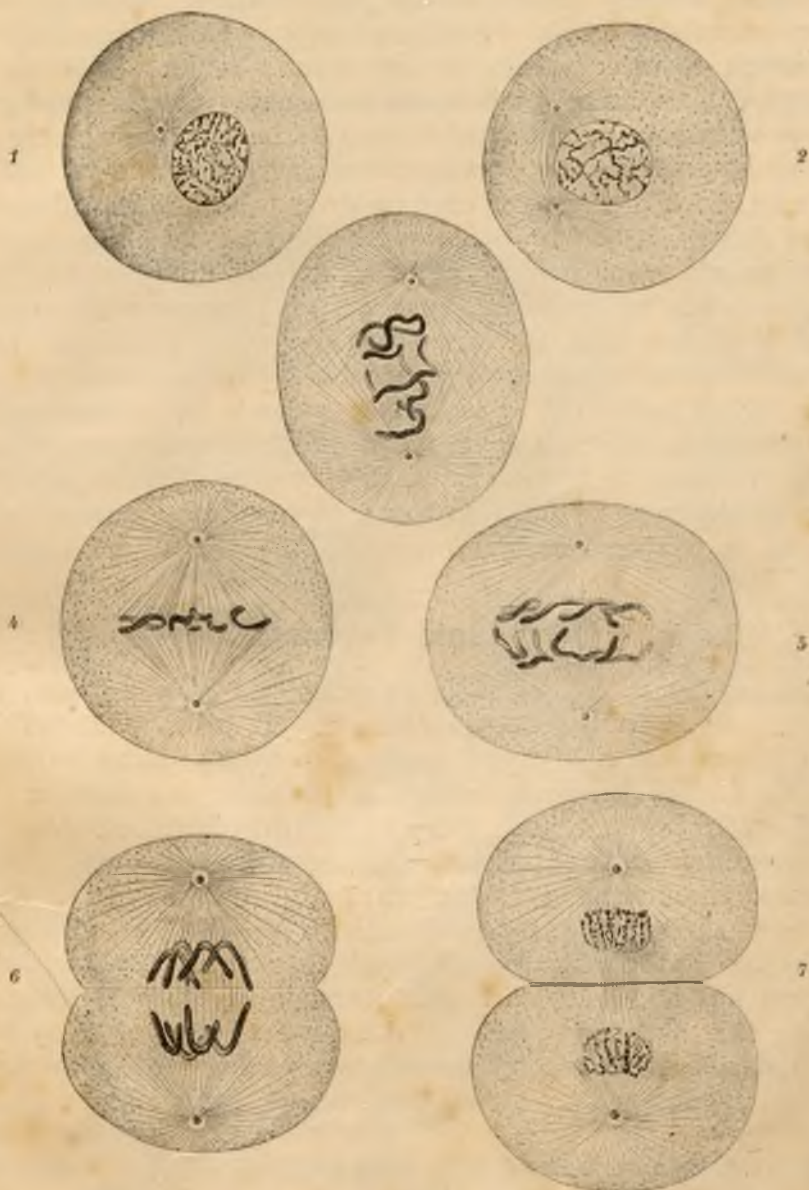
Wreszcie komórki mają zdolność rozmnażania się czyli wytwarzania komórek potomnych, przyczem komórka macierzysta



Ryc. 2. Podział bezpośredni komórki, mianowicie pętlaka (*Amoeba*). (Pow. mikrosk.).

zwykle dzieli się cała na dwie albo więcej komórek. Rozmnażanie to nosi nazwę podziału, a odbywa się w sposób dwojaki. W rzadkich wypadkach zachodzi tak zwany podział bezpośredni (amitotyczny), polegający na tem, że jądro wydłuża się, przewęża pośrodku, przybierając postać jakby biszkoktu i przez dalsze przewężanie rozpada się na dwie połowy, poczem plazma poczyną się również przewężać pośrodku i powoli rozpada się na dwie części. Daleko częściej atoli odbywa się tak zwany podział pośredni (mitotyczny), polegający na szczególnych zmianach zachodzących w jądrze komórkowym, a mianowicie: bezpośrednio przed podziałem komórki jądro traci błonę zewnętrzną i jąderko, a sok ja-

drowy łączy się z protoplazmą. Części zaś włókniste jądra, a mianowicie barwiące się silnie włókna, które nazwalismy chromatyną, skupiają się i tworzą pewną ilość grubszych pętlcowatych nitek zwanych chromozomami, których ilość jest stała we wszystkich komórkach ciała danego zwierzęcia, lecz różna u rozmaitych gatunków; występują one n. p. u różnych istot w liczbie 4, 8, 16, 24, 32 i t. d. Początkowo chromozomy są splecione razem, tworząc rodzaj kłęбка, później rozchodzą się i układają wszystkie w płaszczyźnie równikowej komórki. Ponieważ są kolankowato zgięte i zwrócone ślepymi końcami ku sobie, otwartymi zaś odnogami na zewnątrz, tworzą przeto obraz jakby gwiazdy. Tymczasem drobniutkie,



Ryc. 3. Podział mitotyczny (koryokinetyczny) komórki: 1 — komórka w stanie spoczynku; 2 — zaczyna się przygotowywać do podziału; 3 — oba ciała środkowe czyli centrozomy odsuwają się ku przeciwnym biegunom, pęczlice chromatyczne tworzą kłębek; 4 — stadium gwiazdy, pęczlice spoczywają w płaszczyźnie równikowej komórki; 5 — stadium, kiedy po rozszczepieniu się każdej z pęczlic chromatycznych na dwie potomne, te ostatnie zaczynają się przesuwać ku przeciwnym biegunom; 6 — stadium gwiazdy podwójnej, na obwodzie plazma zaczyna się przewężać; 7 — nastąpił już podział komórki na dwie potomne. (Przy znacznym powiększeniu mikroskopowym).

ziarenkowate ciało środkowe komórki podzieliło się na dwie połowy, które oddaliły się ku dwóm przeciwnym biegunom, a pomiędzy nimi ciągnie się wrzecionko, utworzone z pęczka bardzo delikatnych włókien protoplazmatycznych; nadto dokoła każdej z dwóch połów ciała środkowego występują również promienisto ułożone włókienka protoplazmy. Teraz każda z pętlic czyli chromozomów, leżących w płaszczyźnie równikowej komórki, dzieli się podłużnie na dwie nici czyli na dwie pętlice, które odsuwają się od siebie, dążąc ku dwóm przeciwnym biegunom komórki. W taki sposób jedna połowa pętlic przechodzi ku jednemu biegunowi, pozostała ku drugiemu, poczem protoplazma w płaszczyźnie równikowej przewęża się i rozpada na dwie części. W każdej z dwóch komórek potomnych pętlice chromatyczne znów się splatają w kłębek, jądro otacza się błoną, pojawia się w nim jąderko i tak powstają ostatecznie dwie młode komórki, podobne do macierzystej. Wszystkie te złożone zjawiska przy pośrednim czyli mitotycznym dzieleniu się komórki dowodzą, że wogóle budowa i czynności komórki są wysoce skomplikowane. *gt.*

B) Tkanki zwierzęce. *21.5*

Najprostsze ustroje składają się przez całe życie z jednej tylko komórki. Są to istoty jednokomórkowe czyli pierwotniaki (*Protozoa*). Natomiast ciało wyżej uorganizowanych zwierząt składa się z wielkiej liczby komórek, tysięcy, setek tysięcy i milionów. Otóż u takich ustrojów, zwanych tkankowcami (*Metazoa*), różne rodzaje komórek ciała są z sobą ściśle zespolone, tworząc tkanki. Z tkanek zbudowane są różne narządy czyli organy. Narząd w ciele zwierzęcia można porównać do jakiejś części odzieży; podobnie jak ona składa się z różnych tkanin, n. p. rękaw z sukna i podszewki, tak i narząd z różnych utworzony jest tkanek, a jak sukno i podszewka utkane są z włókien rozmaicie z sobą połączonych, tak tkanka składa się z komórek zespolonych z sobą w rozmaity sposób. Odróżniamy następujące główne rodzaje tkanek w ciele zwierzęcia.

1. Tkanki nabłonkowe czyli nabłonki (*epithelia*). W tkance tej, znajdującej się na powierzchni ciała (gdzie tworzy naskórek), oraz wyściełającej wewnątrz przewodu pokarmowego i jego gruczołów, krtani, tchawicy, płuc i niektórych innych narządów, komórki są dość ściśle ułożone jedna obok drugiej. Gdy tworzą jedną warstwę, mamy nabłonek *jednowarstwowy*, jeżeli jest więcej warstw (n. p. w naskórku), tworzą nabłonek *wielowarstwowy*. Nabłonek *jednowarstwowy* może być *wałeczkowy* czyli *cyldryczny*, jeżeli

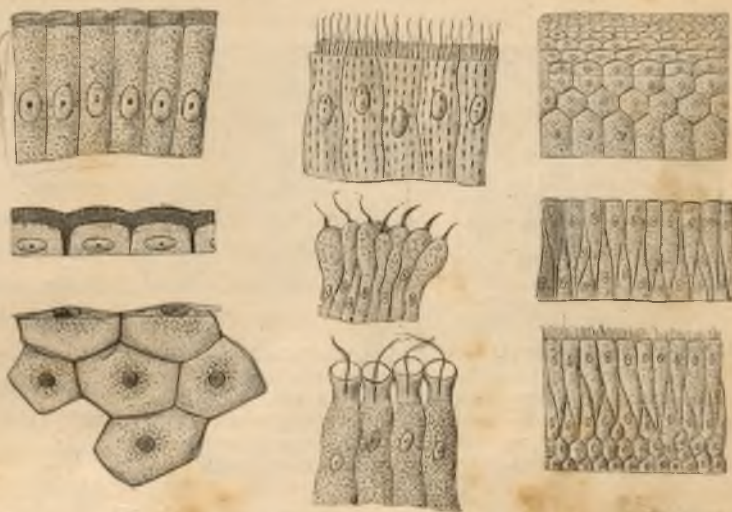
komórki jego są wysokie nakształt wałców; kostkowy, jeżeli mają postać sześciątów; płaski czyli brukowy, jeżeli są mocno spłaszczone na podobieństwo tafelek posadzki. Gdy swobodna powierzchnia komórek nabłonka jedno lub wielowarstwowego opatrzona jest rzęskami, wówczas nosi on nazwę rzęskowego lub migawkowego; taki n. p. nabłonek wyściela wewnętrzną powierzchnię krtani.

Komórki nabłonkowe mają zdolność wytwarzania rozmaitych twardej substancji, a więc rogu czyli keratyny, z której składają się włosy, rogi, paznokcie, kopyta, dalej chityny, wchodzącej w skład pancerza raków lub twardej powłoki ciała chrząszczy i t. p. Nadto mają one własność wydzielania różnych

płynnych substancji, jak śluzu, śliny, żółci. Takie komórki wydzielające noszą nazwę gruczołowych, a narząd zawierający nabłonek gruczołowy nazywa się gruczołem (*glandula*).

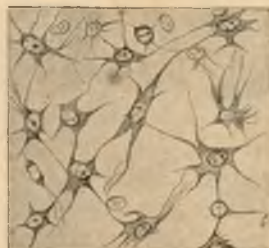
Niekiedy gruczołek składa się tylko z jednej komórki wydzielającej, która wygląda jak kubeczek; u spodu ma jądro, u góry jamę, gdzie zbiera się wydzielina śluzowa wyciekająca na zewnątrz przez otwór. Większość jednak gruczołów przedstawia utwory wielokomórkowe, mające postać prostych lub rozgałęzionych woreczków albo cewek, których światło ograniczone jest przez komórki wydzielające, n. p. gruczoły potowe, ślinowe i t. d. Wydzielina wytwarzana w takim gruczole wypływa z niego przez przewód gruczołowy.

II. Tkanki łączne. Z nich są utworzone różne twarde części wewnątrz ciała, a więc kości, chrząstki, ścięgna, stanowiące jakby



Ryc. 4. Tkanka nabłonkowa pod mikroskopem; w górnym szeregu widać nabłonek jednowarstwowy wałeczkowy, wałeczkowy orzęsiony oraz wielowarstwowy; w środkowym szeregu: płaski jednowarstwowy, wałeczkowy, którego komórki opatrzone są wiciami, oraz dwuwarstwowy; w dolnym szeregu: płaski wielokątny z góry widziany, wałeczkowy kołnierzykowy, wielowarstwowy orzęsiony.

zrąb dla części miękkich. One łączą z sobą inne tkanki bardziej miękkie i delikatne, stąd ich nazwa. Różnią się od nabłonków głównie przez to, że tutaj komórki nie przylegają do siebie, albowiem pomiędzy nimi znajduje się substancja międzykomórkowa, która je odgranicza i najczęściej zawiera różne włókniste utwory. Najbardziej rozpowszechniona w ciele jest tkanka łączna włóknista, która wchodzi w skład wszystkich bez wyjątku narządów. W skórze tworzy ona grubą i mocną warstwę pod naskórkiem, zwaną skórą



A

B

Ryc. 5. Tkanki łączne. A — włóknista, wiotka, w której widać komórki, a między nimi istotę międzykomórkową, w której przebiegają pęczki włókien klejorodnych oraz pojedyncze włókna sprężyste; B — galaretowata, w której komórki opatrzone włóknistymi wyrostkami pogrążone są w galaretowatej istocie międzykomórkowej. (Pod mikroskopem).

włókna pojedyncze, natury sprężystej. W skórze właściwej te pęczki włókien są silnie splecione z sobą, co nadaje odnośnej tkance jej twardość i tęgość; w wielu miejscach ciała włókna te są z sobą słabo splecione i w niewielkiej występują ilości, przez co tkanka włóknista nie jest wtedy spoistą, lecz wiotką i łatwo się rwie. Gdy komórki wiotkiej tkanki łącznej zawierają wiele kulek tłuszczowych, mamy tkankę łączną tłuszczową; z niej n. p. składa

się sadło podskórne.



A

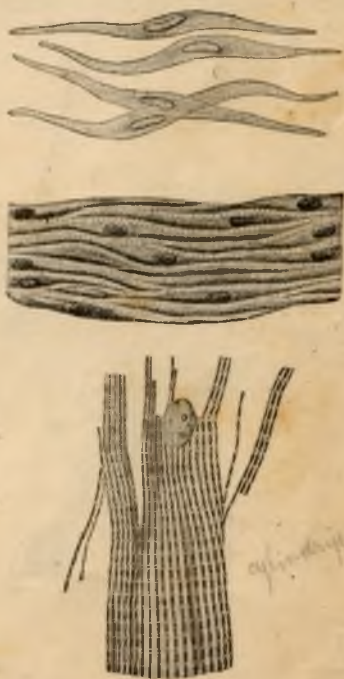
B

Ryc. 6. A — Tkanka kostna pod mikroskopem; większe plamy czarne są to w przecięciu poprzecznym kanaliki Haversa. B — Tkanka chrząstna pod mikroskopem; w istocie międzykomórkowej widać pojedynczo lub grupkami leżące komórki.

Szczególną modyfikację tkanki łącznej włóknistej stanowi tkanka kostna, która odznacza się tem, że w jej istocie międzykomórkowej zawarte są sole wapienne, fosforan i węglan wapnia, nadające twardość tej tkance. Wśród tej twardej, sole wapienne zawierającej substancji znajduje-

my często liczne, równoległe biegnące, połączone z sobą kanalik (t. zw. Haversa), w których krążą soki odżywcze. Włóknista twarda istota międzykomórkowa tworzy dokoła tych kanalików systemy współśrodkowo obejmujących się blaszek. W tkance łącznej chrząstnej, wchodzącej w skład chrząstek ciała, komórki są zwykle zaokrąglone; substancja międzykomórkowa jest podatniejsza i bardziej miękka, aniżeli w kostnej, często też zawiera włókna klejorodne lub sprężyste.

III. Tkanki mięsne (inaczej mięśniowe). Wchodzą one w skład mięśni czyli mięśniów ciała. Komórki ich są wydłużone, włókniste, a protoplazma odznacza się wielką kurczliwością, t. j. zdolnością do skracania się i wydłużania. Odróżniamy dwa rodzaje tkanek mięsnych: gładką i poprzecznie prążkowaną. Gładka wchodzi w skład ścianek różnych trzewi oraz naczyń krwionośnych, a włókna jej kurczą się bez udziału woli człowieka lub zwierzęcia. Tkanka mięsna poprzecznie prążkowana wchodzi w skład mięśni szkieletu, które podlegają działaniu woli i kurczą się pod jej wpływem; prócz tego wchodzi ona także w skład ściany serca. Włókna tkanki mięsnej gładkiej są wydłużone, pośrodku grubsze, na końcach zaostrome, a więc postaci wrzecionowatej, o jądrach preciekowato wydłużonych. Włókna te leżą obok siebie tak, że pomiędzy zwężone końce jednych przenikają rozszerzone części środkowe drugich i w ten sposób tworzą one całe błony mięśniowe, wchodzące, jak powiedziano wyżej, w skład ścian żołądka, jelit i innych trzewi oraz naczyń krwionośnych. Poprzecznie prążkowana tkanka mięsna jest złożona z włókien bez porównania dłuższych, mniej więcej jednakowej wszędzie średnicy, przyczem plazma tych włókien wykazuje poprzeczne prążki na przemian gęściejsze i rzadsze, a przeto ciemniejsze i jaśniejsze z powodu różnej łamliwości światła. Samo włókno mięsne składa się z wielu niezmiernie delikatnych włókienek (*fibrillae*), które biegną podłużnie obok siebie. Włókno otoczone jest z zewnątrz cie-

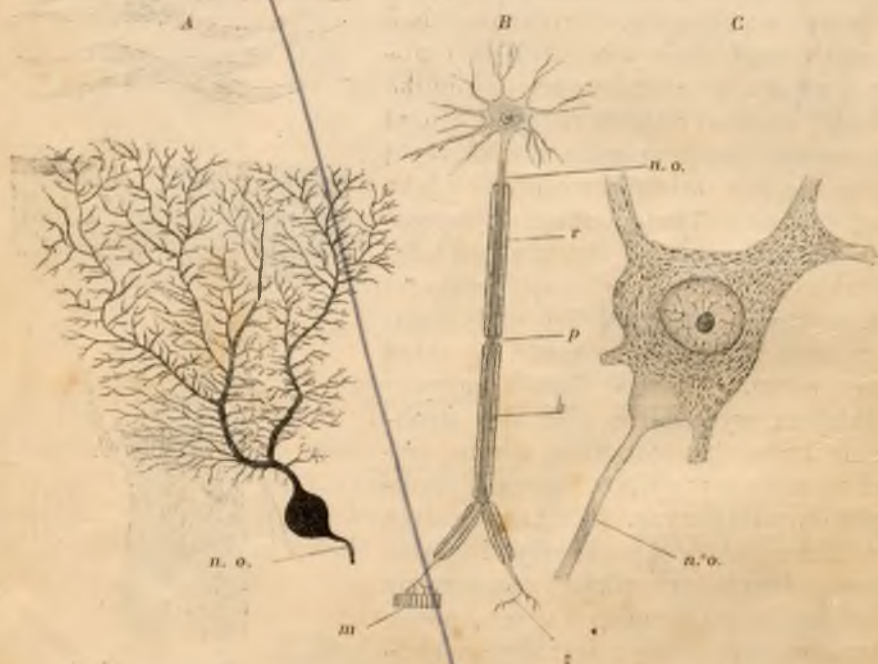


Ryc. 7. Tkanka mięsna (pod mikroskopem): u góry pojedyncze włókna mięsne gładkie, pośrodku włókna mięsne gładkie połączone z sobą w tkankę; u dołu włókno mięsne poprzecznie prążkowane, rozszczepiające się u góry na włókienka (*fibrillae*).

niutką jednorodną błonką, zwaną owłóknia mięsną (*sacrolemma*), pod którą znajdują się liczne jądra komórkowe.

Z połączenia wielu włókien, spojonych z sobą zapomocą włóknistej tkanki łącznej, tworzą się mięśnie; im mięsień jest grubszy, tem więcej zawiera włókien mięsnych i tem jest silniejszy, albowiem skurcz mięśnia uwarunkowany jest przez skurcz wszystkich pojedynczych włókien, w skład jego wchodzących. Przez ćwiczenia fizyczne mięśnie grubieją, t. j. rozrastają się, ilość włókien mięsnych w nich się powiększa.

IV. Tkanka nerwowa składa się z komórek nerwowych oraz wybiegających z nich wyrostków, zwanych nitkami osiowymi.



Ryc. 8. Składniki tkanki nerwowej (pod mikroskopem). A — komórka nerwowa z mózdku ssaków, zwana komórką Parkiniego, u spodu wybiega z niej nitka osiowa (włókno nerwowe), u góry drzewiaste rozgałęzienia (dendryty); B — schemat komórki nerwowej wraz z wybiegającą z niej nitką osiową (włóknem nerwowym) *n. o.*, *r* — rdzeniową osłonką włókna, *b* — zewnętrzną osłonką, *z* — drzewkowate zakończenie nitki osiowej w narządzie zmysłowym, *m* — w mięśniu; C — komórka nerwowa wielobiegunkowa, *n. o.* — nitka osiowa z niej wybiegająca.

wemi albo włóknami nerwowymi. Komórki nerwowe wraz z ich nitkami osiowymi noszą nazwę neuronów. Z komórki nerwowej wybiegają zwykle dwie nitki osiowe, niekiedy zaś jedna. Nadto protoplazma komórki tworzy często wypustki rozgałęzione na kształt drzewka. Ośrodki nerwowe, t. j. mózg, rdzeń pacierzowy oraz tak zw. zwoje nerwowe (*ganglia*) czyli szczególne zgrubienia

nerwowe zawarte n. p. pośród trzewi, są złożone z komórek i włókien nerwowych, natomiast sznurki białawe wybiegające z ośrodków ku obwodowi, t. j. nerwy, składają się tylko z pęczków włókien nerwowych, które biorą początek od odpowiednich komórek ośrodkowych.

Komórki nerwowe bywają kuliste, owalne, piramidalne, rozgałęzione. Włókno nerwowe jest albo nagie, złożone z samej tylko nitki osiowej, albo też otoczone delikatną jednorodną błoną, zwaną owłóknia nerwową (*neurilemma*) czyli błoną Schwanna, z leżącymi pod nią jądrami. Wreszcie włókno nerwowe może być otoczone nie tylko owłóknia, lecz jeszcze osłonką rdzeniową, która jest złożona z substancji jakby tłustawej, znajduje się pod owłóknia nerwową i jest zwykle w licznych miejscach przzerwana (n. p. w p. ryc. 8., B).

nerwy
tkan

BUDOWA I CZYNNOŚCI CIAŁA LUDZKIEGO.

A/ Postać ogólna ciała.

Ciało ludzkie, podobnie jak wszystkich kręgowców, ma budowę dwuboczną umiartowaną, t. zn. że można je podzielić jedną płaszczyzną na dwie równe i symetryczne części, zachowujące się względem siebie mniej więcej tak, jak przedmiot i jego obraz w zwierciadle. Części nieparzyste, jak nos, usta, mostek, przypadają na ową główną płaszczyznę ciała, części zaś symetryczne, jak oczy, uszy, ręce, nogi, znajdują się po prawej i lewej stronie tej płaszczyzny w jednakowej od niej odległości. Pewne narządy ciała nie są wprawdzie symetrycznie położone, n. p. serce przechylone jest więcej na lewo, wątroba mieści się po stronie prawej, śledziona znów po lewej, ale ogólnie biorąc, symetryczna budowa większości narządów sprawia, że obydwie połowy ciała mają tę samą wagę, co jest niezmiernie ważnym warunkiem utrzymania równowagi ciała podczas ruchów. Przecież i każda ruchoma maszyna, n. p. lokomobila, każdy wóz, bcykl ma budowę dwuboczną symetryczną, gdyż inaczej przechylałby się na jeden bok i łatwo by się mógł wywrócić.

W ciele ludzkim odróżniamy następujące części główne: głowę ruchomą na szyi osadzoną, dalej tułów oraz kończyny górne i dolne. W skład każdej z tych części ciała wchodzi rozmaite narządy, t. j. części spełniające określone czynności. Pewna zaś ilość narządów spełniających czynności ściśle z sobą związane nosi nazwę układu narządów. Odróżniamy tedy układ kostny i mięśniowy, układ trawienia, oddychania, wydzielania i rozmnażania, układ krążenia, wreszcie układ nerwowy i narządów zmysłowych.

B) Układ kostny czyli szkielet.

W skład szkieletu wchodzi liczne kości i chrząstki. Znaczenie ich jest następujące: Po pierwsze stanowią one niejako podporę czyli zrąb twardy dla miękkich części ciała; ustrój podobnie złożony jak ludzki, a nieposiadający takiej podpory, nie mógłby wcale istnieć, miękkie jego ciało zapadałoby się przy wszelkich ruchach. Powtórę ochraniają one ważniejsze narządy pod niemi leżące, n. p. tak ważny i delikatny, wrażliwy na wszelkie uszkodzenia narząd, jak mózg, osłonięty jest ze wszystkich stron przez twardą czaszkę; serce i płuca są otoczone przez żebra, mostek i kręgosłup. Wreszcie kości są biernymi narządami ruchu, albowiem są miejscem przyczepu mięśni, które kurcząc się, wprawiają w ruch różne części szkieletu i odpowiednie członki ciała.

Chrząstki są miękkie, pozbawione części mineralnych, kości natomiast są twarde, zawierają bowiem, jak powiedziano wyżej, oprócz części miękkich, organicznych, twarde sole mineralne, głównie węglan i fosforan wapnia. Jeżeli kość poddamy działaniu jakiegoś kwasu rozpuszczającego części wapienne, n. p. słabego kwasu solnego, to wszystkie mineralne składniki jej rozpuszczą się, a części organiczne zachowają się tak, że wyjęta z kwasu kość zatrzyma pierwotny swój kształt, lecz będzie tak miękka, jak chrząstka i da się krajać nożem. Naodwrot gdy będziemy trzymali kość w ogniu, części organiczne spalą się, a pozostaną same części mineralne; taka przepalona kość będzie bardzo krucha i łamliwa. Większa część szkieletu składa się u zarodka z chrząstek, które tylko stopniowo twardnieją i przekształcają się w kości. U dzieci bardzo źle odżywianych i chorowitych często się zdarza, że części wapienne niedostatecznie się rozwijają w szkiele-

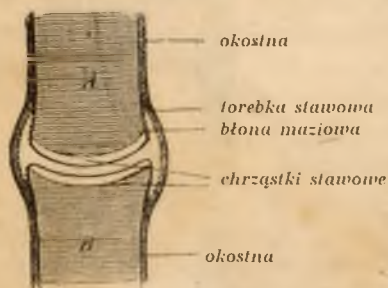


Ryc. 9. Szkielet ludzki.

cie; ten ostatni jest więc miękki, wiotki, a dzieci takie chodzą bardzo niezręcznie, kości ich nóg wyginają się łukowato, co stanowi jeden z objawów t. zw. angielskiej choroby albo krzywicy. Kości osób starszych zawierają stosunkowo mniej części organicznych, a więcej wapiennych, niż kości u młodych, przeto są one bardziej kruche i łamliwe; u starszych zdarzają się więc częstsze złamania kości, przyczem zrost odbywa się tutaj bez porównania trudniej niż u osób młodszych.

Kości są pokryte miękką błoną zw. okostną (*periostium*), kośćtem której kość grubieje podczas wzrostu ustroju; nadto okostna zawiera liczne naczynka krwionośne, przenikające z niej do wnętrza kości i dostarczające tej ostatniej części pożywnych. Kości bywają różnych kształtów; są krótkie (n. p. kręgi), długie (n. p. w kończynach), płaskie (w czaszce). Kość składa się z części zewnętrznej, twardej, spoistej (*substantia compacta*) i wewnętrznej, zawierającej liczne szczeliny, gąbczastej (*substantia spongiosa*), złożonej z beleczek, które przebiegają w rozmaitych kierunkach i są ze sobą połączone. W kościach długich szczeliny części gąbczastej przechodzą w ogólną wewnętrzną jamę szpikową, zawierającą różowawy, obfitujący w tłuszcz szpik kostny. Obecność jamy wewnętrznej w długich kościach ma doniosłe znaczenie życiowe, kość bowiem jest przez to lżejsza, jednocześnie bardziej sprężysta i trudniej ulega złamaniu: wszak wiemy, że łatwiej jest złamać spoisty pręt metalowy, aniżeli takżę dętą rurę, bo ta jest bardziej giętka. Nadto układ wspomnianych wyżej beleczek substancji gąbczastej zasługuje na szczególną uwagę: beleczki te przebiegają w określonym kierunku i krzyżują się pod pewnymi

kątami, a układem tym przypominają określony układ belek i wiązań w mostach wiszących. Przekonano się, że jak w tych ostatnich układ i kierunek wiązań jest taki, że przy najmniejszej wadze mostu osiąga się największą jego wytrzymałość, tak też i w kościach beleczki owe przebiegają odpowiednio do kierunku sił na kość działających tak, że przy najmniejszej ilości materiału kość jest możliwie najwytrzymalszą.



Ryc. 10. Schemat stawu.

Kości łączą się z sobą albo nieruchomo, albo w sposób ruchomy zapomocą t. zw. stawów (*articulatio*). Połączenie nieruchome, istniejące n. p. pomiędzy kośćmi czaszki, polega najczęściej na tem, że brzegi połączonych kości posiadają liczne zazębienia, które wchodzą jedno pomiędzy drugie; jest to t. zw. szew prawdziwy. Niekiedy obydwie brzegi łączących się kości są gładkie (szew rzekomy); cza-

sami znajduje się pomiędzy niemi spajająca je istota kostna lub chrząstna, albo też brzeg jednej kości łuskowato zachodzi na drugą (szew łuskowaty). Przy ruchomem czyli swobodnem połączeniu kości powstaje, jak powiedziano, t. zw. staw, który bywa rozmaicie urządzony zależnie od czynności, jaką dana kość ma spełniać podczas ruchów ciała. Powierzchnie zwróconych ku sobie kości stawu są powleczone miękką gładką chrząstką i są dokładnie przystosowane do siebie tak, że gdy n. p. jedna stanowi część powierzchni kuli, druga jest odpowiednio do tego zagłębiona (staw główkowy), albo gdy jedna stanowi część powierzchni walca, druga jest wgłębiona na kształt rowu (staw blokowy). Zależnie od kształtu tych zestawionych ze sobą powierzchni ruch kości w stawie bywa rozmaity. W stawie główkowym ruch jednej kości względem drugiej odbywa się w różnych kierunkach, n. p. przy swobodnem poruszaniu wyciągniętej ręki, której kość ramieniowa jest główkowato zestawiona z łopatką i obojczykiem w stawie barkowym. W stawie blokowym ruch kości może się odbywać tylko w jednej płaszczyźnie, co widzimy n. p. w stawie łokciowym lub kolanowym u człowieka. Bywają jeszcze różne inne sposoby wzajemnego zestawienia kości.

Ruchomo zestawione kości łączą się z sobą zapomocą szczególnych włóknistych taśm, zwanych więzadłami (*ligamenta*). Otóż po większej części jedno z takich więzadeł tworzy w stawie torebkę obejmującą brzegi powierzchni obu zestawionych kości, a na wewnętrznej powierzchni tej torebki znajduje się błona maziowa, wydzielająca szczególną śluzową ciecz czyli maż (*synovia*). Maż ta zwilża zawsze powierzchnie stawowe kości, podobnie jak oliwa, którą smarujemy części maszyny; w ten sposób znacznie zmniejsza się wzajemne tarcie kości podczas ruchów; zmniejsza się ono także dzięki obecności wspomnianych wyżej gładkich powłok chrząstkowych na powierzchniach stawowych.



Ryc. 11. Kręgosłup, z boku.

Kręgosłup (*columna vertebralis*) i żebra (*costae*). Ośią niejako szkieletu jest kręgosłup, złożony z 33 kości pierścieniowatych, zwanych kręgami (*vertebrae*), ułożonych jeden pod drugim i połączonych z sobą zapomocą więzadeł. Na tej głównej osi kostnej osadzona jest u góry głowa; z ośią tą związane są także żebra i kości kończynowe.

Każdy kręg składa się z części zgrubiałej przedniej, zwanej trzonem (*corpus vertebrae*) i łukowatej części tylnej (*arcus ver-*



Ryc. 12. Dwa kręgi piersiowe, z boku. *a* — trzony, *c* — łuki, *b* — wzrostki ościste, *u* — powierzchnie stawowe dla główek żebrowych, *d* — wzrostki ukośne (stawowe), *γ* — wzrostki poprzeczne.

(*canalis vertebralis*), gdzie mieści się przedłużenie mózgu głowowego — rdzeń pacierzowy.

Kręgi są tak połączone więzadłami, że kręgosłup jest giętki i przeto z łatwością może się zginać.



Ryc. 13. Kręgi piersiowy ludzki z góry widziany. *ł.* — łuk, *p. s. g.* — powierzchnia stawowa górna, *p. s. ż.* — powierzchnia stawowa dolna, *w. p.* — wzrostek poprzeczny, *w. o.* — wzrostek ościsty, *t.* — trzon.



Ryc. 14. Kręgi piersiowy ludzki z boku widziany.

Odróżniamy następujące okolice kręgosłupa: 1) Szyjową, w skład której wchodzi 7 kręgów, a zasługuje przytem na uwagę, że wyjąwszy kilka gatunków leniwców, wszystkie ssaki, podobnie jak człowiek, posiadają po siedm kręgów, a więc i żyrafa lub wielbłąd, o długiej bardzo szyi, oraz świnka lub hyena, o krępej szyi, mają ich po siedm; jedynie tylko długość tych kręgów u różnych ssaków bywa bardzo rozmaita. 2) Piersiową, złożoną z dwunastu kręgów, do

tebrae), zakończonej wyrostkiem ościstym (*processus spinosus*); nadto z boków wybiega para wyrostków poprzecznych (*processus transversi*), z którymi w okolicy piersiowej ciała zestawiają się żebra, wreszcie u góry i dołu kręga znajduje się para małych wyrostków ukośnych czyli stawowych górnych i dolnych (*processus articulares superiores et inferiores*), które służą do wzajemnego zestawienia sąsiednich kręgów.

Pomiędzy trzonem a łukiem znajduje się obszerny otwór, a ponieważ kręgi są tak ułożone, że trzon spoczywa na trzonie, a łuk przypada nad łukiem, przeto w kręgosłupie powstaje długi przewód czyli kanał

których przytwierdzone są żebra. 3) Lędźwiową, w skład której wchodzi pięć kręgów. 4) Krzyżową, złożoną z pięciu nieruchomo w jedną całość zrosniętych z sobą kręgów, t. zw. krzyż (*os sacrum*), który nadto połączony jest nieruchomo z kośćmi biodrowymi miednicy. 5) Ogonową, u człowieka złożoną z czterech drobnych, szczytkowych, zlanych z sobą kręgów, u większości zaś zwierząt kręgowych złożoną ze znacznej liczby swobodnie zestawionych z sobą kręgów, tworzących kostną oś ogona.

Na szczególną uwagę zasługują dwa pierwsze kręgi szyjowe, a mianowicie: pierwszy zowie się dźwigaczem (*atlas*), gdyż podtrzymuje czaszkę; jest to obrączka kostna opatrzona u góry dwoma stawowemi zagłębieniami, w które wchodzi dwa wydatne kłykcie (*condyli*) kości potylicznej czaszki; gdy poruszamy głowę do góry i na dół, kłykcie owe ślizgają się w tych zagłębieniach stawowych. Drugi krąg szyjowy zowie się zwrotnym (*epistropheus*) i opatrzony jest u góry silnym zębatym wyrostkiem, przenikającym do dźwigacza; gdy kręcimy głowę na prawo lub lewo, czaszka porusza się wraz z dźwigaczem w płaszczyźnie poziomej dokoła zębatego wyrostka na kręgu zwrotnym.

W okolicy piersiowej znajdują się w związku z kręgosłupem żebra, kości wąskie i cienkie, zgięte naksztalt pół-obręczy. U człowieka jest dwanaście par żeber. Każde z nich składa się z części tylnej kostnej i przedniej chrząstnej. Zaczynają się w tyle od kręgosłupa, zestawione tu z trzonami kręgów i z wyrostkami poprzecznymi tychże. Górnych siedm par żeber przytwierdza się swemi chrząstkami na przodzie do podłużnej płaskiej kości, zwanej mostkiem (*sternum*); noszą one nazwę żeber prawdziwych (*costae verae*). Pięć zaś dolnych par nie dochodzi do mostka; zwą się one żebrami rzekomymi (*costae spuriae*). Trzy pierwsze pary żeber rzekomych na przodzie są w związku z ostatnią parą prawdziwych żeber lub łączą się pomiędzy sobą, a dwie ostatnie bardzo krótkie kończą się swobodnie. Dzięki ta-



Ryc. 15. Pierwszy krąg szyjowy czyli dźwigacz, z góry widziany.



Ryc. 16. Drugi krąg szyjowy, czyli zwrotny człowieka, z góry widziany.

kiemu urządzeniu oraz wskutek bardzo ruchomego zestawienia żeber z kręgosłupem żebra mogą się wszystkie jednocześnie wraz z mostkiem podnosić lub opuszczać, przez co klatka piersiowa, ograniczona żebrami, mostkiem i piersiową częścią kręgosłupa, powiększa lub zmniejsza swą objętość, co z kolei jest niezmiernie ważne przy oddychaniu. Każdy może zauważyć, że gdy wciąga powietrze do płuc, żebra wraz z mostkiem podnoszą się, a objętość klatki piersiowej wzrasta, gdy zaś wydycha powietrze, kości owe opadają, a objętość klatki maleje.



Ryc. 17. Przecięcie przez staw barkowy.

Kości kończyn. Rozpatrzmy naprzód kości kończyn przednich czyli rąk. W skład szkieletu każdej z nich wchodzi: pas barkowy ukryty w tułowiu, oraz kości wystającej z niego części kończyny. Pas barkowy składa się z kości płaskiej, trójkątnej, leżącej na stronie grzbietowej klatki piersiowej, t. zw. łopatki (*scapula*), która

jest połączona z klatką tylko zapomocą mięśni i dlatego jest bardzo ruchoma, oraz z kostką wąskiej, wygiętej nakształt litery S, leżącej na przodzie pomiędzy łopatką a mostkiem, zwanej obojczykiem (*clavicula*). Na łopatce w górnym zewnętrznym jej kącie znajduje się powierzchnia stawowa dla głowy kości ramieniowej; prócz tego z przodu blisko tego kąta łopatka posiada wyrostek zwany z powodu jego kształtu kruczo-dziobym lub wprost kruczym (*processus coracoideus*)¹⁾. Wspomniana powierzchnia stawowa, wyrostek kruczy oraz zewnętrzny koniec obojczyka ograniczają zagłębienie, gdzie z temi kośćmi zestawiona jest głowa kości ramieniowej; jest to staw barkowy. Obojczyki, które biorą udział w utworzeniu tego stawu, służą do wzmocnienia go i dlatego znajdują się u tych wszystkich ssaków, które używają kończyn przednich do różnych złożonych czynności, t. j. nie tylko do chodzenia, ale do chwytania (małpa),



Ryc. 18. Prawa łopatka od tyłu.



Ryc. 19. Lewy obojczyk od strony dolnej.

lotu (nietoperz), kopania (kret) i t. p. Natomiast u tych, których kończyny służą wyłącznie do chodu lub biegu, brak obojczyków, n. p. u konia.

Kość ramieniowa (*humerus*) jest długa, u góry opatrzona

¹⁾ Nadto na tylnej powierzchni łopatki biegnie ukośny grzebień (*spina*), kończący się wierzchołkiem (*acromion*) u stawu barkowego.

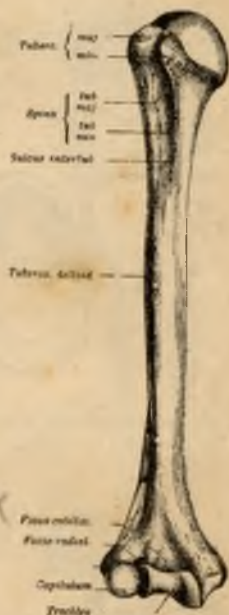
głową, u dołu dwiema powierzchniami stawowymi dla połączenia z kością szprychową czyli promieniem (*radius*) oraz łokciową (*ulna*) w t. zw. stawie łokciowym. Szprycha i łokieć są to również kości długie; umieściwszy ręce tak, jak gdybyśmy chcieli stanąć na czworakach, będziemy mieli łokieć od strony zewnętrznej, a szprychę od wewnętrznej. Część kończyny, gdzie znajdują się te dwie kości, nosi nazwę podramienia (*antibrachium*), w przeciwstawieniu do części górnej czyli ramienia (*brachium*), gdzie mieści się kość ramieniowa. Kość łokciowa opatrzona jest u góry silnym wyrostkiem, który przy prostowaniu kończyny wchodzi w zagłębienie na tylnej stronie dolnego końca kości ramieniowej

i nie pozwala wygiąć się kończynie jeszcze dalej w stawie łokciowym. Z dolnym końcem szprychy zestawiony jest napięstek, a że koniec ten może zataczać półkoło dokoła dolnego końca łokcia, przeto cały napięstek wraz z dłonią i palcami może się wykręcać oraz zwracać ku przodowi górną lub dolną stroną przy spuszczonej na dół kończynie.

Napięstek (*carpus*) składa się z ośmiu drobnych kostek ułożonych w dwa szeregi; są one bardzo silnie i nieruchomo z sobą połączone. Za nimi idzie pięć długich kostek dłoni czyli śródręcza (*metacarpus*), a wreszcie kostki palców (*digiti*), z których pierwszy (kciuk) składa



Ryc. 21. Kości podramienia, z przodu.



Ryc. 20. Prawa kość ramieniowa, z przodu.

się z dwóch kostek, cztery zaś pozostałe mają po trzy kostki ruchomo z sobą zestawione. Ponieważ kostka dłoniowa odpowiadająca kciukowi jest swobodnie zestawiona z napięstką i może wykonywać dość wolne ruchy, przeto kciuk daje się przeciwstawić wszystkim innym palcom. Dzięki temu ręka nasza jest narządem chwytym,



Ryc. 22. Szkielet napięstka, dłoni i palców ręki, od strony grzbietowej.



Ryc. 23. Kości miednicy z boku, z zewnątrz widziane.



Ryc. 24. Prawa kość udowa, z przodu.

t. zn. że zapomocą kciuka i pozostałych palców możemy chwycić wszelakie przedmioty. Te właściwości ręki naszej, a mianowicie, że jest chwytną, że dłoń cała może się obracać i że umiemy bardzo znacznie zginać rękę w stawie łokciowym, uczyniły z niej istic cudowne narzędzie, które umożliwiło rozwój licznych sztuk pięknych: rzeźby, malarstwa, muzyki na instrumentach strunowych i t. p., do których złożone ruchy ręki są tak nieodzownie potrzebne.

Co do kości kończyn tylnych czyli nóg, to zestawiają się one z miednicą, a ponieważ dźwigają ciało, przeto miednica musi być silnie umocowana. Tak też jest w istocie. Miednica jest mocno połączona z kręgosłupem, a mianowicie jej kości biodrowe zrastają się z krzyżową częścią kręgosłupa. Miednica składa się z trzech par kości: biodrowych w tyle (*ossa ilei*), łonowych na przodzie (*ossa pubis*) i kulszowych czyli siedzeniowych od spodu (*ossa ischii*). Te trzy pary kości wraz z kością krzyżową i ogonową tworzą jedną całość, jakby szeroki pierścień. Z boku miednicy, w miejscu gdzie schodzą się trzy kości (łonowa, biodrowa i kulszowa), znajduje się zagłębienie stawowe, t. zw. panewka, w którą wchodzi głowa jedynej kości uda czyli kości udowej (*femur*). Jest to kość bardzo długa i mocna. Staw udowy jest główkowaty, lecz ruchy kości są tu daleko bardziej ograniczone, niż w stawie barkowym. Poniżej uda jest t. zw. podudzie, w skład którego wchodzi dwie długie kości; przednia bardziej ku wnętrzu, grubsza, zwana golenią (*tibia*) i tylna więcej zewnętrzną, cieńsza, zwana piszczelą albo strzałką (*fibula*). Dolne wystające końce goleni i piszczeli tworzą t. zw. kostki wewnętrzne i zewnętrzne. Pomiędzy udem

i podudziem mamy zestawienie blokowe kości w stawie kolanowym takie, że kości podudzia mogą poruszać się względem uda tylko głównie w jednej płaszczyźnie (zginanie i rozginanie nogi w kolanie). Ponieważ kość goleniowa, zestawiona z udem, nie posiada wyrostka, któryby przeszkadzał wyprostowanej nodze przeginać się dalej jeszcze w tył (porównaj to ze stawem łokciowym), to rolę przeszkody takiej odgrywa silna kostka umieszczona z przodu stawu kolanowego, zw. rzepką (*patella*), ruchomo zestawiona z dolnym końcem kości udowej. Poniżej podudzia mamy stopę, złożoną z siedmiu kości nastopka czyli stępu (*tarsus*), z których dwie największe noszą nazwę skokowej, zestawionej z kośćmi podudzia, i piętowej, wysuniętej ku tyłowi, oraz z pięciu kości śródstopia (*metatarsus*); wreszcie idą kości palców, podobnie jak w ręce.

Podczas stania noga dotyka ziemi tylko za pośrednictwem kości piętowej i przednich końców śródstopia; inne środkowe części stopy nie dotykają ziemi i tworzą poniekąd

łuk, wypukłą stroną do góry zwrócony. Na tych silnych łukach, jak most na arkadach, opiera się ciało ludzkie, przyczem na obu końcach łuków, jako też pod ostatnimi członami palców znajdują się zgrubiałe, sprężyste części miękkie, ułatwiające skakanie i bieganie.

Kości głowy. W skład szkieletu głowy wchodzi kości czaszki i twarzy.

Kości czaszki są bardzo silnie z sobą połączone, tworząc jakby skrzynkę kostną nader twardą, ochraniającą mózg głowowy. W czaszce mamy na przodzie kość czołową (*os frontale*), połączoną z leżącymi za nią kośćmi ciemieniowymi (*ossa parietalia*) zapomocą szwu wieńcowego, tak zwanego dlatego, iż w tem miejscu nakładano bohaterom starożytnym wieńce na głowę. Kości ciemieniowe łączą się z sobą zapomocą podłużnego szwu strzałkowego, w tyle zaś z kością potyliczną zapomocą



Ryc. 25. Kości podudzia, z przodu.



Ryc. 26. Kości nastopka, stopy i palców nogi, z góry.

szwu lambdoidnego (podobnego do greckiej litery Λ). Z boków czaszki mamy kości skroniowe (*ossa temporalia*), połączone z ciemieniowcami zapomocą szwu łuskowego. Każda kość skroniowa opatrzona jest z boku zewnętrznym otworem słuchowym, a od dołu zagłębieniem rowkowatym, gdzie zestawiona jest z szczęką dolną czyli żuchwą. Część kości skroniowej przenikająca do jamy czaszki stanowi część dna tej ostatniej i nosi nazwę skalistej (*pars petrosa*), z powodu znacznej twardości; w niej jest ukryte ucho wewnętrzne.



Ryc. 27. Czaszka ludzka, z przodu widziana.

Wspomniana kość potyliczna (*os occipitale*) nieparzysta posiada w tyle parę guzowatych kłykci, które, jak wiemy, są zestawione z dwiema odpowiedniami powierzchniami stawowymi pierwszego kręgu szyjowego czyli dźwigacza. Prócz tego kość potyliczna posiada w tyle wielki otwór, przez który jama czaszki łączy się z jamą kanału kręgowego. Dno czaszki utworzone jest na środku przez bardzo złożoną kość klinową (*os sphenoides*), opatrzoną trzema parami wyrostków skrzydlatych.

Z przodu jej znajduje się kość sitowa (*os ethmoides*), tak nazwana dlatego, że jej przednia pozioma część blaszkowata na dnie czaszki jest przebita jak sito mnóstwem drobnych otworów, przez które

gałązki nerwów węchowych, wychodzących z mózgu, przenikają do jam nosowych. W związku z poziomą płytką kości sitowej znajduje się parzysty błędnik (labirynt), złożony z delikatnych, blaszkowatych kostek, zwiniętych muszelkowato i zawartych w górnej części jamy nosowej.

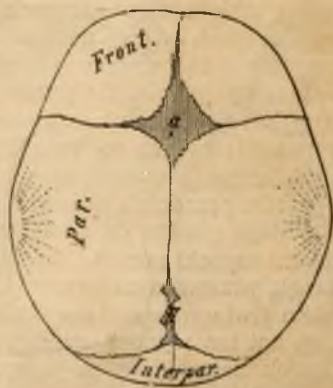
U człowieka dorosłego kości tworzące sklepienie czaszki są z sobą silnie zrośnięte zapomocą szwów. U noworodka zaś i niemowląt są one w pewnych miejscach oddzielone od siebie miękkimi błonami (ciemniaczka), dzięki czemu zawarty w czaszce mózg może się swobodnie rozrastać. Gdy narząd ten z wiekiem osiąga należyte roz-

miary, kości czaszki w zupełności kostnieją i mocno się z sobą zrastają. Z powyższego wynika, że u dzieci uderzenia i ucisk na głowę są bez porównania niebezpieczniejsze, aniżeli u dorosłych (ryc. 29.).



Ryc. 28. Czaszka ludzka, widziana z boku.

Szkielet twarzy składa się z pary kości górnoszczękowych (*maxillae superiores*), które pośrodku zrastają się z sobą i na przodzie posiadają szereg zagłębień czyli zębodółów (*alveolae*), gdzie osadzone są zęby górne; w każdej szczęce jest ośm zagłębień. Prócz tego każda kość górnoszczękowa posiada poziomy blaszkowaty wyrostek; wyrostki te, zrastając się z sobą na linii środkowej, ograniczają z góry jamę ust, jako część podniebienia twardego. Para kości licowych czyli jarzmowych (*ossa zygomatica*) tworzy wystające części twarzy i ogranicza od spodu oczodoły (*orbitae*) czyli zagłębienia, w których mieszczą się oczy. Para kości podniebieniowych (*ossa palatina*) stanowi najbardziej tylną część podniebienia twar-



Ryc. 29. Czaszka oworodka, z góry.
a — ciemiączko.

dęgo, odgraniczającego jamę ust od jamy nosa. W skład szkieletu nosa wchodzi para kości nosowych (*ossa nasalia*), oraz trzy pary muszli nosowych (*conchae nasales*), które są blaszkowate, zwinięte i mieszczą się z każdej strony w jamie nosa. Górna para muszli nosowych należy właściwie do błędnika kości sitowej, środkowa, należąca również do kości sitowej, przytwierdza się do wewnętrznej powierzchni odpowiedniej kości nosowej, dolna zaś do odpowiedniej szczęki górnej (ryc. 30.).



Ryc. 30. Przecięcie czołowe (poprzeczne) przez jamę nosa; widać przegrodę nosową oraz muszle nosowe.

Z innych kości twarzowych ważne są jeszcze: para kości łzowych (*ossa lacrimalia*), które mieszczą się na przodzie wewnętrznej ściany oczodołów; nieparzysta kość zw. lemiuszem (*vomer*), która jako ścianka pionowa dzieli jamę nosa na połowę prawą oraz lewą i uzupełniona jest od przodu przez chrząstkową przegrodę nosową; wreszcie nieparzysta kość szczęki dolnej czyli żuchwy (*mandibula*), która posiada 16 zębodołów dla zębów dolnych i jest jedyną kością, która ruchomo zestawia się z czaszką.

Nasada języka przytwierdza się do kostki gnykowej (*hyoidaeum*), głęboko ukrytej w górnej części szyi pomiędzy mięśniami w bezpośrednim sąsiedztwie krtani.

Co się tyczy głowy, jako całości, to u różnych ras ludzkich znajdujemy pewne różnice w rozwoju i wielkości niektórych składowych jej części. Przede wszystkim u ras niższych pod względem intelektualnym części twarzowe są wydutniejsze, więcej naprzód wystają, czoło jest bardziej wtył cofnięte, podczas gdy u ras wyższych część twarzowa jest znacznie mniej wystająca, czoło wyższe i jama czaszki przeto obszerniejsza (silniejszy rozwój mózgu). Różnice te wykazuje dosadnie t. zwany kąt twarzowy, mający wielkie znaczenie w antropologii; tworzą go dwie linie idealne, z których jedna biegnie od najbardziej wystającego środkowego punktu czoła ku dołowi aż do punktu, położonego z przodu przednich siekaczy szczęki górnej. Druga zaś linia biegnie od tego ostatniego punktu do zewnętrznego otworu słuchowego, lub wzdłuż ponad zębodołami szczęki górnej. Im bardziej rozwój części twarzowych, zwłaszcza zaś szczęk, przeważa nad rozwojem czaszki właściwej, tem mniejszy jest kąt, pod jakim dwie wspomniane linie przecinają się na przodzie. U rasy kaukaskiej n. p. kąt ten wynosi przeciętnie około 85°, u murzynów 65°, u orangutanga, małpy czterokościennej, 58°. U jednych ras ludzkich długa oś czaszki (która łączy najbardziej wydutniejsze jej punkty: przedni z tylnym) znacznie przewyższa oś krótką czyli poprzeczną, aniżeli u innych ras i dlatego pierwsze zostały nazwane długogłowami, drugie zaś krótkogłowami. Wreszcie antropologia odróżnia także czaszki

prostożębne czyli ortognatyczne i skośnożębne albo prognatyczne; u tych ostatnich, właściwych rasom niższemu, n. p. murzynom, zęby są tak ukośnie osadzone, że górne i dolne schodzą się z sobą pod kątem.

C) Układ mięśniowy.

Kości same poruszać się nie mogą. Do poruszania ich służą mięśnie czyli muskuły, zwane w mowie potocznej mięsem. Mięso jadalne sprzedawane w jatkach, to mięśnie pocięte na części. Gdy zaś są one całe, nierozcięte, przedstawiają zwykle wielkie, wydłużone masy, pośrodku grubsze, na obu końcach cieńsze; ta zgrubiała, środkowa część mięśnia nosi nazwę brzusca. Zwężone końce mięśnia przechodzą w mocne, błyszczące i białawe, obłe lub wstęgowate części, zwane ścięgnami (*tendo*), które przymocowują się do kości, zrastając się z ich okostną. Mięsień najczęściej tedy posiada postać wrzecionowatą i na obu końcach przechodzi w ścięgna. O wiele rzadsze są mięśnie innego kształtu, n. p. pierścieniowate czyli okrężne albo blaszkowato spłaszczone.

Każdy mięsień otoczony jest błoną, która tu i ówdzie przenika do jego wnętrza, dzieląc jego włóknistą masę na pojedyncze pęki; te ostatnie z kolei składają się z cieńszych pęczków włóknistych, te znów z jeszcze cieńszych, aż wreszcie ostateczne najcieńsze, pod mikroskopem tylko widzialne włókniste części są to znane nam włókna mięsne. Tak więc, powtarzamy, mięsień składa się z ogromnej ilości włókien, skupionych w pęczki coraz to grubsze, a wszystkie razem są otoczone wspólną błoną i zrósnięte w jedną całość. Mając na talerzu mięso ugotowane, możemy je z łatwością rozszcześcić na oddzielne włókniste pęczki.

Najczęściej oba końce mięśnia szkieletu przyczepiają się do dwóch różnych kości. Jeden z tych punktów bywa nieruchomy lub mało ruchomy i nazywa się początkiem mięśnia; drugi bardziej ruchomy zowie się przyczepem. Gdy mięsień się kurczy, punkt przyczepu zbliża się do początku i w ten sposób kość zbliża się do drugiej, połączonej z tamtą ruchomym stawem. Tak n. p. jeżeli poziomo wyprostujemy rękę, zwróciwszy ją dłonią do góry, to na górnej stronie ramienia wyczuwamy drugą ręką silny mięsień, który się napręży, gdy zegnijemy rękę w stawie łokciowym. Otóż mięsień ten, zwany dwugłowym, albowiem rozdwaia się przy początku, zaczyna się u góry od łopatki i przyczepia do szprychy podramienia. Gdy on się kurczy, podramię zbliża się do ramienia i ręką zgina się w stawie łokciowym. Gdy zaś kurczą się mięśnie na przeciwnej stronie ramienia, zgięta ręką wyprostowuje się. Mięśnie powodujące ruchy wprost przeciwnie, jak n. p. zginanie i rozginanie odnoży, pochylanie

i podnoszenie głowy, odwodzenie i przywodzenie odnoży i t. p., noszą nazwę mięśni przeciwdziałających. Te zaś mięśnie, które wywołują ten sam ruch danej części ciała, n. p. wszystkie mięśnie powodujące przez skurcz swój wyprostowanie tułowia albo zbliżenie lub oddalenie nóg od głównej osi ciała, zwą się mięśniami wspóldziałającymi. Ze względu na rodzaj wywołanego ruchu, noszą one nazwę mięśni zginaczy i rozginaczy, odsiebnych czyli odwodzących, ksobnych czyli przywodzących, podnoszących albo opuszczających (n. p. szczękę dolną, wargę).



Ryc. 31. **Muskulatura głowy ludzkiej.** *m. f.* — *musculus frontalis*, *m. o.* — *m. occipitalis*, *m. a. sup.* — *m. auricularis superior*, *m. a. post.* — *m. auricularis posterior*, *m. a. ant.* — *m. auricularis anterior*, *m. s. c. m.* — *m. sterno-cleido-mastoideus*, *m. tr.* — *m. trapezius*, *pl.* — *platysma*, *m. r.* — *m. risorius*, *m. b.* — *m. buccinator*, *m. t.* — *m. triangularis*, *m. q. l. i.* — *m. quadratus labii inferioris*, *m. q. l. s.* — *m. quadratus labii superioris*, *m. o. o.* — *m. orbicularis oris*, *m. o. oc.* — *m. orbicularis oculi*.

U wielu ssaków rozwinięte są bardzo potężnie mięśnie podskórne, które pozwalają zwierzęciu zwijać się w kłębek (jeż) albo silnie wstrząsać skórą (koń, pies). U człowieka mięśnie podskórne są szczątkowe ¹⁾; najważniejszym z nich jest mięsień skórny szyi (*platysma*). Niektóre także mięśnie twarzy są

¹⁾ To znaczy, że nie spełniają żadnej czynności niezbędnej dla życia, są bardzo uproszczone i słabo rozwinięte w porównaniu z tymi organami u innych zwierząt.

szczątkowe. W twarzy człowieka znajdują się liczne, krótkie, przeważnie płaskie mięśnie, dzięki którym może on poruszać wargami, powiekami, skrzydłami nosa, zuchwą, marszczyć skórę na czole. Szczątkowe mięśnie pozwalają także przy pewnej wprawie poruszać małżowinami usznymi, co u zwierząt posiadających silne mięśnie małżowin odbywa się na wielką skalę (strzyżenie uszami u konia).

Liczne mięśnie twarzowe powodują mimikę twarzy, ujawniającą się przy rozmaitego rodzaju uczuciach (gniew, śmiech, płacz i t. p.). Na ryc. 31. uwydatnione są rozmaite mięśnie twarzowe.

Mięśnie szyi, których jest bardzo wiele, pozwalają podnosić, obniżać lub przechylać na bok głowę. Mięśnie tułowia są liczne i bardzo silne, n. p. mięśnie piersiowe, międzyżebrowe, kręgosłupowe i inne, które poruszają żebrami, podnosząc je lub opuszczając podczas wdychania i wydychania powietrza z płuc. Dalej umożliwiają zginanie, prostowanie i przechylanie na bok kręgosłupa. W skład ścianki brzusznej wchodzi też silne płaskie mięśnie brzuszne, ułożone w kilka warstw. Na szczególną uwagę zasługuje silny mięsień zw. przeponą (*diaphragma*), który biegnie poprzecznie i ukośnie przez jamę ciała i oddziela na kształt przegrody jamę piersiową zawierającą płuca i serce od jamy brzusznej mieszczącej żołądek, jelita i inne trzewia.



Ryc. 32. Mięśnie piersiowe. p. m. — *musculus pectoralis major (pars sterno-costalis)*, p'. m'. — *m. pectoralis major (pars clavicularis)*, d. — *m. deltoideus*, s. a. — *m. serratus anterior*, p''. m''. — *m. pectoralis major (pars abdominalis)*, o. a. e. — *m. obliquus abdominis externus*, b. — *m. biceps*, c. b. — *m. coracobrachialis*, t. — *m. trapezius*, s. c. m. — *m. sternocleidomastoideus*.



Ryc. 33. Mięsień dwugłowy ręki w stanie rozkurczu (1) i skurczu (2). a — kość ramieniowa, b — kość podramienia, a c d e — mięsień dwugłowy (*biceps*) wraz ze ścięgnami swemi, f — punkt obrotowy podramienia w stawie łokciowym. (Nico schematicznie).

Bardzo liczne, przeważnie silnie rozwinięte i wydłużone mięśnie wchodzi w skład kończyn przednich i tylnych, rąk i nóg. Jedne grupy

tych mięśni powodują podnoszenie lub opuszczanie rąk, względnie nóg, inne zginanie rąk w stawie łokciowym lub nóg w stawie kolanowym, jeszcze inne służą do ruchów dłoni lub stopy, zginania, względnie rozginania, zestawiania, względnie rozstawiania palców, wreszcie do ruchów palca wielkiego u ręki, który można innym palcom przeciwstawić.

Mięśnie w ten sposób są przyczepione do ruchomo zestawionych z sobą kości, że przy skurczu ich działanie siły jest skuteczniejsze lub dogodniejsze, tak samo jak w dźwigni. Odróżniamy, jak wiadomo, dwa rodzaje dźwigni: jeden, gdzie punkt podparcia znajduje się pomiędzy punktami przyczepienia siły i oporu, oraz drugi, gdzie punkt podparcia znajduje się na jednym z końców dźwigni. Otóż takie dwa rodzaje dźwigni znajdujemy w różnych miejscach szkieletu. Jako przykład dźwigni pierwszego rodzaju może służyć głowa ludzka, podparta na pierwszym kręgu szyjowym, tak zw. dźwigaczu. Gdy ją podnosimy do góry, punkt przyczepienia siły znajduje się w tyle, a punkt oporu z przodu punktu podparcia; gdy zaś ją opuszczamy na dół, punkt przyczepienia siły znajduje się z przodu punktu podparcia, a opór w tyle. Jako przykład dźwigni drugiego rodzaju służyć może stopa, gdy się wspinamy na palcach; podparciem są wówczas palce opierające się na ziemi, punktem przyczepienia siły początek mięśnia łydkowego, przymocowanego do tylnego końca pięty, a miejscem oporu staw w kostce, na który ciśnie cały ciężar ciała. Ponieważ ramię siły (odległość od palców do tylnego końca pięty) jest tu znacznie dłuższe od ramienia oporu (odległość od palców do stawu w kostce), przeto mamy tu znaczne zaoszczędzenie siły mięśniowej.

Przez częste używanie mięśnie rozrastają się i wzmacniają (mięśnie ręki u kowala, mięśnie udowe i łydkowe u cyklistów); naodwrot zaś mięsień mało używany słabnie i nie wykształca się należycie. Wiadomo, że gdy ręka lub noga jest przez dłuższy czas nieczynna (n. p. gdy po złamaniu kości jest w gipsie unieruchomiona), mięśnie jej stają się podczas tego bardzo wiotkie, cienkie i słabe. Z tego wynika doniosłość ćwiczeń fizycznych i zabaw ruchowych dla rozwoju układu mięśniowego. Lecz błędem jest mniemanie, jakoby wielka praca mięśniowa była warunkiem zdrowia. Owszem, przesadne wysiłki mięśniowe, jakkolwiek potęgują rozrost mięśni, mogą stać się przyczyną poważnych chorób, zwłaszcza sercowych i dlatego też zbyt forsowne używanie bicia lub zbyt dalekie i męczące wycieczki górskie szkodzą często zdrowiu młodzieży.

W kilka godzin po śmierci człowieka mięśnie jego ulegają jakby skrzepnieniu; kurezą się silnie i twardnieją. Jest to t. zw. pośmiertny tężec mięśni (*rigor mortis*), który trwa do 40 godzin, poczem mięśnie znów miękną i zaczynają się rozkładać.

2 -

D) Układ nerwowy.

Układ nerwowy człowieka i wogóle kręgowców składa się z części ośrodkowej czyli mózgu głowowego, rdzenia pacierzowego i zwojów współczulnych oraz z części obwodowych czyli nerwów, które wybiegają z ośrodków i kończą się w różnych narządach.

Mózg głowowy i rdzeń pacierzowy wraz z nerwami z nich wybiegającymi noszą nazwę układu mózgo-rdzeniowego albo czuciowo-ruchowego, ponieważ służą do odbierania różnych

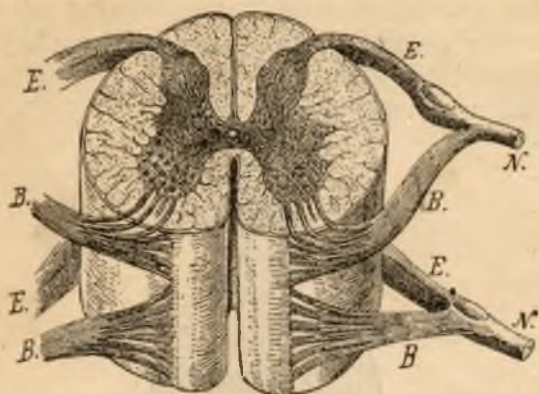
wrażeń i rządzą ruchami ciała. Zwoje zaś współczulne wraz z nerwami do nich należącymi tworzą układ nerwowy współczulny lub trzewiowy, który rozprzestrzenia się w trzewiach, pozostając w ścisłym związku z układem mózgo-rdzeniowym.

Z ośrodków układu mózgo-rdzeniowego mózg głowowy mieści się w jamie czaszki, rdzeń zaś pacierzowy, który stanowi bezpośrednie jego przedłużenie, biegnie w kanale kręgosłupa.

Rdzeń pacierzowy (*medulla spinalis*) jest to gruby, szarobiaławy sznur, który ciągnie się w kanale kręgowym mniej więcej do drugiego kręgu lędźwiowego, gdzie zwęża się stożkowato. Wzdłuż przedniej i tylnej jego powierzchni biegną dwie głębokie brzozy, które dzielą rdzeń na połowę prawą i lewą. Gdy przetniemy poprzecznie rdzeń pacierzowy, zobaczymy, że składa się on z istoty białej zewnątrz, z szarej zaś wewnątrz; ta ostatnia na przecięciu poprzecznym przedstawia się jakby motyl z rozpostartymi skrzydłami przednimi i tylnymi: są to przednie i tylne rogi istoty szarej. Środkiem rdzenia biegnie wąziutki kanalik (*canalis centralis*). Na granicy każdego dwóch kręgów wybiegają z boków rdzenia nerwy, w liczbie 31 par. Każdy nerw zaczyna się w rdzeniu dwoma korzonkami: tylny czyli grzbietowy wybiega z odpowiedniego tylnego rogu szarej istoty, przedni czyli brzuszny wybiega z przedniego rogu tejże istoty. Prócz tego tylny posiada zgrubienie czyli t. zw. z wój (*ganglion*). Obydwa korzenie łączą się z sobą zaraz po opuszczeniu rdzenia w jeden wspólny nerw. Nerwy każdej pary po wyjściu z kanału kręgowego rozgałęziają się wielokrotnie i przeni-



Ryc. 34. Układ nerwowy człowieka. g — mózg głowowy, r — rdzeń pacierzowy (schemat).



Ryc. 35. Część rdzenia pacierzowego, widziana z przodu. B. — korzonek przedni, E. — k. tylny nerwu rdzeniowego, N. — nerw powstały z połączenia obu korzonków. Na przekroju widać w rdzeniu w środku istotę szarą z przednimi i tylnymi jej rogami, zewnątrz zaś jej — istotę białą.

oblongata). Ten ostatni jest u góry szerszy, ku dołowi zwężony; na tylnej jego powierzchni znajduje się zagłębienie, z powodu swego kształtu zwane komorą rombowa. Na dnie tej komory znajdują



Ryc. 36. Mózg głowowy ludzki, przecięty wzdłuż i widziany od strony przyśrodkowej. a — zwój sklepieniowy, b — płat cienieniowy mózgu, c — tylne zgrubienie spoidła wielkiego (splenium corporis callosi), d — wzgórek wzrokowy (thalamus opticus), e — mózdzek, f — rdzeń przedłużony, g — komora czwarta czyli rombowa, h — żagiel rdzeniowy przedni, i — ciało czworacze tylne, j — ciało siatkowe, k — spoidło miękkie (commissura mollis), l — płat skroniowy mózgu, m — przednie części czyli t. zw. słupy sklepienia (fornix), n — spoidło przednie, p — kolano czyli przednie zgrubienie spoidła wielkiego (genu corporis callosi), r — płat czołowy mózgu.

kają głównie do różnych mięśni oraz do skóry. Niektóre sąsiednie nerwy, zwłaszcza te, które biegną do kończyn górnych lub dolnych, łączą się pomiędzy sobą po opuszczeniu rdzenia, tworząc t. zw. sploty nerwowe.

Rdzeń pacierzowy przechodzi w mózg głowowy czyli mózgowie, a mianowicie w najbardziej tylną część tegoż, zwaną rdzeniem przedłużonym (*medulla*

się bardzo ważne dla życia punkty, parzysto rozmieszczone po obu stronach linii środkowej, t. zw. węzły życia, których nadwreżenie spowodować może śmierć ustroju, albowiem z tych okolic biorą początek ważne nerwy biegnące do płuc i serca. Pod rdzeniem przedłużonym i na przodzie tegoż mieści się poprzecznie biegnący most Varola (*pons*); w tyle rdzenia leży mózdzek (*cerebellum*). W rdzeniu przedłużonym, podobnie jak w pacie-

rzowym, znajdujemy wewnątrz istotę szarą, a zewnątrz białą; tymczasem w mózdku istota szara jest na powierzchni, biała zaś w środku. Cała powierzchnia mózdku porznięta jest licznymi, wązkami brózdkami. Składa się on z połowy prawej i lewej, czyli z półkul mózdku, połączonych ze sobą częścią środkową zwaną robakiem (*vermis*). Substancja szara mózdku przenika w ten sposób białą, że na przecięciach

poprzecznych otrzymuje się obraz jakby liścia pierzastego, co nazwano drzewem życia (*arbor vitae*). Komora rombowa mózgu przedłużonego wiedzie z tyłu do kanalika środkowego w rdzeniu pacierzowym, z przodu zaś do wąskiego kanału, zwanego wodociągiem Sylwiusza (*aqueductus Sylvii*), który dochodzi do nieparzystej jamy, zwanej komorą środkową lub trzecią (*ventriculus tertius*). Wodociąg ten jest ograniczony od dołu tak zwanymi odnóżami mózgu wielkiego (*crura cerebri*), od



Ryc. 37. Mózg ludzki, widziany z boku (z lewej strony). *a* — szczelina Sylwiusza, *b* — płat czołowy mózgu, *c* — płat potyliczny mózgu, *d* — zwój skroniowy środkowy, *e* — mózdek, *f* — odnóże mózdku do mostu (*pedunculus cerebelli ad pontem*), *g* — rdzeń przedłużony (oliwki), *h* — nerw słuchowy, *i* — nerw twarzowy, *j* — rdzeń przedłużony (piramidy rdzenia), *k* — nerw odwodzący, *l* — most Varola, *m* — płat skroniowy, *o* — wysepka Reiliusza, *p* — przewód węchowy, *r* — opuszka węchowa.



Ryc. 38. Mózg ludzki widziany z góry. *a* — opuszka węchowa, *b* — przewód węchowy, *c* — skrzyżowanie nerwów wzrokowych, *d* — ciało sulkowe, *e* — nerw błokowy, *g* — most Varola, *h* — nerw językowo-gardłowy, *i* — nerw błędny, *j* — nerw dodatkowy, *k* — skrzyżowanie piramid w rdzeniu przedłużonym, *l* — mózdek, *m* — nerw trójdzienny, *n* — nerwy twarzowy i słuchowy.

góry dwiema parami wzgórków czworaczych (*corpora quadrigemina*); komora zaś środkowa jest to nieparzysta szczelina w środku mózgu, z boków ograniczona wielkimi masami istoty szarej, tak zwanymi wzgórkami wzrokowymi (*thalami optici*), z góry zaś i z przodu — sklepieniem (*fornix*).

Z przodu wzgórków wzrokowych leżą wielkie półkule mózgu (*hemisphaerae*), u zarodka niezbyt duże, lecz później tak wielkie, że



Ryc. 39. Mózg z góry widziany; obie półkule zostały sztucznie nieco rozsunięte dla uwydatnienia: wielkiego spoidła mózgu *s.*, komory trzeciej *k. t.*, gruczołu szyszkiowego *g. s.*, ciałek czworaczych *c. cz.*, oraz robaka mózdzka *r. m.*

pokrywają z góry inne części mózgu: wzgórki wzrokowe, czworacze, mózdzek i rdzeń przedłużony. Obydwie półkule oddzielone są od siebie u góry wielką podłużną szczeliną, poniżej zaś są połączone ze sobą wielkim jakby mostem poprzecznie biegnącym, zwanym spoidłem wielkim (*corpus callosum*). Wewnątrz każdej półkuli mózgowej znajduje się jama, zwana komorą boczną (*ventriculus lateralis*); dwie te komory łączą się zapomocą małych otworków z komorą środkową mózgu.

Na powierzchni półkul czyli w tak zw. korze mózgowej znajduje się istota szara, pod nią zaś biała; prócz tego w samym środku każdej półkuli mieści się jeszcze masa szarej istoty, zwana ciałem prążkowanym (*corpus striatum*); w mniejszej ilości rozsiana jest szara substancja i w innych jeszcze miejscach wewnątrz mózgu. Powierzchnia półkul mózgowych czyli kora nie jest gładka, opatrzona jest bowiem licznymi zawojami (*gyri*), pomiędzy którymi biegną rowki (*sulci*), co znacznie powiększa powierzchnię kory.

Pewne grupy owych zawojów tworzą jakby większe oddziały powierzchni kory mózgowej, t. zw. płaty (*lobi*). Odróżniamy płaty czołowe, skroniowe, ciemieniowe i potyliczne w każdej półkuli mózgu.

Z dolnej powierzchni mózgu głowowego wybiega 12 par nerwów mózgowych, a mianowicie: nerwy węchowe (*nn. olfactorii*, unerwiające organ węchu),

wzrokowe (*nn. optici*, unerwiające oczy), okoruchowe (*nn. oculomotorii*), blokowe (*nn. trochleares*), trójdzielne (*nn. trigemini*), odwodzące (*nn. abducentes*), twarzowe (*nn. faciales*), słuchowe (*nn. acustici*, unerwiające ucho wewnętrzne), językowo-gardłowe (*nn. glossopharyngei*, unerwiające język i gardło), błędne (*nn. vagi*), dodatkowe (*nn. accessorii*) i podjęzykowe (*nn. hypoglossi*, unerwiające mięśnie języka). Nerwy te rozgałęziają się, dochodząc do różnych mięśni oraz do rozmaitych narządów zmysłowych w obrębie głowy; tylko nerwy 10-tej pary czyli błędne (*nervus vagus*) przenikają do płuc, serca i niektórych trzewi jamy brzusznej. Nerwy okoruchowe, blokowe i odwodzące unerwiają mięśnie poruszające gałkę oczną. Nerw trójdzielny (*n. trigeminus*) jest silnie rozwinięty i nazywa się tak dlatego, że jest podzielony na trzy gałęzie unerwiające czoło oraz okolice górno-szczękową i dolno-szczękową; gałązki jego dochodzą między innymi do korzeni wszystkich zębów i dlatego gdy w jednym zębie dziurawym nerw jest obnażony, czujemy nieraz ból w całej połowie twarzy, gdyż cały nerw odpowiedniej strony jest podrażniony.

Rozpatrując pod mikroskopem budowę tkanki nerwowej, przekonujemy się, że składa się ona z niezliczonej liczby tworów elementarnych zw. neuronami. Każdy neuron składa się z komórki nerwowej (gruszkowatej, gwiaździstej lub nieregularnie rozgałęzionej) oraz z niteczki włóknistej zwanej także nitką osiową albo włóknem nerwowym, która jest bezpośrednim przedłużeniem komórki nerwowej (patrz str. 10.); niekiedy z komórki wybiegają dwa takie włókna. W istocie szarej mózgu i rdzenia pacierzowego znajdują się i komórki i włókna nerwowe, w istocie zaś białej tylko włókna. Nerwy są to sznurki złożone z wielkiej liczby równoległe obok siebie biegnących włókien nerwowych, z których każde zaczyna się od odpowiedniej komórki ośrodka. Przebieg włókien oraz układ komórek w mózgu jest niezwykle skomplikowany, co pozostaje w związku z wielce złożonymi jego czynnościami.

Czynności układu mózgo-rdzeniowego. Niektóre nerwy czyli, ściślej mówiąc, ich włókna nerwowe przewodzą podniety od narządów zmysłowych do ośrodków; gdy przynoszą je aż do mózgu, wówczas mamy świadomość tych podniet. Tak n. p. gdy nakłuwamy igłą w którembądź miejscu skórę, odpowiednie zakończenia nerwowe są podrażnione; podrażnienie to przenosi się po włóknach nerwowych do mózgu i dlatego czujemy, jesteśmy świadomi działania tej podniety. Nerwy wzrokowe umożliwiają nam świadomość podniet świetlnych; dzięki nerwom słuchowym odczuwamy działanie fal powietrza czyli drgań jego pod postacią dźwięków i t. d. Otóż te wszystkie nerwy, które przenoszą pewne pobudzenia od narządów zmysłowych do ośrodków nerwowych, zwą się nerwami czuciowymi. Niektóre natomiast nerwy przenoszą pobudzenia od ośrodków do obwodu, a mianowicie do mięśni ciała. Gdy powstaje w nas chęć wykonania pewnego ruchu, wówczas pobudzenie to, jakby rozkaz, przenosi się po odpowiednim nerwie do danych mięśni, n. p. do

pewnych mięśni ręki lub nogi, które pod tym wpływem woli kurczą się; jest to więc ruch dowolny. Nerwy te przenoszą zatem pobudzenia od ośrodka do obwodu (do mięśni) i zwa się nerwami ruchowymi. Takim wyłącznie ruchowym nerwem jest n. p. podjęzykowy (12-ta para nerwów mózgowych), unerwiający liczne mięśnie języka.

Większość nerwów zawiera włókna dwojakiego rodzaju: czuciowe i ruchowe, i dlatego nazywają się czuciowo-ruchowymi: jedne włókna tych nerwów przewodzą zatem od ośrodka do obwodu, inne zaś od obwodu do ośrodka. Takie włókna mieszane zawiera n. p. nerw trójdzielny (5-ta para nerwów mózgowych). Wszystkie nerwy rdzenia pacierzowego, dochodzące do skóry oraz do mięśni szkieletu, są nerwami czuciowo-ruchowymi, przyczem wszystkie włókna czuciowe przenikają do nerwu z komórek znajdujących się w zwoju tylnego korzonka, a ruchowe przenikają z rdzenia do nerwu za pośrednictwem korzonka przedniego. A więc przedni korzonek każdego nerwu rdzeniowego jest ruchowy, tylny — czuciowy.

Można się o tem przekonać zapomocą następującego doświadczenia. Gdy n. p. u żaby obnażymy z obydwóch stron nerwy wychodzące z rdzenia do przednich łapek i gdy, dajmy na to, z prawej strony przetniemy przednie korzonki tych nerwów, a z lewej — tylne, to żaba nie będzie mogła wcale poruszać prawą łapkę, ale będzie nią czuła doskonale; za pociśnięciem jej lub ukłuciem będzie usiłowała skoczyć, wlokąc jakby sparaliżowaną łapkę prawą. Natomiast lewą łapkę będzie mogła poruszać, nie mając w niej jednak czucia. Można tę łapkę ścisnąć, kluc, a zwierzę na to nie zareaguje.

Kora półkul mózgowych jest uważana za siedlisko świadomości oraz woli. Pobudki do wszelkich ruchów dowolnych wychodzą z półkul mózgu wielkiego. Gdy człowiek śpi lub gdy jest nieprzytomny z powodu choroby, a więc gdy jego organ świadomości i woli nie działa należycie, nie może on wówczas wykonywać ruchów dowolnych. Lecz oprócz tych ostatnich, człowiek i zwierzęta wykonywują także ruchy nieświadome, t. zw. odruchy czyli refleksy, dla których najważniejszymi ośrodkami są: rdzeń pacierzowy i przedłużony.

Gdy n. p. śpiącego człowieka silnie połaskotamy w dłoń, wykona on pewien obronny ruch ręką, który będzie odczynem na owo podrażnienie, odruchem albo ruchem nieświadomym. Takich odruchów ustrój wykonywa bardzo wiele. Mruganie powiekami, kichanie, kaszel, wymiotowanie i t. p. stanowią przykłady odruchów wykonywanych pod wpływem podrażnienia danego narządu: oka, nosa, krtani albo żołądka.

Mózg, jako siedlisko świadomości i woli, jest także organem intelligencji. Jest ona tem większą, im silniej jest rozwinięty mózg, a przede wszystkim półkule mózgowe. Podobnie jak fizyczne ćwiczenia wzmacniają i rozwijają mięśnie, potęgując ich sprawność

funkcyjonalną, tak też systematyczna praca umysłowa przyczynia się do rozwoju mózgu i potęguje władze intelektualne. Natomiast wszystko, co źle działa na organ intelektu, przeszkadza rozwojowi intelligencji. Między innymi wielkim jej wrogiem jest alkohol (wódka, piwo, wino), ponieważ on przede wszystkim w stopniu najsilniejszym działa szkodliwie na mózg; wiadomo wszak, że człowiek pijany traci świadomość. Używanie nawet bardzo małych dawek alkoholu przez dzieci i młodzież dorastającą oddziałują nader zgubnie na intelligencję, ten najdroższy skarb człowieka, ponieważ drażni układ nerwowy, powoduje zaburzenia w czynnościach mózgu i serca. To samo można powiedzieć o przedwczesnem paleniu tytoniu.

Dopiero po 20-tym roku życia mniej szkodzi ono człowiekowi, o ile nie przekracza pewnej miary. Na dzieci zaś i młodzież szkolną, której władze umysłowe dopiero się rozwijają, palenie tytoniu działa bardzo szkodliwie. Zauważono, że niekiedy najzdolniejsi uczniowie, gdy zaczynali przedwcześnie i nadmiernie palić, tracili zdolności swe i stawali się miernymi. Wreszcie najgorzej na czynności mózgu i całego wogóle układu nerwowego działa przedwczesne zaprzatanie umysłu sprawami odnoszącemi się do życia płciowego.

Mózg, rdzeń pacierzowy i większość wybiegających z nich nerwów nie mogą bez przerwy znajdować się w stanie czynnym. Od czasu do czasu muszą odpocząć; wówczas świadomość nasza zostaje zawieszona, organizm zapada w sen. Sen jest koniecznym warunkiem odpoczynku naszego układu nerwowego. Kto się dostatecznie nie wysypia, ten zbyt męczy układ nerwowy i również szkodzi swemu zdrowiu. Należy wcześniej udawać się na spoczynek, lecz dopiero w kilka godzin po spożyciu wieczerzy. Przed zaśnięciem nie należy również nabijać sobie głowy nieskromnemi myślami, najlepiej starać się zaraz zasnąć. Najzdrowiej jest spać na prawym boku. Zaraz po przebudzeniu należy wstać z łóżka i ubrać się. Pozostawanie w łóżku, gdy się nie śpi, jest dla układu nerwowego niezdrowe, a zwłaszcza dla młodzieży bardzo szkodliwe.

Układ nerwowy współczulny czyli sympatyczny. Oprócz układu mózgo-rdzeniowego istnieje jeszcze układ współczulny, inaczej zwany układem nerwowym trzewiowym, albowiem unerwia on trzewia: serce, płuca, żołądek, jelita i t. d. Składa się on z dwóch głównych pni, które biegną przez cały tułów z boków kręgosłupa od strony przedniej. Pnie te w prawidłowych odstępach posiadają zgrubienia, t. zw. zwoje (*ganglia*), z których wybiegają nerwy do różnych trzewi i tam się rozgałęziają.

Pnie współczulne są w związku z nerwami rdzeniowymi, a jeden zwłaszcza z nerwów mózgowych, mianowicie błędny (10-ta para), unerwiający serce, żołądek, płuca i niektóre inne trzewia, znajduje się także w bliższym związku z układem współczulnym. Układ ten rządzi czynnościami trzewi, a więc głównie dzięki niemu odbywają się n. p. ruchy żołądka i jelit. Ponieważ — powtarzamy — nerwy współczulne są w związku z rdzeniowymi, przeto różne stany naszych trzewi za pośrednictwem tych nerwów oraz rdzenia i mózgu

dochodzą do naszej świadomości; odczuwamy więc n. p. ból żołądka lub jelit, albo też przyjemne działanie pewnych podniet, n. p. doznajemy uczucia sytości.

E) Narządy zmysłowe. 26.5

Widzieliśmy w rozdziale pierwszym, że plazma komórkowa odznacza się wrażliwością, że już najprostsze ustroje jednokomórkowe, n. p. pełzak, oddziałują na różne podniety, że pod wpływem bodźców mechanicznych, świetlnych, cieplnych, chemicznych lub elektrycznych plazma kurczy się, odczuwając niejako ich działanie. Otóż u tkankowców nie wszystkie komórki odznaczają się wrażliwością na bodźce zewnętrzne w jednakowym stopniu; zdolność tę posiadają głównie komórki zmysłowe, najważniejsze elementy narządów zmysłowych. Podrażnienia tych komórek przenoszą się za pośrednictwem czuciowych włókien nerwowych, z którymi są połączone, do ośrodków nerwowych i w ten sposób podrażnienia te dochodzą do świadomości naszej. Gdy n. p. promienie świetlne, przenikając do oka, drażnią jego siatkówkę, gdzie się znajdują komórki zmysłowe, wówczas podrażnienie to przenosi się za pośrednictwem włókien nerwu wzrokowego do odpowiedniej okolicy mózgu i w ten sposób dochodzi do naszej świadomości.

Komórki zmysłowe oraz odpowiednie nerwy czuciowe odznaczają się tem, że jakimkolwiek bodźcem są drażnione, powodują w nas zawsze uczucia pewnego tylko rodzaju.

Tak n. p. nie tylko światło, lecz i bodziec mechaniczny lub elektryczny, drażniąc nerw wzrokowy, spowoduje wrażenie świetlne; każdy prawie zna wrażenie t. zw. „świećki w oku“, jakby silnej iskry, jakiego doznał, gdy się przypadkowo w oko uderzył; a ci nieszczęśliwi, którym przez operację wyjmuje się chore oko, opowiadają następnie, że w chwili przecięcia nerwu wzrokowego widzieli „morze ognia“. Podobnie też drażnienie zakończeń nerwu słuchowego przez bodziec mechaniczny, n. p. ucisk śluzu w stanie kataralnym, wywołuje częstokroć wrażenie słuchowe szumu lub dzwonienia w uchu. Ta właściwość narządów zmysłowych, że każdy z nich reaguje zawsze w pewien swoisty sposób na różnorodne bodźce, zowie się swoistą energią zmysłów.

Oprócz najważniejszych składników każdego narządu zmysłowego, to jest komórek zmysłowych i nerwów, istnieją jeszcze różne inne części, które służą do tego, ażeby najskuteczniej umożliwić działanie pewnego bodźca na dane elementy zmysłowe.

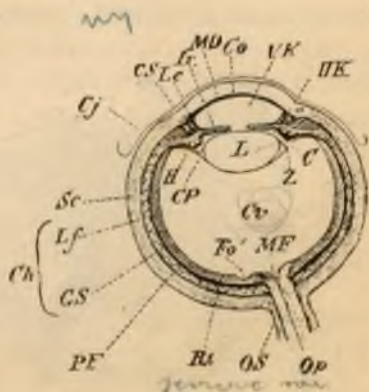
Odróżniamy zwykle pięć narządów zmysłowych: dotyku, węchu, smaku, słuchu i wzroku. W rzeczywistości jednak posiadamy więcej zmysłów, prócz wymienionych bowiem istnieje jeszcze zmysł mięśniowy, zapomocą którego odczuwamy napięcie mięśni, dalej zmysł cieplny, który uświadamia nam różnice temperatury, zmysł wewnę-

trzy, przez który odczuwamy pewne n. p. bole wewnątrz naszego ciała. Najdokładniej jednak znamy owe 5 głównych zmysłów.

Narząd zmysłu wzrokowego. Narzędem tym są oczy. Oko, ze względu na swój kształt kulisty zwane gałką oczną, ukryte jest w kostnej jamie zwanej oczodołem (*orbita*), gdzie otoczone jest obfitą tkanką tłuszczową chroniącą je od wstrząszeń. Ponad okiem mieszczą się brwi zabezpieczające oko od ściekających z czoła kropel potu. Powieki, górna i dolna, są również tworami chroniącymi oko od szkodliwych wpływów zewnętrznych; zamykają się one odruchowo przy zbyt silnem świetle lub przy działaniu jakiegoś obcego ciała, gdy zaś chcemy zasnąć, zamykają się i nie dopuszczają do oka bodźców świetlnych, ułatwiając przez to zaśnięcie. Włoski na brzegach powiek czyli rzęsy mają też ważne znaczenie, zasłaniając oko i utrudniając dostęp pyłu powietrznego; prócz tego rzęsy są bardzo czułe i przy najlżejszem dotknięciu powodują odruchowe zamknięcie powiek.

Wewnętrzna strona powiek oraz przednia powierzchnia gałki ocznej są powleczone nader delikatną błoną, na gałce ocznej zupełnie przezroczystą, t. zw. spojówką (*coniunctiva*), która stale jest wilgotna. Dzięki mianowicie obecności łez, obficie wydzielanych przez gruczoły łzowe, powierzchnia spojówki jest zawsze wilgotna, przez co tarcie przy ruchach powiek jest znacznie zmniejszone. Gruczoły łzowe mieszczą się w górnym zewnętrznym kącie pod sklepieniem oczodołu; łyż, spływając po powierzchni oka, oczyszczają je z pyłu i dostają się do wewnętrznego kąta oka, skąd przez dwa maleńkie otworki przenikają do kanalików złączonych w jeden wspólny przewód łzowy, który prowadzi z każdego oka do jamy nosa. Wreszcie na brzegu powiek, pomiędzy nasadami rzęs, znajdują się otworki szczególnych gruczołów. Gdy jeden z tych otworków przypadkowo zasklepi się, wydzielina nie może się wydostać i wówczas na brzegu powieki tworzy się drobne, lecz bolesne nierzaz nabrzmienie.

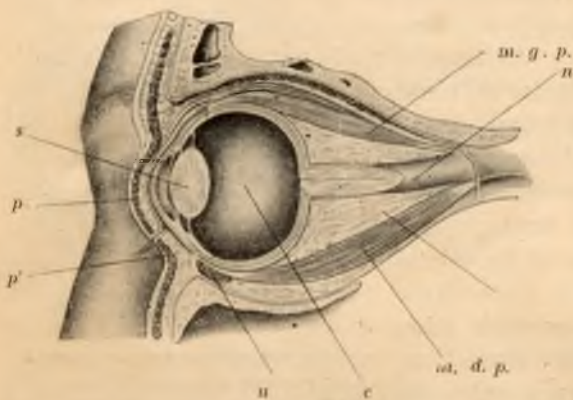
Gałka oczna opatrzona jest 6 mięśniami: 4 prostymi (górnym, dolnym, zewnętrznym i wewnętrznym) oraz dwoma ukośnymi (górnym i dolnym). Dzięki im gałka jest bardzo ruchliwa, możemy ją skierować do góry, na dół, na zewnątrz, ku wnętrzu, w kierunku uko-



Ryc. 40. Schemat przedstawiający przekrój poziomy przez gałkę oczną człowieka. C — wyrostki rzęskowe, Ch — naczyniówka, Cj — łącznica, Co — rogówka, Co — ciało szkliste, Fo — plamka żółta, Ir — łęczówka, L — soczewka, MF — plamka ślepa, Op — nerw wzrokowy, Rt — siatkówka, Sc — twardówka, VK, HK przednia i tylna komora oczna.

śnym. Gdy pewne mięśnie działają o wiele silniej z jednej strony, aniżeli z drugiej, wówczas powstaje t. zw. zez.

Ściana gałki ocznej składa się z trzech błon obejmujących jedna drugą, jak łuski cebuli. Najbardziej zewnętrzna błona, barwy białej, nosi nazwę twardówki (*sclera*); na przodzie jednak, gdzie wypukłość gałki ocznej jest większa, błona ta jest przezroczystą jak szkło i tu nosi nazwę rogówki (*cornea*). Rogówka umożliwia przenikanie światła do oka. Pod twardówką znajduje się naczyniówka (*chorioidea*), t. zw. dlatego, że zawiera liczne naczynia krwionośne odżywiające oko; w niej znajduje się ciemny barwik, który częściowo pochłania wpadające do oka



Ryc. 41. Przecięcie przez gałkę oczną dla pokazania niektórych mięśni. s — soczewka, p, p' — powieka górna i dolna, c — ciało szkliste, m. g. p. — mięsień górny prosty, m. d. p. — m. dolny prosty, n — nerw wzrokowy, u — m. dolny skośny.

chłania wpadające do oka promienie świetlne. Na przodzie oka, pod rogówką, błona naczyniowa odstaje od rogówki tak, że między jedną a drugą jest znaczna przestrzeń, wypełniona wodnistym płynem. Otóż ta część błony naczyniowej, zawieszona w tyle poza rogówką, nosi nazwę tęczęczówki (*iris*) i warunkuje kolor oczu (czarne, niebieskie i t. d.). Tęczęczówka pośrodku jest przebita otworem czyli

żrenicą (*pupilla*), który wydaje się zawsze czarny, z powodu ciemnego tła wnętrza oka. Zapomocą mięśni tęczęczówki żrenica może się zwężać i rozszerzać; przy jasnym świetle otwór jej zmniejsza się, o zmroku lub w ciemności zwiększa się. W ten sposób otwór żrenicy reguluje dostęp promieni świetlnych do wnętrza gałki ocznej, przepuszcza ich tyle tylko, ile potrzeba do widzenia. Najbardziej wewnętrzną błoną gałki ocznej jest siatkówka (*retina*), będąca niejako rozpostarciem nerwu wzrokowego, który w tyle przenika do gałki ocznej po przebicciu twardówki i naczyniówki. Siatkówka składa się z wielu warstw komórek i włókien nerwowych. Warstwa przylegająca do naczyniówki, a więc najbardziej zewnętrzna, składa się z wielkiej liczby delikatnych zakończeń nerwowych zw. pręcikami i czopkami, które są bardzo wrażliwe na światło. Najliczniej zakończenia te występują w t. zw. żółtej plamce siatkówki, leżącej na głównej osi gałki ocznej; plamka ta stanowi najwrażliwszą na światło część siatkówki. Nato-

miast miejsce, gdzie nerw wzrokowy przenika do oka, jest pozbawione pręcików oraz czopków i ta część siatkówki zowie się „plamką ślepą“, ponieważ jest niewrażliwa na światło.

Poza tęczówką mieści się ciało kształtu soczewicy z dwóch stron wypukłe, całkiem przezroczyste, zw. też soczewką (*linsa*). Przestrzeń między rogówką i soczewką jest wypełniona cieczą wodnistą, jama zaś gałki ocznej poza soczewką jest wypełniona galaretowatą, przezroczystą masą, t. zw. ciałem szklistym. Przez wszystkie te przezroczyste ciała promienie świetlne przenikają do wnętrza gałki ocznej.

Oko ma budowę jakby ciemni optycznej. Podobnie jak w tej ostatniej na matówce lub kliszy tworzy się odwrócony i zmniejszony obraz przedmiotu znajdującego się przed soczewką, tak też na tylnej ścianie gałki ocznej powstaje zmniejszony i odwrócony obraz przedmiotu znajdującego się przed soczewką oka. Wiadomo bowiem z fizyki, że każda soczewka przezroczysta, z dwóch stron wypukła, daje obraz zmniejszony i odwrócony przedmiotu przed nią umieszczonego.

Gdy obraz pada na siatkówkę, drażni tamże zakończenia nerwowe, a podrażnienie to przenosi się za pośrednictwem nerwu wzrokowego do organu świadomości. Odległość siatkówki od soczewki jest taka, że przedmiot bardzo oddalony daje obraz na samej siatkówce. Gdy zaś przedmiot zbliża się do oka albo gdy spoglądamy na jakiś nieruchomy przedmiot bardzo blisko, wówczas obraz wypadłby już poza siatkówkę, wiadomo bowiem z fizyki, że gdy przedmiot zbliża się do soczewki, obraz jego oddala się. Otóż oko posiada szczególne przystosowanie, dzięki któremu możemy i bliskie przedmioty dobrze widzieć. Przystosowanie to czyli *akomodacja* polega na tem, że na granicy naczyńiówki i tęczówki znajduje się okrężne zgrubienie, t. zw. ciało rzęskowe, zawierające mięśnie, które dochodzą do błony otaczającej soczewkę. Otóż gdy dzięki działaniu tych mięśni błona zostaje odciągnięta, soczewka jako ciało sprężyste wypukła się bardziej i silniej załamuje promienie świetlne, przez co obraz przedmiotu wypada nieco bliżej aniżeli wtedy, gdy mięśnie nie działają i soczewka jest mniej wypukła. Gdy więc przedmiot zbliża się do oka, soczewka staje się bardziej wypukłą i obraz jego przypada na samej siatkówce tak, że go dokładnie widzimy. Odbywa się to oczywiście tylko do pewnej granicy, albowiem do przedmiotu zbyt bliskiego soczewka przystawać się już nie może.

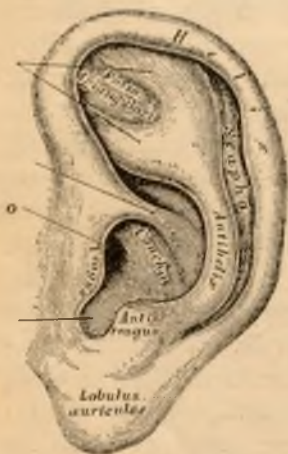
Wadliwości oka. U niektórych osób istnieje wrodzona t. zw. krótkowzroczność; osoby te widzą dobrze tylko z bliska, a wada ta pochodzi stąd, że oś gałki ocznej jest zbyt długa i obrazy dalszych przedmiotów przypadają przed siatkówką. Ludzie tacy używają okularów ze szklami dwuwklęsłymi, które rozpraszają promienie świetlne, przez co obraz powstaje w oku bardziej w tyle, niż bez okularów

i pada na samą siatkówkę. U niektórych znów osób jest wrodzona dalekowzroczność, gdy oś gałki ocznej jest za krótka, a obraz przypada poza siatkówkę; tacy ludzie używają szkieł dwuwypukłych, które skupiają promienie świetlne, przez co obraz powstaje bliżej. U osób starszych soczewka traci zwykle swoją sprężystość tak, że nie może się przystosowywać do przedmiotów bliskich, cierpią one na t. zw. starczą dalekowzroczność i w tym także wypadku pomagają okulary o szklach wypukłych.

Istnieją jeszcze liczne inne wady i choroby oczu, n. p. zmętnienie soczewki, bardzo niebezpieczne t. zw. egipskie zapalenie oczu, przy którym można łatwo wzrok utracić. Choroba ta jest bardzo zaraźliwa, dlatego też, gdy n. p. w szkole ktoś zachoruje na nią, bezwzględnie powinien zasięgnąć rady lekarza. Oko jest niezmiernie cennym narządem, należy je więc oszczędzać i ochraniać. Uderzenie, kurz, dym, zbyt rażące światło, praca przy słabym świetle lub o zmroku, czytanie książki w leżącym położeniu, zwłaszcza przy świecy, wszystko to bardzo szkodzi oczom.

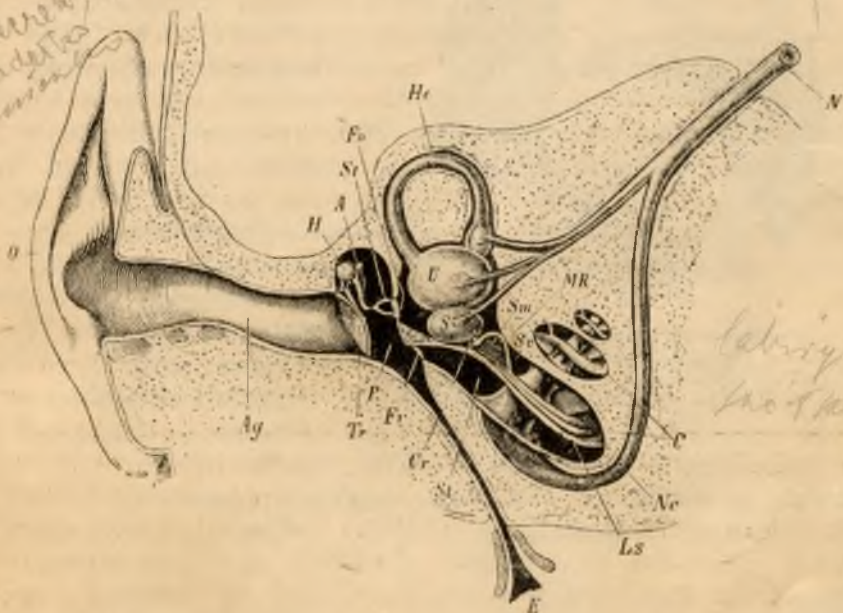
Narząd zmysłu słuchowego. Narządem tym jest ucho, które składa się z trzech głównych części: ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego.

Ucho zewnętrzne z kolei składa się z muszli czyli konchy usznej, podpartej sprężystymi chrząstkami i opatrzonej zewnętrznym otworem słuchowym. Liczne zagłębienia i fałdy muszli są ułożone w ten sposób, że większość fal dźwiękowych, uderzając o nią, odbija się i wpada do otworu słuchowego. Człowiek, którego głowa jest łatwo ruchliwą i może być obracaną w różnych kierunkach, posiada mięśnie muszli usznej bardzo szczątkowe i tylko przy usilnej wprawie może się nauczyć słabego poruszania muszlą. Natomiast niektóre zwierzęta mają silnie rozwiniętą muskulaturę muszli, z łatwością poruszają nią i zwracają w stronę, skąd pochodzą dźwięki (koń). Otwór słuchowy wiedzie do zewnętrznego przewodu słuchowego, zamkniętego na wewnętrznym końcu przez silnie naciągniętą błonę bębenkową. Wnętrze przewodu wysłane jest przedłużeniem skóry, w której znajdują się liczne gruczołki wydzielające żółtawą, lepłą, tłustą woskowinę, namaszczającą przewód i błonę bębenkową. Włoski u wejścia przewodu powstrzymują dostęp obcych ciał; takąż rolę spełnia po części woskowina.



Ryc. 42. Muszla (koncha) uszna.
o — otwór słuchowy zewnętrzny.

Ucho środkowe czyli jama bębenkowa tworzy obszerną stosunkowo jamę ograniczoną kostnymi ścianami. Od strony zewnętrznej ogranicza ją błona bębenkowa; zapomocą przewodu po części kostnego, po części błoniastego komunikuje ona z jamą gardła, wreszcie od strony wewnętrznej graniczy z uchem wewnętrznym. Wspomniany przewód, który łączy jamę bębenkową z jamą gardła, nosi nazwę trąbki Eustachego i ma ważne znaczenie, ponieważ przezeń powietrze dostaje się z gardła do jamy bębenkowej tak, że bębenek znajduje się pod jednakowem ciśnieniem zewnętrznem i wewnętrznem. Gdyby



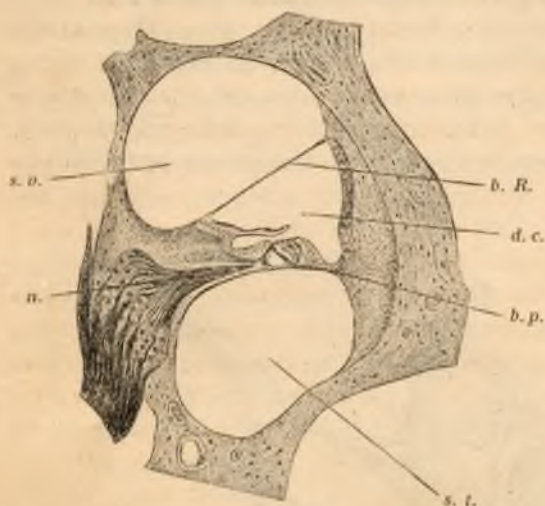
Ryc. 43. Budowa ucha ludzkiego (schematycznie). O — muszla, Ag — zewnętrzny przewód słuchowy, Tr — bębenek, H — młotek, A — kowadełko, St — strzemię, P — jama bębenkowa, E — trąbka Eustachego, Fo — okienko owalne, Fr — okienko okrągłe, U — woreczek, Hc — przewody półkolisty, S — mieszek, C — ślimak, MR — błona Reissnera, N — nerw słuchowy.

zaś od wnętrza powietrze nie dochodziło do niego, mógłby łatwo pęknąć pod wpływem parcia zewnętrznego. Łatwo też się domysleć, dlaczego żołnierze stojący przy armatach muszą otwierać usta podczas wystrzałów.

Pomiędzy błoną bębenkową a t. zw. okienkiem owalnym, również zasłoniętem błoną i znajdującem się na wewnętrznej ścianie jamy bębenkowej na granicy ucha wewnętrznego, biegną, jak gdyby most wiśzący, trzy nader delikatne, drobne kosteczki: młotek, kowadełko i strzemię.

Młotek oparty jest o błonę bębenkową, kowadełko łączy młotek z strzemieniem, to ostatnie zaś wstawione jest szerszą swą płytką

podstawową w okienko owalne. Gdy fale dźwiękowe uderzają o bębenek i wprawiają go w drgania, te ostatnie zapomocą szeregu kosteczek dochodzą do okienka owalnego i udzielają się szczególnej cieczy, wypełniającej ucho wewnętrzne.



Ryc. 44. Przecięcie poprzeczne przez skręty ślimaka. *s. p.* — piętro przedsionkowe, *s. t.* — piętro bębnekowe, *b. R.* — błona Reissnera, *d. c.* — przewód ślimakowy, *b. p.* — błona podstawowa, *n.* — nerw słuchowy.

ona stanowi już część ścianki błędnika, przeto drgania błonki przenoszą się na endolimfę. Dla łatwiejszego przenoszenia się tych drgań istnieje jeszcze drugie okienko błędnika, zwane okrągłym, widoczne



Ryc. 45. Przecięcie przez organ Cortiego w ślimaku ucha. Na błonie podstawowej widać łuki: wewnętrzne (*w. ł.*) oraz zewnętrzne (*z. ł.*), *n.* — nerw słuchowy.

Ucho wewnętrzne czyli błędnik (labirynt) ukryte jest w torebce kosłej oraz ma własne ścianki błoniaste. Składa się z t. zw. przedsionka, skąd wybiegają trzy przewody półkoliste, oraz ze ślimaka. Wewnątrz błoniastego błędnika zawarta jest ciecz zw. endolimfą. Na wewnętrznej ścianie jamy bębnekowej znajduje się — jak powiedziano — okienko owalne zasłonięte błoną, o którą opiera się strzemię. Drgania kostek słuchowych udzielają się tej błonie, a że

na wewnętrznej ścianie jamy bębnekowej, poniżej okienka owalnego. Każdemu drgnieniu okienka owalnego udzielonemu endolimfie odpowiada jakby przeciwdrgnięcie okienka okrągłego. Wewnątrz ślimaka (*cochlea*), przed-

stawiającej cewkę skręconą jak muszla ślimacza w dwa i pół obroty, biegnie przegroda pozioma, a na pewnej części tej przegrody mięści

się narząd Cortiego złożony z ogromnej ilości delikatnych łuków, jakby misternych małych klawiszy, do których dochodzą zakończenia nerwu słuchowego. Otóż drgania endolimfy udzielają się tym klawiszom, a więc i zakończeniom nerwowym; po nerwie słuchowym przenoszą się do mózgu, dzięki czemu mamy wrażenie dźwiękowe.

Powtarzamy tedy, że fale dźwiękowe uderzają przedewszystkiem o bębenek, skąd za pośrednictwem kostek słuchowych udzielają się okienku owalnemu i endolimfie błędnika, która z kolei wprawia w drgania delikatne klawisze organu Cortiego, a podrażnienie to dostaje się przez nerw słuchowy do mózgu.

Narząd zmysłu powonienia. Mieści się on w nosie. A mianowicie w górnej i tylnej części jamy nosowej błona śluzowa opatrzona jest zakończeniami nerwu węchowego. Od ciał wonnych oddzielają się drobniutkie, niewidzialne, nader subtelne cząstki, które przenikają do powietrza. Otóż gdy takie powietrze wdychamy przez nos, cząstki owe drażnią odnośne zakończenia nerwowe, a podrażnienie to za pośrednictwem nerwów węchowych przenosi się do mózgu, przez co otrzymujemy wrażenie woni.

Narząd zmysłu smaku znajduje się głównie na języku. Powierzchnia języka jest pokryta bardzo licznymi brodawkami, pośród których odróżniamy nitkowate i grzybkowate (liczne i drobne) oraz u nasady języka w tyle osm do dwunastu większych brodawek, ułożonych w dwa szeregi, które są do siebie nachylone pod kątem rozwartym. Każda z tych większych brodawek jest otoczona głębokim rowkiem kolistym, stąd ich nazwa — okolone. Otóż na brodawkach grzybkowatych i okolonych mieszczą się właściwe narządy smaku, t. j. szczególne, kubkowate twory mikroskopowej wielkości, do których dochodzą zakończenia nerwu smakowego. Ciała ciekłe, przyjęte jako takie bezpośrednio, lub też ciała rozpuszczone w ślinie i śluzie ust (sól, cukier), dostawszy się do wnętrza tych kubków smakowych, drażnią tam zakończenia nerwowe i powodują wrażenie smaku.

Podczas silnego kataru, którym objęta jest błona śluzowa nosa i ust, narząd smaku nie działa należycie i dlatego nie czujemy wówczas smaku spożywanych pokarmów.

Narząd zmysłu dotykowego znajduje się w skórze, która pełni prócz tego inne także czynności (patrz niżej). A mianowicie w skórze znajdujemy albo wolne zakończenia włókien nerwów czuciowych, albo też włókna tych nerwów dochodzą do szczególnych ciątek owalnych zw. dotykowemi, mikroskopijnie małych. Zapomocą zmysłu dotykowego rozpoznajemy rodzaj powierzchni różnych przedmiotów, a więc ich gładkość, chropawość, a także po części kształt

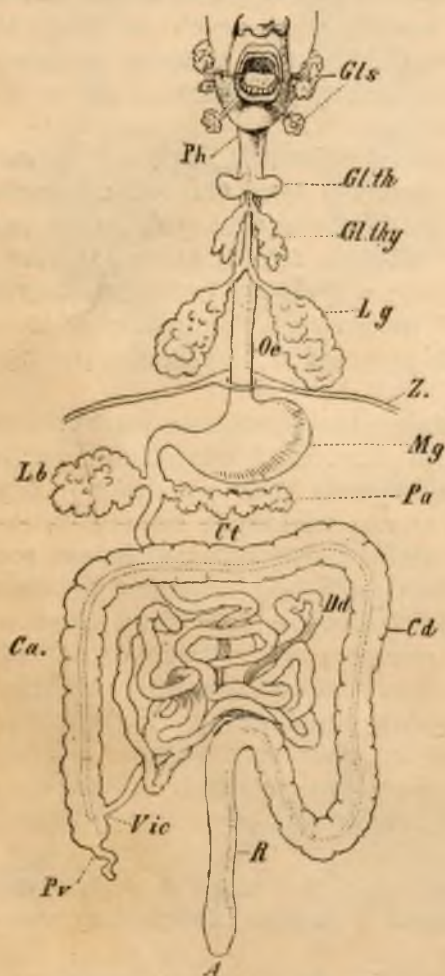
ich. Zdaje się, że osobne zakończenia nerwowe w skórze należą do tak zw. zmysłu temperatury, który służy do odczuwania różnic cieplnych.

Wreszcie wspomnimy tu w kilku chociażby słowach o **zmyśle mięśniowym**, którego siedliskiem jest układ mięśniowy, w mięśniach bowiem mieszczą się odnośne zakończenia nerwowe. Zmysł ten pozwala nam odczuwać stan naszych mięśni, a mianowicie czy

są skurczone lub rozluźnione; zawiadamia nas o stopniu naprężenia mięśni, o mniejszym lub większym wysiłku mięśniowym, wykonanym przez nas przy podnoszeniu ciężarów albo przy pokonywaniu n. p. oporu ciąż gwałtownych.

F) Narządy trawienia.

Gdybyśmy co kilka dni wzięli człowieka wstrzymującego się przez pewien czas od wszelkiego jadła i napoju, przekonalibyśmy się, że traci on wciąż na wadze. Albowiem ustroj żywy podlega tak zw. przemianie materii, ustawicznie się zużywa, a części zużyte są wydalone na zewnątrz przez nerki (mocz), przez płuca z powietrzem wydechanem oraz po części przez skórę. Otóż ażeby wynagradzać owe ponoszone ustawicznie straty, ustroj musi pobierać pokarm. Części pożywne, które dostają się do ustroju z pokarmów, muszą przeniknąć do wszystkich jego zakątków, dokąd je przynosi krew, lecz do tego muszą one być konieczne płynne. Otóż bardzo złożone narządy trawienia mają za zadanie uczynić spożyty pokarm płynnym, umożliwić wessanie części pożywnych i przejście ich do krwi.

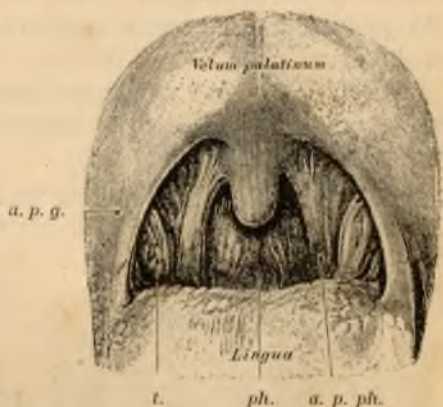


Ryc. 46. Schemat całego przewodu pokarmowego człowieka. A — odbyt, Ca — określnica wstępująca, Cd — określnica zstępująca, Ct — określnica poprzeczna, Dd — jelito cienkie, Gls — ślinianki, Gl. th. — gruczoł tarczowy, — Gl. thy. gr. grasicowy, Lb. — wątroba, Lg. — płuco, Mg. — żołądek, Oe. — przełyk, Pa. — trzustka, Ph. — gardziel, Pv. — wzrostek robaczkowy, R — odbytnica, Vic. — zastawka na granicy jelita cienkiego i określności, Z — przepona.

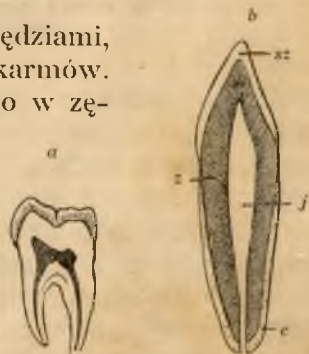
Do narządów trawienia należy przedewszystkiem jama ust wraz z zawartymi w niej zębami i językiem oraz gruczołami ślinowymi, których przewody otwierają się do niej.

Otwór ust (*os*) jest ograniczony ruchomymi wargami (*labia*), a jama ustna zamknięta jest z boków policzkami, w przedniej części u góry podniebieniem twardym (*palatum durum*), na dnie zaś jej mieści się język. Ku tyłowi podniebienie twarde przechodzi w podniebienie miękkie (*palatum molle*), które oddziela tylną część jamy ust od jamy gardzieli. Tylny brzeg podniebienia miękkiego przedłuża się pośrodku w t. zw. języczek (*uvula*), który przy zapaleniu gardła często przekrzywia się na bok. Od podniebienia miękkiego ciągną się zgrubiałe jakby wałki łukowate, jeden ku nasadzie języka jako łuk przedni, drugi ku gardzieli jako łuk tylny. Pomiędzy tymi łukami mieści się z każdej strony tak zwany migdałek (*tonsilla*), często boleśnie obrzmiewający przy zapaleniu gardła. Miękka błona, wyścielająca całe wnętrze jamy ustnej, nosi nazwę błony śluzowej, ponieważ zawiera mnóstwo drobnych gruczołków wydzielających śluz, przez co jest zawsze śliska i wilgotna. Wszystkie wogóle trzewia są wysłane wewnątrz podobną błoną śluzową.

Zęby (*dentes*) są bardzo ważnymi narządami, służą bowiem do żucia i rozdrabniania pokarmów. Każdy ząb składa się z korzenia osadzonego w zębodole szczęki oraz z korony wystającej na zewnątrz. Istota twarda, podobna do kości, z której się składa ząb, nosi nazwę zębiny czyli denty ny; nadto korzeń pokryty jest cienką blaszką zw. cementem, a korona powleczone jest nader twardą błyszczącą powłoką, która zowie się szkliwem albo emalią i jako bardzo oporna chroni koronę zębów od szkodliwych wpływów zewnętrznych. Gdy w którymkolwiek miejscu zęba szkliwo zniszczy się i odpadnie, zębina



Ryc. 47. Podniebienie miękkie (*palatum molle*) wraz z języczkiem i łukami: podniebieniowo-językowym (*a. p. g.*) oraz podniebieniowo-gardzielowym (*a. p. ph.*): *ph.* — jama gardzieli, *t.* — migdałek (*tonsilla*).



Ryc. 46. *a* — Schemat przekroju przez ząb dwukorzeniowy. *b* — Schemat przekroju przez kieł. *sz* — szkliwo (emalia), *c* — cement, *j* — jama, *z* — zębina (denty na).

zostanie obnażona i jako znacznie słabsza i mniej odporna ulegnie łatwo zepsuciu, w zębie utworzy się dziura i będzie on próchnieć coraz więcej. Należy więc usilnie ochraniać emalię, nie gryźć zębami twarde przedmioty, n. p. orzechów, nie narażać zębów na szybkie zmiany temperatury, a więc nie mieszać potraw gorących z zimnymi, nie dłużyć w zębach igłą lub szpilką, wszystko to bowiem nadweręża szkliwo, a więc przyspiesza psucie się zębów. Gdy jednak pomimo wszelkich ostrożności zrobi się choćby mała dziurka w zębie, należy ją koniecznie zaraz zaplombować i w ten sposób ustrzedz ząb od dalszego psucia.

Wewnątrz korzenia zęba istnieje jama wypełniona miękką, żywą tkanką mięszu (*pulpa*), do której dochodzą naczynka krwionośne i zakończenia nerwowe.

U człowieka odróżniamy w szczękę górnej i dolnej po 4 zęby przednie czyli sieczne o koronach ściętnionych, nożowatych, po



Ryc. 49. Zęby ludzkie górne i dolne; z lewej strony siekacze i kłęk, ku prawej trzonowe.

jednym kłęk z każdej strony okoronie szpiczasto zaostrojonej i po 5 zębów trzonowych z każdej strony o koronach szerokich, pokrytych sęczkami. Trzy ostatnie zęby trzonowe mają korzenie o 2—4 odnogach i dlatego są bardzo silnie osadzone. Wszystkich zatem zębów człowiek posiada 32.

W wieku dziecięcym aż do 6—7. roku życia posiada człowiek tylko 20 zębów, zw. młecznymi; później te zęby zaczynają wypadać, a na ich miejsce powstaje uzębienie stałe, złożone już z 32 zębów. Ostatni ząb trzonowy z każdej strony, zw. zębem mądrości, wyrasta najpóźniej, często dopiero w 20. r. życia albo nawet jeszcze później. Zęby sieczne służą do odgryzania kęsów, a szerokie powierzchnie zębów trzonowych nadają się doskonale do rozcierania i żucia. Zęby trzonowe zwierząt mięsożernych mają korony nożowate, służące do siekania i rozrywania mięsa, u roślinożernych zaś zwierząt korony silnie sfalderowane są znakomicie przystosowane do rozcierania twardej części roślinnych. Uzębienie człowieka zajmuje niejako środek pomiędzy uzębieniem zwierząt mięsożernych i roślinożernych tak, że sama już budowa zębów

ludzkich świadczy wymownie, że człowiek jest istotą wszystkożerną czyli że powinien żywić się pokarmem mieszanym, roślinnym i zwierzęcym.

Język (*lingua*) jest również narządem wielkiego znaczenia nie tylko dlatego, że jest siedliskiem zmysłu smaku, ale także z powodu, iż obfituje w liczne mięśnie biegnące w różnych kierunkach, dzięki czemu może on wykonywać różnorodne ruchy. Gdy żujemy pokarm w ustach, język przerzuca go jakby łopatą z miejsca na miejsce, przynosi ku zębom trzonowym w prawo i lewo, wskutek czego pokarm miesza się dokładnie ze śliną, wreszcie urabia go w kęs zaokrąglony, a przyjmując kształt jakby łyżeczki, zagina się wierzchołkiem ku górze i tyłowi, przez co kęs jest przeniesiony wtył ku podniebieniu miękkiemu, gdzie zostaje połknięty. Ważne jest to, że błona słuzowa języka odznacza się znaczną wrażliwością dotykową; zapomocą języka odnajdujemy też w kęsie pokarmowym najdrobniejsze ciała ostre lub twarde, ość, kostkę lub pestkę.

Ślinianki. Do jamy ust otwierają się przewody trzech par ślinianek czyli gruczołów wydzielających ślinę. Z każdej strony znajdujemy jeden taki gruczoł poniżej ucha, jeden w okolicy kąta szczęki dolnej oraz jeden pod językiem (ślinianka poduszna, podszczękowa i podjęzykowa). Ślina zwilża pokarm, przez co łatwiej może być połknięty i przesunięty przez gardziel i przełyk; pod tym względem ze śliną współdziała śluz obficie w ustach wydzielany.



Ryc. 50. Gruczoły ślinowe czyli ślinianki (poduszna, podszczękowa i podjęzykowa).

Prócz tego ślina działa do pewnego stopnia chemicznie na niektóre składniki pokarmu, a mianowicie zamienia skrobię na dekstrynę, a w dalszym ciągu na cukier, zamiana ta odbywa się dzięki obecności w ślinie szczególnego ciała chemicznego, t. zw. ślinnika czyli ptyaliny.

Gardziel, przełyk, żołądek. Połknięty pokarm dostaje się do gardzieli (*pharynx*), mięsistego worka, z którego przechodzi do długiej wężkiej cewki zw. przełykiem (*oesophagus*). Do gardzieli otwiera się z przodu jama ust, od przodu także i z góry dochodzą do niej tylne otwory nosowe, z boków i u góry znajdują się ujścia trąbek Eustachego, wreszcie od dołu prowadzi jeden otwór przedni do krtani, w tyle zaś otworu tego gardziel przedłuża się bezpośrednio

w przełyk, który wiedzie już do żołądka. Otóż pokarm dostawszy się do gardzieli, nie może wejść do jam nosowych, gdyż przeszkadza temu podniebienie miękkie i języczek, do trąbek Eustachego nie przenika z powodu zbyt wysokiego ich położenia, wejście do krtani



Ryc. 51. Przecięcie przez jamę nosową, ustną, gardziel, przełyk i tchawicę.

przy skurczu zaś okrężnych zwęża się to ostatnie. Otóż rozszerzając się coraz dalej w kierunku z góry na dół (ku żołądkowi) i kurcząc się ustawicznie powyżej miejsca, gdzie znajduje się w nim kęs połknięty, mięśnie te przesuwają kęs aż do żołądka. Te ruchy mięśni przełykowych ze względu na pewne ich podobieństwo do ruchów pełzającej dżdżownicy zwą się robaczkowymi.

Żołądek (*stomachus*) jest to obszerny worek o cienkich stosunkowo ścianach, wysłany wewnątrz błoną śluzową i opatrzony



Ryc. 52. Żołądek i część dwunastnicy (*duodenum*).

wiera nieco kwasu solnego (0.3%). Oprócz tego w soku żołądkowym zawarty jest związek chemiczny zw. pepsyną. Pod wpływem tej ostatniej rozmaite ciała białkowe, stanowiące główny składnik mięsa, jaja, sera i innych pożywnych pokarmów, któreto ciała białkowe w zwykłych warunkach są nierozpuszczalne w wodzie, prze-

w chwili połykania jest zamknięte szczególną kłapką zw. nagłośnią, a więc pozostaje tylko droga do przełyku. Jeżeli jednak podczas łykania pokarmu rozmawiamy lub śmiejemy się i nagłośnia odmyka się, przez co okruszynka pokarmu lub kropla cieczy może wpaść do krtani, wówczas następuje zakrztuszenie, a z kolei kaszel, przez co cząstki te zostają wydalone z krtani. Przy zakrztuszeniu pokarmem płynnym krople jego mogą niekiedy dostać się z gardzieli do nosa.

Ściana przełyku opatrzona jest warstwą mięśni podłużnych i okrężnych; podłużne, kurcząc się, rozszerzają światło przełyku,

mięśniami. Otwór wiodący z przełyku do żołądka zowie się wpustem (*cardia*), otwór zaś na granicy żołądka i jelit zowie się oddźwiernikiem (*pylorus*); oba są zamknięte silnymi okrężnymi mięśniami i tylko w miarę potrzeby otwierają się.

W błonie śluzowej żołądka znajdują się liczne drobne gruczołki wydzielające sok żołądkowy, który ma smak kwaśny, gdyż za-

kształcają się w tak zw. peptony czyli białka rozpuszczalne. Można się o tem przekonać doświadczalnie, gdy 0.1 grama pepsyny rozpuścimy w dziesięciu sześciennych centymetrach wody, dodamy 10 kropli kwasu solnego i gdy do tej cieczy włożymy kawałek rozdrobnionego kurzego białka, ugotowanego na twardo, albo też mały kawałek mięsa. W ciepłym miejscu już po kilku godzinach białko albo mięso rozpuści się w cieczy, jak cukier w wodzie, a pozostaną tylko nieznaczne twarde szczątki włókniste. Kwas solny ma jeszcze takie znaczenie, że zabija liczne bakterye i inne chorobotwórcze drobnoustroje, które nieraz w ogromnej liczbie dostają się do żołądka z wodą i pokarmami.

Pokarmy płynne bywają w znacznej części bezpośrednio pochłaniane przez ściany żołądka, dostając się do naczyń krwionośnych, które oplatają te ściany. Stałe natomiast pokarmy, zmieszane ze śluzem, śliną i sokiem żołądkowym, tworzą t. zw. miazgę (*chymus*) napół płynną, podobną do kłajstru.

Dopóki w żołądku nie wytworzy się dostatecznie płynna i miękka miazga, oddźwiernik nie wypuszcza zawartości żołądka. Gdy zaś trawienie żołądkowe już się skończyło, oddźwiernik otwiera się i przepuszcza miazgę do jelit cienkich.

Ażeby ułatwić trawienie żołądkowe, należy przedewszystkiem dobrze zżuć pokarm i mieszać go należycie ze śliną; połykanie niedogryzionych kawałków pokarmu, co zdarza się przy zbyt pospiesznym jedzeniu, jest bardzo niezdrowe. Podczas jedzenia nie należy także pić wiele wody, albowiem ona rozcieńcza sok żołądkowy, co utrudnia trawienie. Wreszcie alkohol pod wszelką postacią szkodzi trawieniu, albowiem wiadomo, że gdy do wody, w której rozpuszczona jest pepsyna, dodamy alkoholu, pepsyna straci się jako białawy osad i stanie się nieczynną. Jest to więc jeden z największych przesądów, że piwo, wino lub wódka dopomagają trawieniu, przeciwnie napoje te szkodzą żołądkowi, a wiadomo zresztą, że wszyscy alkoholicy chorują na żołądek. Tak zw. zgaga czyli przykre palenie w żołądku wywołane przez podrażnienie jego błony śluzowej występuje bardzo często po użyciu napoju alkoholowego.

Jelito i jego gruczoły. Miazga pokarmowa dostaje się zatem z żołądka do jelita albo kiszek, długiej bardzo rury, przenoszącej 4 do 5 razy długość ciała i tworzącej liczne skręty w jamie brzusznej. Zewnętrzną powierzchnię jelita, żołądka i innych trzewi jamy brzusznej, jako też wewnętrzną powierzchnię ścianek jamy brzusznej powleka błona zw. otrzewną (*peritoneum*). Zapomocą fałdów tej błony (krezek) trzewia są przymocowane do grzbietowej ściany brzucha, prócz tego fałdy otrzewnej łączą jedne trzewia z drugimi. Pierwsze $\frac{2}{3}$ części jelita są cieńsze od ostatniej $\frac{1}{3}$, dlatego też przedni dłuższy oddział zowie się jelitem cienkim, tylny zaś, krótszy — jelitem grubym.

Jelito cienkie. Ta część jęgo, która jest najbliższa żołądka, zowie się dwunastnicą (dlatego, że długość jej równa się szero-

kości dwunastu palców). Do dwunastnicy uchodzą przewody dwóch ważnych gruczołów: wątroby, która wytwarza żółć, i trzustki, wytwarzającej sok trzustkowy. Dwa dalsze znacznie dłuższe oddziały jelita cienkiego zwą się: j. czczem i biodrowem.

Wątroba (*hepar*) jest to wielki gruczoł barwy brunatnej, leżący z prawej strony w górnej części jamy brzusznej tuż pod przeponą. Zawiera ona wielokątne komórki, pomiędzy którymi przebiegają nader delikatne kanaliki, tworzące coraz większe pnie i złączone wreszcie w jeden wspólny przewód żółciowy. W związku z tym przewodem znajduje się pęcherzyk żółciowy czyli zbiornik, gdzie gromadzą się większe zapasy żółci. Przewód żółciowy otwiera się, jak powiedzieliśmy, do dwunastnicy. Należy jeszcze dodać, że wątroba obfituje w liczne naczynka krwionośne, a szczególnie ważne są rozgałęzienia żyły wrotnej (*vena portae*), która przynosi wątrobie krew żylną (patrz niżej) z różnych trzewi. Żółć jest cieczą barwy zielonawo-żółtej, smaku gorzkiego. Ma ona bardzo ważne znaczenie dla trawienia tłuszczów, miesza się z nimi dokładnie, rozdrabniając je na bardzo drobnitkie kropelki, przez co łatwiej mogą być wessane; prócz tego żółć zmienia tłuszcze chemicznie.

Trzustka jest to gruczoł wydłużony, który mieści się pomiędzy żołądkiem i dwunastnicą: przewód jej wspólnie z żółciowym uchodzi do dwunastnicy. Wydzielina jej, sok trzustkowy, działa na różne pokarmy w rozmaity sposób: skrobię zamienia na cukier (jak ślina), białka na peptony (jak sok żołądkowy), a na tłuszcze działa po części tak samo jak żółć, ułatwiając ich wessanie. Żółć i sok trzustkowy odgrywają zatem, jak widzimy, doniosłą rolę w procesie trawienia. Prócz tego inne jeszcze soki współdziałają z nimi, a mianowicie wydzielane przez liczne drobne gruczoły zawarte w ściankach kiszek, t. zw. gruczoły Brunnera i Lieberkühna.

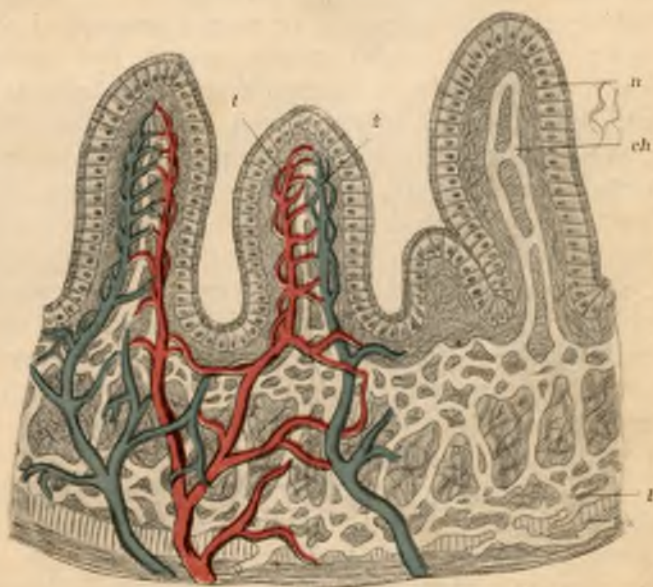
Pod wpływem wszystkich tych soków miazga pokarmowa zmienia się w jelicie cienkim na płyn gęsty, białawy zw. mleczkiem (*chylus*). Z tego mleczka ścianki jelita pochłaniają i wysysają wszystko, co tylko da się wyssać, a części pozostałe, bardziej zgęszczone dzięki wessaniu z nich cieczy, przechodzą do jelita grubego, gdzie jeszcze odbywa się pochłanianie pewnych części pożywnych, a reszta tworzy już kał, który zostaje wydalony na zewnątrz.

Najważniejsze znaczenie przy wchłanianiu z mleczka części pożywnych posiadają w jelicie cienkim t. zw. kosmki czyli drobne nitkowate twory, około milimetra wysokie, palcowate, pokrywające całą wewnętrzną powierzchnię jelita cienkiego i nadające jej wygląd jakby aksamitu.

Każdy kosmek pokryty jest jednowarstwowym słupkowym nabłonkiem, powlekającym wogóle błonę śluzową jelita, wewnątrz zaś

kosmek zawiera bardzo luźną tkankę obfitującą w naczynka krwionośne. Samym zaś środkiem kosmka biegnie ślepo zamknięta na wierzchołku cewka zw. chłonicą. Otóż te chłonicy pojedynczych kosmków mają szczególną własność pochłaniania czyli wysysania części płynnych z mleczka. W ścianie jelita chłonicy te łączą się z sobą w większe gałęzie, które wreszcie zbiegają się w jeden główny pień limfatyczny czyli przewód piersiowy (*ductus thoracicus*), który ciągnie się wzdłuż kręgosłupa, przebija przeponę, przechodzi do jamy piersiowej i otwiera się do lewej żyły podobojczykowej. W ten sposób wessane przez chłonicy mleczko dostaje się za pośrednictwem owego przewodu piersiowego do krwi, która krążąc w naczyniach po całym ciele (patrz niżej), roznosi pożywe części do wszystkich okolic ustroju. Nie tylko je-

dnak chłonicy pochłaniają z mleczka soki pożywe; rolę tę spełniają także po części same naczynka krwionośne w ścianach żołądka i jelit, pochłaniające bezpośrednio pewne części płynne z miazgi (w żołądku) i mleczka (w jelitach).



Ryc. 53. Schemat mikroskopowej budowy kosmków jelitowych. W każdym z kosmków widać na powierzchni nabłonek (*n*), wewnątrz naczynko chłonicowe (*ch*), dokoła zaś tegoż naczynka włoskowate wybiegające z tętniczki (*t*), a łączące się w żyłkę (*z*). W głębi błony śluzowej pod kosmkami widać sieć naczyń chłonicowych czyli limfatycznych (*l*).

Jelito grube, gdzie, jak powiedzieliśmy, odbywa się w dalszym ciągu wchłanianie części pożywnych i formuje się kał, zaczyna się w dolnej części prawej okolicy brzucha. Na granicy jelita cienkiego i grubego znajduje się fałd błony śluzowej czyli zastawka, która nie pozwala zawartości jelita grubego powrócić do cienkiego. Przy początku tworzy jelito grube wypuklinę ślepo zakończoną (jelito ślepe), na której znajduje się jeszcze bardzo cieniutki wyrostek robaczkowy. Jelito ślepe wraz z owym wyrostkiem są częściami szczątkowemi: nie tylko, że nie są człowiekowi do niczego

potrzebne, lecz nawet niekiedy bywają szkodliwe; szczególnie u dzieci wyrostek robaczkowy ulega często niebezpiecznym zapaleniom, zwłaszcza, gdy dostają się do niego połknięte przypadkowo twarde ciała, pestki, kostki, nie mogące się samątąd wydostać z powodu wąskiego przejścia. Końcowy oddział jelita grubego nosi nazwę odbytnicy czyli jelita prostego (*rectum*).

O przemianie materji i pokarmach. Powiedzieliśmy już wyżej, że ciało każdego ustroju podlega za życia chemicznej przemianie materji. Jak w maszynie czynnej i pracującej spala się węgiel i zużywa woda, a części zużyte muszą być zastąpione nowemi, tak i w żyjącym ustroju zużywają się różne składniki ciała, spalają się niejako, a części zużyte, wydalone na zewnątrz przez płuca, skórę i nerki, muszą być zastąpione nowemi. Najważniejszymi składnikami ciała, które ulegają tej przemianie materji, są związki organiczne, a mianowicie ciała białkowe zawierające azot, węgiel, wodór, siarkę, tlen, dalej ciała bezazotowe, zawierające węgiel, wodór i tlen, do których należą tłuszcze oraz węglowodany (n. p. skrobia, cukier). Oprócz tego ważnymi składnikami ciała są woda i sole mineralne. Ponieważ pokarmy mają wynagradzać ustrojowi straty poniesione przez przemianę materji, wynika z tego, że w pokarmach muszą się znajdować ciała białkowe, tłuszcze, węglowodany, woda i pewne sole mineralne.

Najważniejszymi pokarmami zawierającymi bardzo znaczne ilości białka są: mięso, mleko (białko w niem zawarte nosi nazwę sernika), jaja, ziarna roślin strąkowych, n. p. grochu, bobu, fasoli, oraz mąka z ziarn zbożowych. Pokarmy białkowe są najpożywniejsze ze wszystkich, albowiem z nich głównie powstają najważniejsze chemiczne składniki krwi, mózgu, nerwów i wogóle najważniejsze związki chemiczne komórek, z których złożony jest organizm. Pokarm mięsny jest bardzo zdrowy, lecz nie należy go spożywać w nadmiernej ilości, gdyż to szkodzi normalnej przemianie materji. Mleko jest bardzo zdrowe i pożywne, lecz pod żadnym pozorem nie należy pić słodkiego mleka w stanie surowym (niegotowane), gdyż w ten sposób łatwo się można nabawić jakiejś choroby zakaźnej. Z węglowodanów spożywamy głównie cukier i skrobię, która znajduje się obficie w ziarnach zbóż i roślin strąkowych, a szczególnie w kartoflach, cukier zaś znajduje się w owocach i jarzynach.

Tłuszcze spożywamy również pod najrozmaitszą postacią jako masło, oliwę, smalec i słoninę. Ponieważ łatwo się utleniają w ustroju, przeto są one najważniejszym źródłem ciepła i dlatego w krajach północnych ludzie instynktownie spożywają więcej tłuszczów (n. p. Grenlandczycy piją tran), aniżeli w południowych.

TABLICA I.



Tablica ilustrująca szkodliwy wpływ alkoholu na ustrój ludzki. W górnym szeregu z lewej strony żołądek ludzki normalny w przekroju podłużnym, z prawej strony wątroba ludzka normalna. — W następnym szeregu żołądek pijaka w przekroju, chorobliwie powiększony wskutek chronicznego kataru i wątroba (z prawej strony) pijaka, nadmiernie chorobowo powiększona (stłuszczone). — W trzecim szeregu z lewej strony serce normalne, pośrodku serce stłuszczone u pijaka, a z prawej strony zanik wątroby wskutek zapalenia u alkoholika. — W dolnym (czwartym) szeregu serce w całości i w przekroju chorobowo (hypertrofia mięśnia sercowego) powiększone wskutek działania alkoholu, zwłaszcza używania wielkiej ilości piwa; na prawo nerka normalna i nerka chorobowo zmniejszona wskutek zapalenia u alkoholika. — Wszędzie jest zachowany stosunek wielkości. (Zmniejszone).

Wodę spożywamy w stanie surowym jako taką, a także w różnych innych napojach oraz we wszystkich wogóle pokarmach roślinnych i zwierzęcych (w mięsie ilość wody wynosi około 70%). Niedobrze jest przyzwyczajać się do częstego picia wody, albowiem po pierwsze zbyt wielka jej ilość zanafto rozcieńcza soki trawiące i powiększa masę wody we krwi, a po drugie niezawsze mamy zupełnie dobrą wodę do picia, n. p. woda z rzek, stawów, otwartych studzien często zawiera szkodliwe bakterye, a pijąc ją w stanie surowym, można się niekiedy nabawić tyfusu lub innej choroby zakaźnej. Prócz wody używamy z pokarmów mineralnych soli kuchennej, którą dodajemy do bardzo wielu potraw. Tak zw. korzenie, jak pieprz, cynamon, wanilia, goździki, albo używki, jak kawa, herbata, są bardzo mało pożywne, a używane bywają bądź dla dodania smaku potrawom, bądź dla pobudzenia układu nerwowego. Nadużywanie ich jest bardzo szkodliwe. Podobnie też i pożywność napojów alkoholowych jest nader mała, stanowią one tylko podniecie dla systemu nerwowego, a o wielkiej ich szkodliwości już wyżej była mowa. Używanie alkoholu wywołuje niebezpieczne dla zdrowia i życia ludzkiego skutki; następuje przerost i osłabienie serca, wątroba chorobliwie się powiększa i twardnieje i t. d.; zgubne skutki te najlepiej są widoczne z załączonej tablicy.

4 G) Układ naczyniowy.

Krew krążąca w naszym ciele jest cieczą niezmiernie ważną. W płynnem jej osoczu zawieszone są miliardy drobnutkich komórek, mających kształt okrągłych tarcz, pośrodku z obu stron wklęsłych; średnica takiego ciałka wynosi 0.0077 milimetra. Komórki te noszą nazwę czerwonych ciałek krwi albo krwinek; mają one barwę żółto-czerwonawą, która pochodzi od swoistego ciała białkowego, zawierającego żelazo i zwanego hemoglobina. Ciało to łatwo łączy się z tlenem, a połączenie to nosi nazwę oksyhemoglobiny. Ciałka te nadają właśnie krwi barwę czerwoną. Można sobie wyobrazić, jak olbrzymią jest liczba tych ciałek we krwi ludzkiej, skoro w jednym sześciennym milimetrze tejże znajduje się ich 4—5 milionów. Oprócz nich znajdują się jeszcze we krwi, lecz w ilości bez porównania mniejszej, białe ciałka krwi czyli bezbarwne, drobne komórki, o zmiennych kształtach, poruszające się zapomocą plazmatycznych wypustek na podobieństwo pelzaka (*ameby*).

W naczyniach krwionośnych krew jest ciekłą, lecz wypuszczona z naczyń wkrótce zamienia się w galaretę i krzepnie, a krzepnięcie to następuje wskutek wytwarzania się coraz to liczniejszych włókien,

nek i nitek, t. zw. włóknika. Pomiedzy nitkami tego ostatniego są uwiecznione czerwone ciółka krwi (także i białe); dlatego ten skrzep jest barwy ciemno-czerwonej; oddziela się on od cieczy bezbarwnej, wodnistej zw. surowicą (*serum*); surowica krwi jest to więc osocze pozbawione włóknika i ciółek krwi. Surowica zawiera ciółka białkowe, węglowodany i tłuszcze,



A



B



C

Ryc. 54. A — Część śiatki naczyń włoskowatych z krwinkami wewnątrz. B — Krwinki (czerwone ciółka krwi) ludzkie, z lewej strony krwinka z góry widziana, z kolei krwinka zwrócona kantem, dalej szereg krwinek zlepionych z sobą w postaci rulonu monet. C — Białe czyli bezbarwne ciółka krwi, zmieniające wciąż swą postać. (Pod mikroskopem).

kowe, węglowodany i tłuszcze, a także wiele wody i różne sole mineralne, zawiera więc wszystkie składniki chemiczne niezbędne do odżywiania ciółka. Czerwone zaś ciółka krwi, dzięki obecności w nich hemoglobiny, cheiwie pochłaniają tlen z powietrza w płucach podczas krążenia krwi, a nasycone tlenem roznoszą go do wszystkich zakątków ustroju i udzielają tkankom otaczającym. W tkankach odbywa się łączenie tlenu z węglem tkanek czyli powolne utlenianie, spalanie, a produkt tego utleniania: kwas węglowy albo bezwodnik węglowy (CO_2) przenika z kolei do krwi, która zanosi go do płuc i tam zwraca wydychanemu powietrzu. Gdyby krew nie roznosiła tlenu i gdyby nie odprowadzała z tkanek bezwodnika węglowego, życie ustroju wnetby ustało, nastąpiłoby uduszenie. Krew nie tylko więc odżywia ciółka, dowożąc wszystkim jego tkankom części pożywne, ale nadto jest roznosicielką tlenu, dla życia ustroju niezbędnego i zabiera z tkanek części zużyte, niepotrzebne. Krew obfitująca w tlen ma barwę jasno-czerwoną i nazywa się tę-

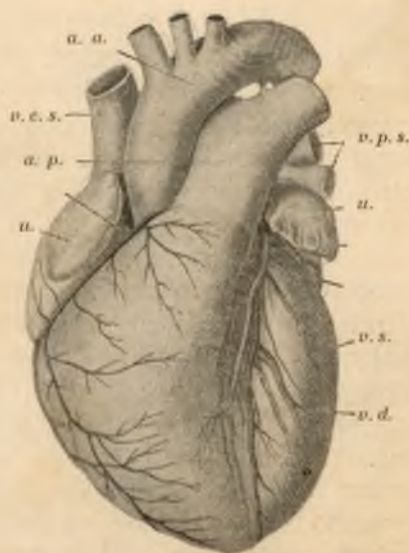
tniczą, krew zaś zawierająca mało tlenu, a obfitująca w bezwodnik węglowy jest barwy ciemno-czerwonej i zowie się żylną.

Ażeby krew mogła spełnić doniosłą funkcję odżywiania ciółka i roznoszenia tlenu, musi ona wciąż krążyć po ciele. Narządami krążenia są: serce oraz naczynia krwionośne.

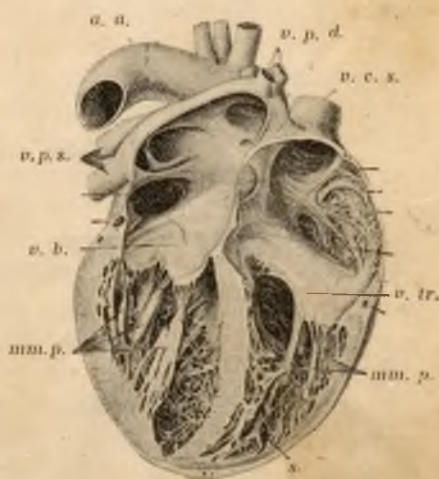
Serce (*cor*) jest to worek mięsisty o grubych ścianach, kształtu stożkowego, leżący w klatce piersiowej niezupełnie symetrycznie,

albowiem jego dolna zwężona część czyli t. zw. wierzchołek przechylony jest na lewo; dlatego trzymając z lewej strony dłoń na piersi, czujemy uderzenia serca. Jest ono otoczone workiem błoniastym, t. zw. osierdziem (*pericardium*). Serce jest podzielone podłużną przegrodą na połowę prawą i lewą; w lewej znajduje się krew jasno-czerwona, w prawej zaś ciemnoczerwona. Każda z tych połów podzielona jest na część mniejszą górną, zwaną przedsionkiem (*atrium*), oraz na znacznie większą dolną, zw. komorą (*ventriculus*). Odróżniamy więc prawy i lewy przedsionek oraz prawą i lewą komorę sercową. Na granicy prawego przedsionka i prawej komory znajduje się błoniasta zastawka, zw. trójdzielną, gdyż składa się z trzech jakby żagielków trójkątnych. Na granicy zaś lewego przedsionka i lewej komory istnieje także zastawka dwudzielna, złożona z dwóch błoniastych żagielków. Zastawki te są tak urządzone, że przepuszczają krew z przedsionka do odpowiedniej komory, lecz nie przepuszczają ani kropli z komory do przedsionka.

Z serca rozpoczynają się naczynia krwionośne, a mianowicie tętnice (*arteriae*) i żyły (*venae*); pierwszemi krew z serca wypływa, drugimi zaś powraca do serca. Tętnice są to rury o ścianach grubych, obfitujących w mięśnie (gładkie) i bardzo sprężystych, dlatego też ścianka ich po przecięciu nie zapada się (jak rura gumowa). Natomiast żyły mają ściany o wiele cieńsze, słabiej umięśnione, niesprężyste i dlatego po przecięciu zapadają się i zamykają światło. Główna tętnica wybiega z lewej komory



Ryc. 55. **Serce**, z przodu. *v. d.* — komora prawa, *v. s.* — komora lewa, *a. p.* — tętnica płucna, *a. a.* — łuk aorty, *u.* — uszkowate wypukliny (*auriculae*) przedsionków, *v. c. s.* — żyła czeza czyli główna górna, *v. p. s.* — żyły płucne lewe.



Ryc. 56. **Przecięcie przez serce**, na którym widać przegrodę sercową (*septum*) — *s.*, zastawkę przedsionkowo-komorową prawą czyli trójdzielną (*v. tr.*) oraz lewą czyli dwudzielną (*v. b.*), mięśnie brodawkowe (*mm. p.*), łuk aorty (*a. a.*), żyły płucne lewe (*v. p. s.*), żyłę czeza czyli główną górną (*v. c. s.*), żyły płucne prawe (*v. p. d.*).

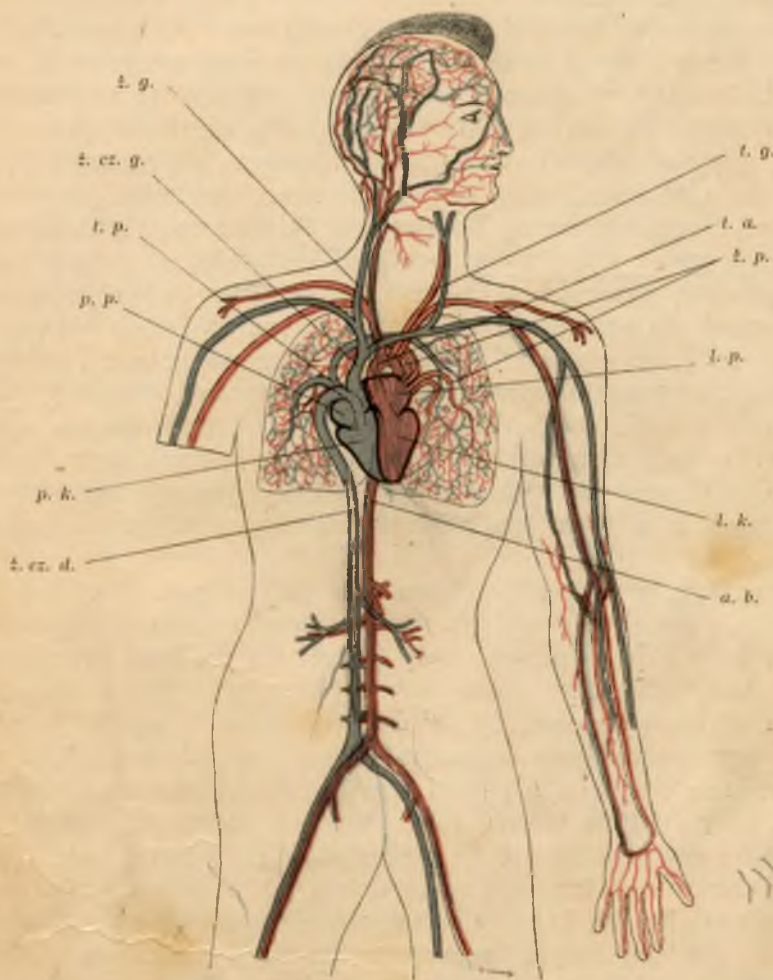
serca i zowie się aortą; u samego jej początku znajdują się zastawki w postaci trzech błoniastych kieszzonek zwróconych wgłębieniami swojemi w stronę światła aorty. Zastawki te pozwalają krwi przechodzić z serca do aorty, ale nie przepuszczają ani kropli napowrót z aorty do serca, albowiem pod wpływem parcia cieczy od strony aorty wypełniają się krwią i naprężają tak, że brzegami swymi szczelnie się schodzą.

Aorta po opuszczeniu serca zagina się łukowato wtył, a następnie biegnie ku dołowi wzdłuż kręgosłupa, tworząc na całej swej drodze oraz na dolnym końcu odnogi czyli gałęzie, które przenikają do mięśni, kości, trzewi, błon mózgowych i rdzeniowych, skóry, słowem do wszystkich części ciała, dzieląc się na coraz cieńsze gałązki. Coraz drobniejsze gałązki tętnicze mają także coraz to cieńsze ścianki tak, że wreszcie te ostatnie są utworzone już tylko przez jedną warstwę mocno spłaszczonych komórek. Rozgałęzienia tętnic przechodzą ostatecznie w delikatną siateczkę drobniotkich naczynek widzialnych tylko pod mikroskopem i zwanych włoskowatemi. Od nich pochodzi różowy lub czerwony kolor mięśni i wielu trzewi. Krew z tętnic ciała dostaje się do tych naczynek włoskowatych, a przez ich cieniutkie ścianki przenikają ze krwi do otaczających tkanek części pożywne: prócz tego odbywa się wymiana gazów, mianowicie krew oddaje tkankom tlen, a zabiera im bezwodnik węglowy. Stając się wskutek tego ubogą w tlen, krew nabiera barwy ciemno-czerwonej i jako taka przechodzi z naczynek włoskowatych do większych naczyń czyli żył, które łączą się z sobą w coraz to grubsze pnie. Te pnie żyłne z kolei zbiegają się w górnej okolicy ciała w jeden wspólny pień — żyłę czezą górną (*vena cava superior*), a w dolnej okolicy ciała również w pień wspólny, zwany żyłą czezą dolną (*v. cava inferior*).

Te dwie główne żyły prowadzą krew żylną do serca, a mianowicie do prawego jego przedsionka. W taki sposób krew jasno-czerwona, wypływająca z serca przez aortę i przenikająca tętnicami do naczyń włoskowatych całego ciała, powraca znów do serca jako zużyta, obfitująca w bezwodnik węglowy, a przeto ciemno-czerwona, żylna.

Otóż z prawego przedsionka sercowego krew żylna przenika do prawej komory, stąd przez tętnicę płucną, u której początku, jak u początku aorty, znajdują się zastawki kieszonkowate, dostaje się do płuc, gdzie znów przenika aż do ich naczyń włoskowatych. W płucach oddaje ona powietrzu bezwodnik węglowy, pochłania natomiast z niego nowy zapas tlenu, staje się znów jasno-czerwoną i jako taka powraca do serca przez żyły płucne, a mianowicie do lewego przedsionka. Stąd przenika do lewej komory i wreszcie znów przez aortę do tętnic ciała.

Z tego, co wyżej powiedziano, wynika, że w każdej części ciała znajdują się oprócz naczyń włoskowatych tętnice i żyły. Te ostatnie biegną zwykle obok siebie lub niezbyt oddalone, przyczem tętnice



Ryc. 57. Schemat narządów krążenia krwi u człowieka. *l. p.* — lewy przedsionek serca, *l. k.* — lewa komora serca, *p. p.* — prawy przedsionek serca, *p. k.* — prawa komora serca, *t. a.* — łuk aorty, *a. b.* — aorta brzuszna, *ż. cz. d.* — żyła główna (czeza) dolna, *ż. cz. g.* — żyła główna (czeza) górna, *ż. g.* — żyła głowowa, *t. g.* — tętnica głowowa, *ż. p.* — żyły płucne, *t. p.* — tętnice płucne. Na rysunku tym, jako schemacie, nie są zachowane stosunki wielkości, serce n. p. jest za wielkie, płuca za małe. Tętnice są czerwone, żyły niebieskie.

są zwykle głębiej ukryte, a żyły biegną bardziej powierzchownie, widać je n. p. na grzbietowej stronie dłoni tuż pod skórą. Tętnice można wyczuć, ponieważ one tętnią (puls); dzieje się zaś tak dlatego, że krew przenikająca do nich za każdym skurczem serca powoduje

lekkie rozszerzenie ich sprężystej ścianki. W pewnych miejscach ciała, n. p. na dolnej stronie końcowej części podramienia, od strony wielkiego palca, tętnica przebiega dosyć powierzchownie i tutaj przeto lekarz bada puls chorego.

Skurcze serca, które doskonale można wyczuć, trzymając dłoń na piersi nieco z lewej strony, odbywają się bardzo regularnie, zwykle około 70 razy na minutę (bicie serca). Skurcze te zachodzą tak, że na przemian kurczą się jednocześnie oba przedsionki, potem obie komory, gdy zaś przedsionki się kurczą, komory się rozkurczają i na odwrót. Po rozkurczu komór następuje zawsze chwilowa pauza, podczas której mięsień sercowy odpoczywa. Gdy kurczą się obydwie komory, wówczas z lewej krew przenika do aorty, z prawej zaś do tętnicy płucnej, ponieważ zaś równocześnie rozkurczają się oba przedsionki, przeto do prawego z nich przenika krew z dwóch żył cieczych, a do lewego z żył płucnych. Przy rozkurczu zaś komór i jednocześnie skurczu przedsionków krew z tych ostatnich przenika do odpowiednich komór. Zastawki przedsionkowo-komorowe nie pozwalają krwi wrócić z komór do przedsionków przy skurczu komór, zastawki zaś przy początku aorty i tętnicy płucnej nie pozwalają krwi powrócić z tych tętnic do komór w chwili rozkurczu tych ostatnich.

Krew, krążąc po ciele, odbywa dwie jakby drogi: 1) wielką drogę czyli obieg z lewej komory przez aortę, tętnice ciała, naczynia włoskowate, żyły i dwie główne żyły (cieczce) do prawego przedsionka, oraz 2) małą drogę czyli obieg z prawej komory przez tętnicę płucną, naczynia włoskowate płuc, żyły płucne do lewego przedsionka. Obieg wielki rozprowadza jasno-czerwoną krew po całym ciele, a więc ma za zadanie odżywianie ciała i dowóz tlenu do tkanek, obieg mały natomiast umożliwia odświeżenie krwi w płucach, zaopatrzenie jej w tlen i czyni ją zdolną do ponownego obiegu po całym ciele. Podczas całego tego krążenia serce działa jak pompa ssąca oraz tłocznią; gdy się kurczą komory, krew zostaje wtłoczona do tętnic, jak woda do rur gumowych zapomocą pompy w sikawce pożarnej, a sprężyste ścianki tętnic, kurcząc się, posuwają krew coraz dalej aż do naczyń włoskowatych, skąd przechodzi ona do żył. Gdy się rozkurczają oba przedsionki, serce działa niby pompa ssąca na krew głównych pni żylnych, które do serca uchodzą. Zastawki kieszonkowe, znajdujące się w różnych miejscach większych żył ciała, działają w ten sposób, że zmuszają krew do płynięcia w kierunku serca.

Krążenie krwi podlega ustawicznemu wpływowi układu nerwowego, który je reguluje, dlategogo wszelkie wzruszenia, wstrząśnienia nerwowe działają na serce i na całe krążenie (przyśpieszone bi-

2

cie serca podczas strachu lub radości, blednienie i czerwienienie się czyli mniejszy lub większy dopływ krwi do twarzy, nagły odpływ krwi od mózgu i następujące wskutek tego zemdlenie pod wpływem potężnego jakiegoś wzruszenia). Środki działające podniecająco na układ nerwowy, jak mocna kawa i herbata, alkohol, tytoń, przyspieszają także bicie serca, a gdy są używane w zbyt wielkiej ilości, łatwo mogą spowodować chorobę sercową. Zbyt wielkie i częste zmęczenie fizyczne, n. p. zbyt forsowna i długa jazda na kole albo zbyt utrudzające wycieczki przyspieszają ogromnie bicie serca, potęgują nadmiernie jego pracę i mogą spowodować cierpienie tego najważniejszego narządu, n. p. przerost mięśnia sercowego.

Limfa i układ limfatyczny. Przez ścianki naczyń włoskowatych przenikają ze krwi do otaczających tkanek rozmaite substancje płynne, lecz nie wszystkie one bywają zużyte. Otóż te niezużyte soki zbierają się w tkankach jako ciecz bezbarwna, zw. limfą, wysysana przez specjalne naczynka o bardzo cienkich i wiotkich ściankach, t. zw. naczynia limfatyczne. Oprócz płynnego osocza limfa zawiera liczne komórki pełzakowatego kształtu, zupełnie podobne do bezbarwnych ciałek krwi; są to t. zw. ciałka limfatyczne albo leukocyty. Naczynia limfatyczne łączą się w coraz większe gałęzie, a główne ich pnie otwierają się do żył w szyjowej okolicy ciała. W ten sposób niezużyte substancje dostają się napowrót do krwi i mogą dalej służyć do odżywiania ciała. Nadto, jak wiemy, naczynka limfatyczne znajdują się także w kosmkach jelit, gdzie wysysają płynne mleczko z pokarmów, zanosząc je również do krwi za pośrednictwem przewodu piersiowego.

W przebiegu naczyń limfatycznych znajdują się liczne białawe gruczoły limfatyczne, ciałka mające wielkość prosa lub fasoli; limfa przepływa przez nie jakby przez filtr, zabierając z sobą leukocyty, które tam się wytwarzają w miąższu tych gruczołów przez ciągłe dzielenie się komórek. Ponieważ naczynia limfatyczne uchodzą do żył, przeto leukocyty dostają się do krwi, tworząc białe jej ciałka. Czerwone ciałka krwi wytwarzają się głównie w wielkim gruczole limfatycznym, barwy fioletowo-czerwonej, leżącym z lewej strony żołądka i zwanym śledzioną (*lien*), którego czynności nie są jeszcze dokładnie poznane. Nadto czerwone ciałka krwi wytwarzają się także w szpiku kostnym, skąd również dostają się do krwi.

W niektórych miejscach ciała, n. p. pod skórą szyi, w pachwinie, pod pachą, gruczoły limfatyczne są nagromadzone w większej ilości i można je tutaj wyczuć palcami. Gdy następuje zakażenie, n. p. przez dostanie się pewnych szkodliwych bakterii do otwartej rany na rękę lub nodze, wtedy naczynia limfatyczne wysysają owe substancje szkodliwe, a te ostatnie są zatrzymane jakby na filtrze w naj-

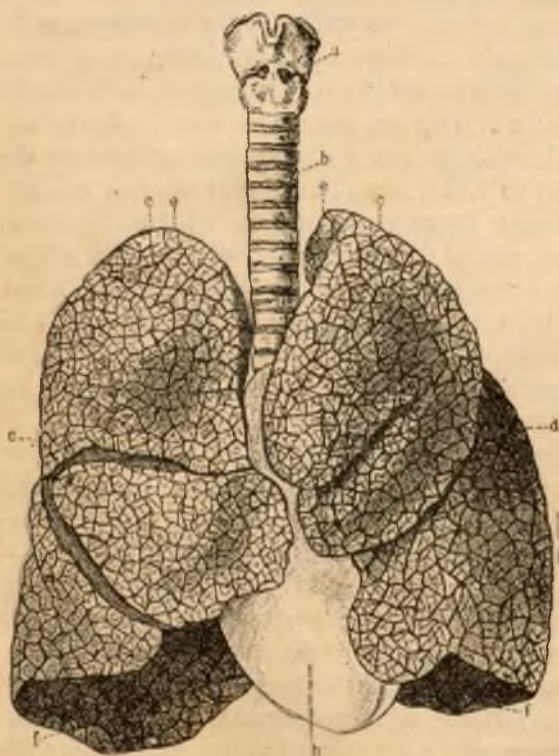
blizszych gruczołach limfatycznych, które boleśnie obrzękają. Często także przy obieraniu się n. p. palca u ręki brzękną nam gruczoły pod pachą i powiadamy wówczas, że ciągnie nas pod pachą; przy psuciu się zęba lub zapaleniu gardła powiększają się w sposób bolesny pewne gruczoły limfatyczne na szyi lub pod szczęką.

8-

H) Oddychanie i narządy oddechowe. 29.5-

Człowiek i zwierzęta, dopóki żyją, ustawicznie oddychają. Nosem lub ustami wciągają powietrze do płuc czyli wdychają, następnie je z płuc wydają — wydychają. Powietrze wydychane różni się bardzo od wdychanego. Wiadomo, że powietrze jest mieszaniną

kilku gazów, a mianowicie: na 100 części objętościowych znajdujemy w niem zwykle 21 części tlenu, około 78 azotu i bardzo nieznaczną, około 0.03 części, dwutlenku węgla czyli bezwodnika węglowego, oprócz nader nieznacznych domieszek innych jeszcze gazów, jak argonu lub helu. Otóż powietrze wydychane z płuc różni się od wdychanego pod tym względem, że zawiera daleko mniej tlenu, a o wiele więcej dwutlenku węgla, podczas gdy stosunki ilościowe innych gazów nie zmieniają się. Prócz tego wydychane powietrze jest o wiele wilgotniejsze od wdychanego.



Ryc. 58. Płuca ludzkie. a — krtań, b — tchawica, c — wierzchołki płuc, f — podstawa płuc, h — prawa komora sercowa.

wietrze wydychaniem przekonać nas może następujące proste doświadczenie. Tak zw. wodorotlenek wapniowy Ca(OH)_2 rozpuszcza się w wodzie i daje klarowną, bezbarwną ciecz — wodę wapienną; jeżeli jednak przepuszcza się przez tę ciecz gaz zawierający wiele dwutlenku węgla, to z połączenia tego ostatniego z wodorotlenkiem

O znacznej ilości dwutlenku węgla w po-

wapniowym tworzy się węglan wapniowy i woda, a ponieważ węglan wapniowy nie rozpuszcza się w wodzie, przeto powstaje mętny mleczny osad. Należy tedy kupić w aptece nieco wody wapiennej i zapomocą słomki lub rurki szklanej wpuszczać do niej przez pewien czas bańki wydalanego z płuc powietrza; łatwo wtedy można zauważyć, że ciecz zmętnieje, stanie się mleczną od osadu węglanu wapnia.

Człowiek dorosły pochłania 800—1000 gramów tlenu dziennie, z czego widać, jak wiele on potrzebuje świeżego powietrza. Łatwo tedy zrozumieć, jak niezdrowem jest przebywanie w ciasnych lokalach, gdzie jednocześnie znajduje się wiele osób; powietrze w takich miejscach zawiera zbyt mało tlenu, a za dużo dwutlenku węgla, przez co oddychanie jest nader utrudnione. Częste otwieranie okien w mieszkaniu, możliwie najlepsze przewietrzanie izb, częste przebywanie wśród roślinności na wolnem powietrzu obfitującym w tlen, to niezbędne warunki zdrowia.

Tlen, jak już powiedziano wyżej, jest pochłaniany z powietrza w płucach przez czerwone ciała krwi. Krew roznosi też tlen po całym ciele do wszystkich jego narządów i tkanek. Tutaj także, jak wiemy, odbywa się ustawiczne spalanie czyli łączenie się tlenu z węglem różnych związków organicznych, wchodzących w skład naszych tkanek. Dzięki temu ustawicznemu spalaniu wytwarza się wewnętrzne ciepło ciała, które u człowieka zdrowego wynosi około 36.5° C.; tylko podczas choroby podwyższa się ciepłota ciała o kilka stopni albo też naodwrot obniża się cokolwiek. To wytwarzanie się ciepła wewnętrznego w ustroju można porównać do powstawania ciepła w piecu przy spalaniu się w nim węgla czyli łączeniu się jego z tlenem powietrza atmosferycznego. Produkt tego spalania: dwutlenek węgla, jak wiemy, jest odprowadzany przez krew do płuc i wydalany wraz z wydychanem powietrzem.

Oddychanie odbywa się zapomocą niezmiernie ważnych organów zw. oddechowymi. Do nich należy przedewszystkiem jama nosowa, przez którą wciągamy powietrze. Wiemy już z powyższego, że jama nosowa podzielona jest pionową przegrodą na połowę lewą i prawą i że obydwie otwierają się w tyle do gardzieli. Każda z połów zawiera trzy muszle czyli cienkie blaszki kostne, zawinięte do wnętrza, przymocowane do zewnętrznej ściany jamy nosowej. Pomiedzy temi muszlami a przegrodą nosową istnieją wolne przewody, którymi przechodzi powietrze. Wciągnięte nosem powietrze styka się tam z bardzo wielką powierzchnią wysłaną wilgotną błoną śluzową, gdzie przeto ogrzewa się i nabiera pewnej wilgoci przed wejściem do krtani i płuc; prócz tego na błonie osiada kurz z powietrza, który następnie wraz ze śluzem wydalany jest z jamy nosowej. Mo-



Ryc. 59. **Krtień ludzka**, z przodu.
e. — nagłośnia (*epiglottis*), o. h. —
kość gnykowa (*os hyoideum*), m. th.
h. — błona tarczycowo-gnykowa,
lig. th. ep. — więzadło tarczycowo-
nagłośniowe, c. th. — chrząstka tar-
czykowa (*cartilago thyreoidea*), c. cr.
— chrząstka pierścieniowa (*cart.
cricoidea*), l. cr. th. — więzadło pier-
ścieniowo-tarczycowe, tr. — tchawica
(*trachea*).

by daszkiem; jest to znana nam z powyższego nagłośnia, która zamyka wejście do krtani podczas przejścia pokarmu do przełyku; podczas przejścia zaś powietrza nagłośnia otwiera się. Wszystkie chrząstki połączone są z sobą więzadłami.



Ryc. 60. **Krtień ludzka** od tyłu
widziana (po usunięciu mięśni).
e. — nagłośnia, c. cr. — chrząstka
pierścieniowa, tr. — tchawica,
c. a. — chrząstki czerpakowate,
c. cor., c. can. — dodatkowe
chrząstki, zwane *cartilago corni-
culata* i *c. cuneiformis*.

zna wprowadzić i ustami oddychać, ale to jest niezdrowo, albowiem powietrze nie ogrzewa się wtedy należycie i pyłki jego dostają się wprost do krtani. Szczególniej więc podczas mrozu oraz gdy wiele pyłu unosi się w powietrzu, oddychanie ustami jest bardzo szkodliwe dla zdrowia.

Z nosa powietrze dostaje się do gardła, a stąd do krtani (*larynx*), narządu lejkowatego, umieszczonego na samym przodzie szyi pod skórą i cienką warstwą mięśni. Krtień składa się z kilku chrząstek, z których największa, przednia, zwana tarczycową, wystaje na przodzie szyi (l. zw. grdyka); w tyle za tarczycową mieszczą się dwie chrząstki czerpakowate; pod nimi — kolista chrząstka pierścieniowa. Z góry wejście do krtani opatrzone jest chrząstką bardzo sprężystą, jak-

Krtień, podobnie jak inne trzewia, wysłana jest wewnątrz błoną śluzową, której komórki posiadają na wolnej powierzchni włoskowate wyrostki czyli rzęsy szybko się poruszające. Pochylają się one jak kłosa falującego od wiatru zboża, lecz czynią to ku górze znacznie silniej niż ku dołowi i dlatego, gdy z powietrza osiedlą na błonie śluzowej krtani pyłki kurzu, rzęsy posuwają je w kierunku ku górze, dopóki nie wydalą ich na zewnątrz.

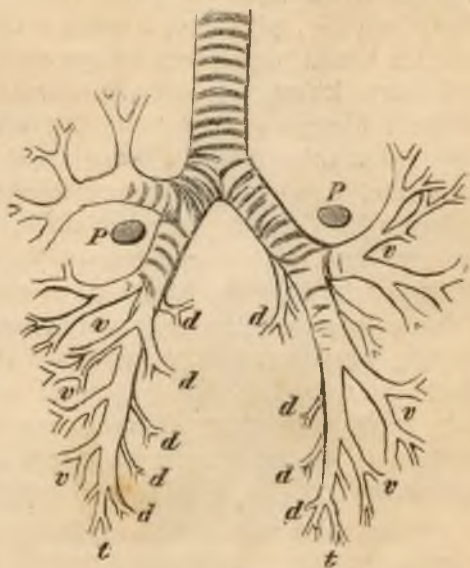
Na wewnętrznej powierzchni krtani znajdują się z boków dwie pary szczególnych wałeczkowatych zgrubień, z których para dolna jest silniej rozwinięta i nosi nazwę prawdziwych strun głosowych. Górna para słabiej rozwinięta stanowi rzekome struny głosowe. Podczas działania odpowiednich mięśni krtani obie struny zbliżają się ku sobie i pozostawiają jedynie wąską

szczelinę t. zw. głosową; przy działaniu innych mięśni owa szczelina między nimi powiększa się. Otóż powietrze wychodzące z płuc wprawia te struny w drgania, a stosownie do tego, czy są one silniej lub słabiej napięte, wydają wyższe lub niższe tony. W ten sposób powstaje głos, a przy współudziale języka, warg, podniebienia, nosa i zębów wytwarzają się różnorodne dźwięki mowy.

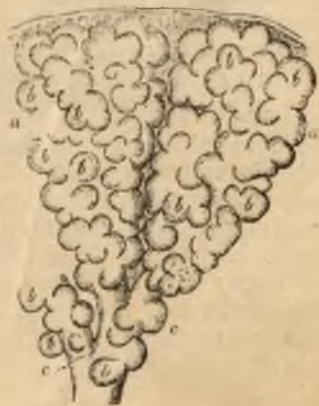
Krtani przechodzi w tchawicę (*trachea*) — długą rurę, której ściana zawiera szereg niezupełnie zamkniętych pierścieni chrząstkowych. Wewnątrz jest ona wyściłana błoną śluzową, której komórki są również opatrzone rzęsami, spełniającemi podobną rolę jak w krtani. Na dolnym swym końcu tchawica dzieli się na dwie grube odnogi czyli oskrzela (*bronchi*), prawe i lewe, z których każde, jak pień

drzewny, rozgałęzia się coraz więcej; grubsze rozgałęzienia przechodzą w coraz delikatniejsze i cieńsze rureczki, zakończone lejkowatymi gronkami drobninkich pęcherzyków. Wszystkie gałęzie oskrzeli, grubsze i coraz cieńsze wraz z pęcherzykami płucnymi oraz tkanką mięsowatą, która je łączy, stanowią jedną całość — płuco (*pulmo*). Mamy więc płuco prawe i lewe, a każde powleczone jest błoną opłucną (*pleura*), która składa się z dwóch listków: jednego bezpośrednio zrośniętego z płucem i drugiego, które wyściela wnętrze klatki piersiowej.

Pęcherzyki płucne, posiadające nader cienką błoniastą ściankę, objęte są z zewnątrz gęstą siatką włoskowatych naczyń krwionośnych. Gdy więc pęcherzyki napęlniają się powietrzem, łatwo następuje wspomniana wyżej wymiana gazów pomiędzy nim a krwią; ona pochłania tlen powietrza, a zwraca mu bezwodnik węglowy.



Ryc. 61. Rozgałęzienia tchawicy na oskrzela grube i na cieńsze pnie tychże w płucach.



Ryc. 62. Lejki końcowe (a) z pęcherzykami płucnymi (*alveolae*) płuca (napół schematycznie, pow.).

Ustawiczne wdychanie i wydychanie powietrza z płuc odbywa się dzięki temu, że klatka piersiowa na przemian powiększa i zmniejsza swą objętość. Gdy objętość klatki piersiowej powiększa się, powietrze wchodzące do płuc rozszerza je, gdy naodwrot objętość ta zmniejsza się, płuca się kurczą i powietrze wychodzi. Wzrost pojemności klatki piersiowej odbywa się w znacznej mierze dzięki ruchom przepony, która, jak wiemy, stanowi przegrodę poprzecznie i nieco ukośnie biegnącą, a złożoną pośrodku ze sprężystej błony, na obwodzie zaś z mięśni. Środkowa część przepony wznosi się kopułowato ku górze, a więc ku wnętrzu klatki piersiowej, zmniejsza przeto jej pojemność. Gdy zaś mięśnie obwodowe przepony kurczą się, spłaszczają się ona, ciśnie na trzewia brzuszne, a jednocześnie powiększa się przez to objętość klatki piersiowej. Prócz tego żebra na przemian wznoszą się do góry przy wdychaniu i opadają na dół przy wydychaniu, przyczyniając się również do powiększania lub zmniejszania klatki piersiowej. Dodać jeszcze należy, że przy wydychaniu nigdy cały zapas powietrza płucnego nie wychodzi; część jego zawsze pozostaje, gdy więc przybywa nowe, zimne, miesza się z tem dawnym już ogrzanem, co chroni płuca od przeziębienia.

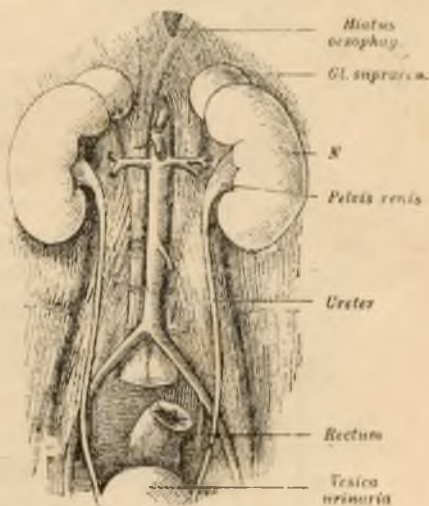
Płuca są narządem nader delikatnym, wrażliwym na zmiany temperatury; w razie zaziębienia podlegają katarowi, co gorsza, zapaleniu, chorobie bardzo poważnej. Najcięższą chorobą płuc są suchoty czyli gruźlica, cierpienie bardzo groźne, a pochodzące z tego, że do płuc dostają się swoiste mikroorganizmy roślinne czyli bakterye gruźlicze, które rozmnażają się w tkance płuc i powodują jej zanik. Ludzie chorzy na gruźlicę kaszlą i często pluja, a w krwawej płwocinie ich znajdują się owe bakterye, które mogą zarazić inne osoby. Dlatego też wogóle nie należy nigdy pluć na podłogę, zwłaszcza zaś w miejscach publicznych, w wagonach, salach szkolnych i t. p. Suchotom podlegają najczęściej ludzie słabowici z natury, silniejsi nie tak łatwo się zarażają. Używanie alkoholu usposabia ustrój do zarażenia się gruźlicą, a życie nieporządne, zwłaszcza zaś rozpustne, podkopujące zdrowie, czyni organizm nader podatnym do chorób piersiowych. Używanie mleka surowego może również spowodować zarażenie się gruźlicą, gdyż ta choroba zdarza się często i u krów, przenosząc się wówczas łatwo za pośrednictwem mleka na ludzi.

W niejakim związku anatomicznym z narządami oddechowymi są dwa gruczoły nieparzyste, a mianowicie: gruczoł tarczycowy (*glandula thyroidea*) leżący tuż z przodu i nieco poniżej chrząstki tarczycowej krtani oraz gruczoł grasicowy (*glandula thymus*) znajdujący się u wejścia do klatki piersiowej. Oba gruczoły są zamknięte, t. zn., że nie posiadają żadnych przewodów. Gruczoł tarczycowy wydziela pewną kleistą substancję, która dostaje się do krwi; u niektórych osób, zwłaszcza zaś w okolicach górskich, gruczoł ten powiększa się chorobliwie, tworząc t. zw. wole. Gruczoł grasicowy zanika u człowieka około 20. roku życia.

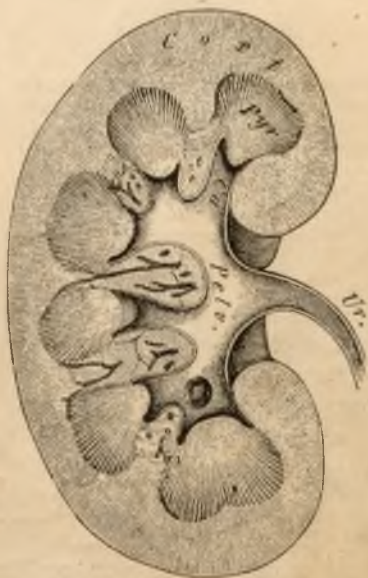
I/ Narządy wydzielnicze.

Powiedzieliśmy już kilkakrotnie, że w ustroju żyjącym odbywa się bezustannie przemiana materii. Nader złożone związki organiczne: tłuszcze, węglowodany i białka wchodzące w skład ciała ulegają wciąż rozkładowi na związki prostsze. Otóż najważniejszymi produktami owego rozpadu złożonych związków organicznych na ciała prostsze są, prócz innych, woda, dwutlenek węgla i mocznik — ciało zawierające azot. Woda i dwutlenek węgla są wydalone, jak wiemy, przez płuca; mocznik zaś, produkt rozkładu ciał białkowych, jest wydalany razem ze znaczną ilością wody za pośrednictwem organów wydzielniczych czyli nerek, a także w części przez skórę. Nerki wydzielają moc, skóra zaś pot.

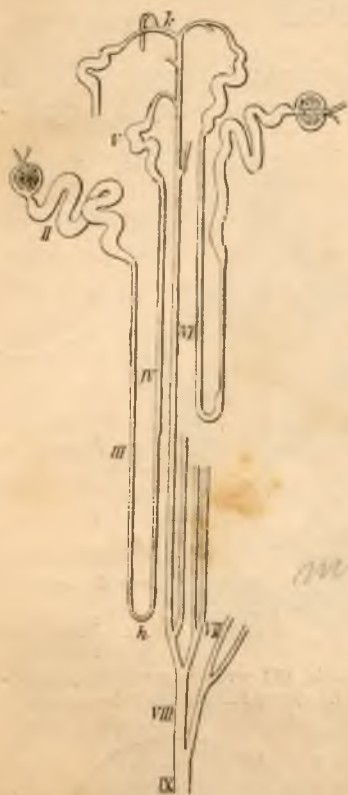
Nerki (*renes*) stanowią parę narządów kształtu fasoli, barwy brązowej, które mieszczą się w lędźwiowej okolicy ciała, tuż pod przeponą w tyle jamy brzusznej po obydwóch stronach kręgosłupa. Od strony zewnętrznej brzeg nerki jest wypukły, od wewnętrznej, przyśrodkowej wklęsły i tutaj znajduje się w niej zagłębienie czyli miedniczka nerkowa, która przechodzi w przewód moczowy. Na przecięciu poprzecznym nerki spostrzegamy część korową czyli obwodową i rdzeniową czyli wewnętrzną; w tej ostatniej znajduje się pewna ilość stożkowatych utworów, t. zw. piramid, zwróconych wierzchołkami ku miedniczce nerkowej. W mięszu nerki biegnie olbrzymia ilość delikatnych kanalików, tworzących pewne skręty; kanaliki te zaczynają się w części korowej nerki torebkowatymi nabrzmieniami, pozostającymi w ści-



Ryc. 63. Nerki (N) wraz z moczowodami widziane na tylnej ścianie jamy brzusznej.



Ryc. 64. Przecięcie podłużne przez nerkę ludzką. Ur. — moczowód, Pelv. — miedniczka nerkowa, Cali — kielichy nerkowe, Cort. — część korowa nerki.



Ryc. 65. Schemat przebiegu kanalików moczowych w nerce. I — kłębek Malpighiego, II — część skręcona, III — część zstępująca oraz IV — wstępująca pętli kanalików, V — wstawka, VI — cewka zbierająca, IX — przewody brodawkowe, uchodzące na szczycie brodawki nerkowej do jamy miedniczki.

stym związku z kłębkami włoskowatych, tętniczych naczyń krwionośnych (kłębki Malpighiego). Z krwi tych naczyń poprzez cieniutką ściankę torebki przesącza się do jej wnętrza dużo wody. Kanalikami te zw. moczowymi dlatego, że w nich właśnie wydziela się mocz z produktów doprowadzanych nerce przez krew, uchodzą do wnętrza miedniczki nerkowej na wierzchołkach wspomnianych piramid. Stąd mocz spływa do przewodów moczowych, które uchodzą do pęcherza moczowego. W pęcherzu tym mocz się nagromadza i stąd przez przewód zw. cewką moczową co pewien czas jest wydalany na zewnątrz przez skurecz pęcherza.

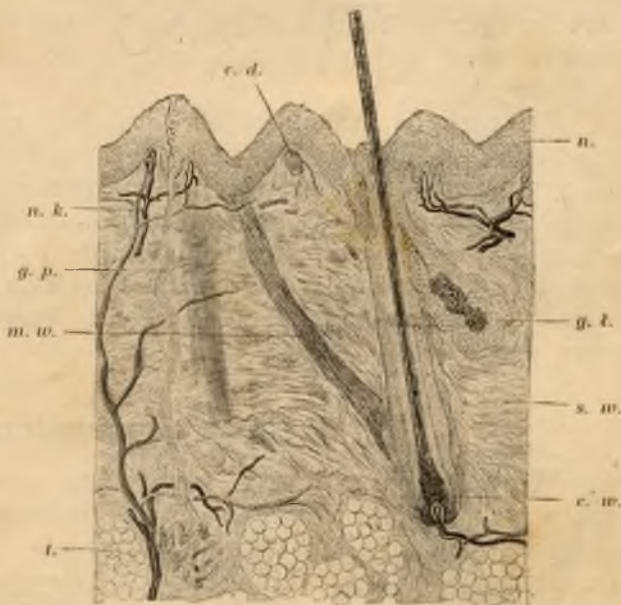
Skóra spełnia w ustroju ważne zadania, a przede wszystkim stanowi zewnętrzną powłokę ciała; ma też budowę swoistą. Odróżniamy w niej dwie główne warstwy: zewnętrzną czyli naskórek (*epidermis*) utworzony z tkanki nabłonkowej wielowarstwowej oraz wewnętrzną czyli skórę właściwą (*corium*). W warstwie naskórkowej odróżniamy z kolei pokład wierzchni bardziej zrogowaciały, suchy, służący za doskonałą ochronę ciała oraz pokład głębszy, soczysty, w którym najgłębiej umieszczone komórki dzielą się w ciągu całego życia ustroju, wytwarzając od dołu coraz nowe warstwy naskórka w miejsce wierzchnich, zrogowaciałych, które jako nawpół martwe wciąż odpadają czyli łuszczą się. W komórkach najgłębszej soczystej warstwy naskórka mieszczą się ziarenka barwikowe, które są różne u ras rozmaitych (murzyni, malajczycy, indyanie), nadając skórze barwę.

Skóra właściwa składa się z włóknistej tkanki łącznej bardzo mocnej i spoistej, zawierającej wiele sprężystych włókien. Ta część skóry u naszych zwierząt domowych jest bardzo gruba; garbuje się ją też, czyniąc przydatną na różne wyroby (obuwie, torby). Pod skórą właściwą znajduje się luźna, w tłuszcz obfitująca tkanka łączna podskórna, która z powodu swej wiotkości czyni skórę łatwo

przesuwalną, co ułatwia ruchy różnych członków, a z powodu obfitości tłuszczu będącego złym przewodnikiem ciepła chroni ciało od zbyt szybkiego ochłodzenia.

W skórze znajdujemy dwa rodzaje gruczołów: potowe i tłuszczowe (łojowe). Gruczoł potowy ma postać długiej cewki, która otwiera się na powierzchni naskórka, dolnym zaś końcem ślepo zamkniętym i zwiniętym w kłębek tkwi aż w tkance podskórnej. Gruczoły tłuszczowe mają kształt woreczkowaty, a ujścia ich znajdują się zwykle u nasady włosów.

Pot wydzielany przez gruczoły potowe zawiera pewne produkty przemiany materii, między innymi także mocznik. Widzimy tedy, że skóra spełnia także czynność wydzielniczą. Mniej lub więcej obfite wydzielanie potu jest środkiem regulującym do pewnego stopnia ciepłotę ciała. Gdy znajdujemy się np. w miejscu bardzo gorącym, wówczas krew obficie przypływa do skóry, która czerwienieje, gruczoły potowe otrzymują dużo wody z krwi i dlatego obficie ją wydzielają. Następuje pa-



Ryc. 66. Skóra ludzka w przecięciu (pod mikroskopem). c. d. — ciało dotykowe, c. w. — cebulka włosowa, g. ł. — gruczoł łojowy, g. p. — przewód gruczołu potowego, m. w. — mięsień jeżący włos, n. k. — naczynka krwionośne, s. w. — skóra właściwa, t. — tkanka tłuszczowa.

rowanie tej wody, a ponieważ woda zamienia się w parę kosztem ciepła otaczającego, przeto ustrój ochładza się. Pocenie zatem przeciwdziała wpływowi zbyt wysokiej temperatury otoczenia. Naodwrot gdy dokoła jest zimno, krew odpływa od skóry, która blednie; gruczoły potowe, nie otrzymując materiału ze krwi, przestają wydzieląć pot, niema parowania i ciało znów się ogrzewa. Tłuszcz wydzielany przez gruczoły tłuszczowe namaszcza skórę, czyniąc naskórek miękkim i gibkim, mniej podatnym do pęknięcia.

Gruczoły skóry są wytworem wyłącznie naskórka, podobnie jak i osadzony w skórze włos. Włos stanowi delikatną jakby cewkę, której ściana zowie się warstwą korową, a oś rdzeniem;

obydwie te warstwy są utworzone ze szczególnie zmienionych komórek naskórkowych, obfitujących w substancję rogową. Włos składa się z trzonu oraz z rozszerzonej podstawy zw. korzeniem lub cebulką i złożonej z soczystych komórek; do niej od dołu przenika brodawka włosowa, stanowiąca wytwór skóry właściwej i odżywiająca włos. Brodawka i cebulka otoczone są z zewnątrz torebką włosową. Włos rośnie od nasady. Gdy wypadnie, może się wytworzyć nowy włos, skoro zaś i cebulka zaniknie, nowy włos już się nie wytworzy. Barwa jego pochodzi od różnego rodzaju ziarn barwikowych w komórkach włosa; w starości barwik zanika, włos zawiera wiele pęcherzyków powietrza, co nadaje mu kolor biały czyli siwy.

Paznokcie, podobnie jak włos, jest utworem naskórkowym, zrogowaciałym. Nasada jego jest ukryta w fałdzie naskórka, szeroka zaś powierzchnia spodnia leży na podłożu naskórkowym; rośnie on od tyłu, t. j. od nasady. Ponieważ na końcach palców nerwowe zakończenia dotykowe są szczególnie silnie rozwinięte, przeto paznokcie stanowi doskonałe oparcie dla miękkich brzuśców palcowych, gdzie zakończenia te występują obficie. Potęguje to zdolność dotykową palców.

J) Narządy rozrodcze.

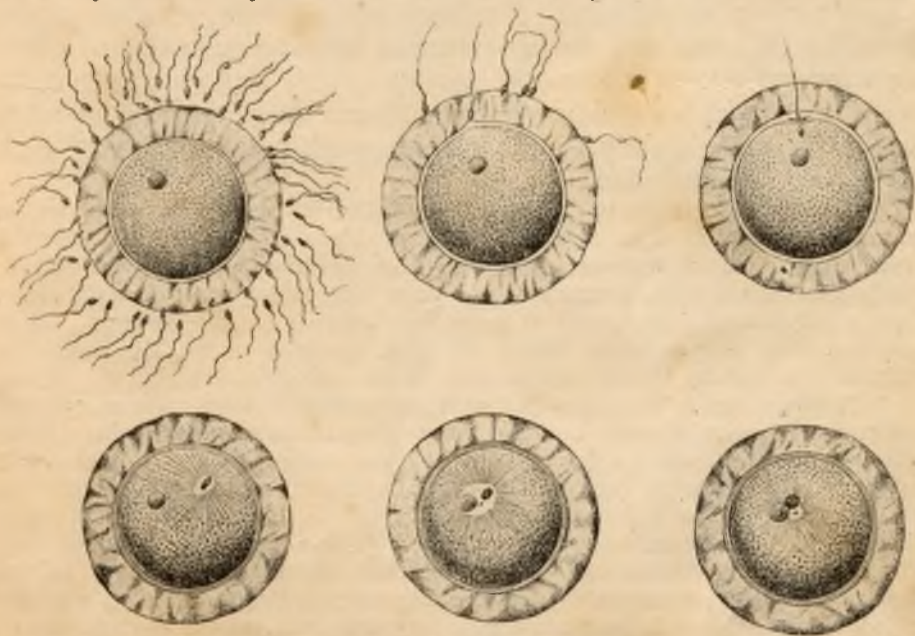
Wszystkie narządy ciała, które wyżej opisaliśmy, służą do utrzymania życia osobnika, a więc szkielet, mięśnie, układ nerwowy, narządy zmysłowe, układy trawienia, krążenia, oddychania i wydzielania. Ale istnieją jeszcze inne narządy, których wyłącznem zadaniem jest utrzymanie gatunku czyli przedłużanie życia w szeregu pokoleń. Są to narządy rozrodcze. Zdolność rozmnażania się człowieka i zwierząt, to jedno z najbardziej zastanowienia godnych zjawisk.

Czyż nie jest godnem podziwu to, że z maleńkiej, zaledwie okiem dostrzegalnej komóreczki jajowej rozwija się tak wielce skomplikowany organizm ze wszystkimi tysiącznymi częściami, które tak cudowną, harmonijną stanowią całość? Zjawisko rozmnażania się, wytwarzania nowych ustrojów potomnych, jest warunkiem bytu całej ludzkości, całego świata organicznego. Poznanie tego najdonioślejszego ze zjawisk biologicznych jest bardzo ważne dla młodzieży, która niekiedy traktuje je niedość poważnie, a czasem nawet z niewłaściwej zupełnie strony, dowiadując się o niem ze źródeł nienaukowych.

W całym niemal świecie organicznym, a więc i w rodzaju ludzkim występują dwie różne płcie, a każda spełnia inną rolę w doniosłym akcie rozmnażania. U obu płci najważniejszymi narządami rozrodczymi są t. zw. gruczoły rozrodcze czyli gonady w lic-

bie jednej pary: u płci męskiej zwane jądrami (*testes*), u płci żeńskiej jajnikami (*ovaria*). Gruczoły te wytwarzają liczne komórki rozrodcze, które wydostają się na zewnątrz zapomocą odpowiednich przewodów.

A mianowicie w jądrach tworzą się miliony bardzo drobnutkich komóreczek zw. plemnikami (*spermatozoa*), w jajnikach zaś powstają komórki znacznie większych rozmiarów, ale nie tak liczne, zw. jajowemi (*ova*). Plemnik czyli komórka płciowa męska, widziana pod silnem powiększeniem mikroskopowem, wykazuje następującą budowę. Składa się mianowicie z t. zw. główki, w skład której



Ryc. 67. **Proces zapłodnienia jaja u szkarłupni.** W górnym szeregu liczne plemniki otaczają jaje, na następnym rysunku tegoż szeregu jeden plemnik przebija błonę jaja, a w jeszcze następnym widać, jak ten plemnik przeniknął główką swą do plazmy jajowej. W dolnym szeregu widać, jak oba jądra, mianowicie jajowe oraz plemnikowe coraz się bardziej ku sobie zbliżają, by się wkońcu złąć z sobą. (Pod mikroskopem).

wchodzi głównie chromatyna jądra komórkowego, oraz z długiej protoplazmatycznej nici, która za życia wykonywa szybkie, falowe ruchy tak, że plemnik posiada zdolność energicznego poruszania się. Komórka płciowa żeńska czyli jajowa jest znacznie większa do plemnika, u ssaków jej średnica dosięga 0'2 mm; jest kulista, posiada błonę zewnętrzną i zawiera protoplazmę oraz jądro z jąderkiem; prócz tego w protoplazmie znajdują się błyszczące ziarenka żółtkowe, stanowiące zapasowy odżywczy materiał dla zarodka, który ma się z jaja rozwinąć.

W jajnikach, które są ukryte wśród trzewi jamy brzusznej, jajeczka czyli komórki jajowe mieszczą się w szczególnych pęcherzykach (pęcherzyki Graafa), a gdy komórka taka dojrzewa, ów pęcherzyk pęka, uwalniając ją. Jajeczko dostaje się wówczas do jednego z dwóch przewodów, zw. jajowodami (*oviductus*), których ujścia znajdują się tuż obok jajnika odpowiedniej strony. Oba zaś jajowody łączą się pośrodku w mięsisty worek maciczny (*uterus*), w jamie brzusznej położony, do którego przenika dojrziałe jajeczko i gdzie może się rozwinąć. Ażeby jednak rozwój jego mógł się rozpocząć, jajeczko musi koniecznie być przedtem zapłodnione czyli musi się połączyć z plemnikiem. A mianowicie plemnik poprzez cienką błonę jajeczka przenika do jego wnętrza, główka jego (jądro) zlewa się wówczas z jądrem komórki jajowej. Takie zapłodnione jajeczko ma zdolność dzielenia się czyli wytwarzania drogą ciągłego podziału dziesiątek, setek, tysięcy i milionów komórek potomnych, z których buduje się ciało zarodka.

U wielu zwierząt, n. p. szkarłupni, ryb, płazów, zapłodnienie odbywa się na zewnątrz ciała ustroju. Samica ryby n. p. składa do wody liczne jajeczka czyli ikry, samiec zaś wytwarza t. zw. mleczko, białawą ciecz zawierającą miliardy plemników, którą wyrzuca do wody; w niej pojedyncze plemniki łączą się z pojedynczymi jajeczkami i w ten sposób odbywa się zapłodnienie. U ssaków natomiast, jak i u wielu innych ustrojów, plemniki muszą się dostać do wnętrza ciała samicy i tutaj dopiero odbywa się zapłodnienie.

Ponieważ, jak powiedziano już wyżej, czynności płciowe mają na celu nie podtrzymanie życia danego osobnika, lecz stworzenie nowego życia, dlatego też mogą one być spełniane bez szkody dla tegoż osobnika tylko wówczas, gdy on sam jest już zupełnie dorosły i dojrzwały. Dopóki zaś osobnik jest jeszcze sam bardzo młody, jeszcze rośnie i rozwija się, wszelkie funkeye rozrodcze mogą dlań być bardzo zgubne, zwłaszcza zaś nadér ujemnie wpływają na układ nerwowy, powodują przedwczesne ustanie rozrostu czaszki, niedorozwój mózgu, a co za tem idzie, przytępienie zdolności umysłowych i ogólne charłactwo. Jest to jeden z największych przesądów panujących wśród młodzieży dorastającej, jakoby czynności płciowe były dla niej nieszkodliwe. Przeciwnemu przesądowi należy walczyć z całą siłą. Czystość najzupełniejsza młodzieży aż do chwili, gdy stanie się ona całkiem dorosłą, gdy ukończy szkoły średnie i wyższe — oto najważniejszy warunek istotnego zdrowia fizycznego i moralnego. Prócz tego przedwczesne czynności płciowe narażają młodzież na choroby zaraźliwe, które sprawiają straszne spustoszenia w ich organizmie, powodując często obrzydliwe wyrzuty skóry, a nawet po wielu latach nieuleczalne choroby narządów wydzielania, mózgu i rdzenia, będące źródłem niewysłowionych cierpień fizycznych i moralnych. Nie tylko czynności same, ale nawet i myśli lubieżne szkodzą bardzo zdrowiu młodzieży, unikać więc ich należy starannie, a w tym celu trzeba zajmować umysł w chwilach wolnych od nauki myślami bardziej podniosłemi, czytać książki poważne, unikać niezdrowej literatury powieściowej, oddawać się zajęciom fizycznym, najrozmaitszym sportom i grom zabawowym, brać udział w wycieczkach przyrodniczych, spacerach, a unikać zawsze napojów alkoholowych, jako niepotrzebnie drażniących układ nerwowy.

III.

PRZEGLĄD ŚWIATA ZWIERZĘCEGO.

I. Układ. Pojęcie gatunku. Zmienność postaci organicznych.

W otaczającej nas przyrodzie widzimy liczne osobniki zwierzęce i roślinne. Otóż te wszystkie osobniki, które mają liczne wspólne właściwości, stanowią gatunek (*species*). Powiadamy więc n. p., że wszystkie osobniki psów, jako istoty posiadające bardzo wiele wspólnych znamion, tworzą gatunek psa domowego. Porównyując atoli różne osobniki widzimy, że niektóre ich grupy różnią się od innych pewnemi właściwościami: jedne psy są krępe i mają wełnistą sierść, inne posiadają bardzo wiotką budowę i wydłużony pysk, jeszcze inne mają długi tułów o nader krótkich i wykrzywionych odnóżach i t. d. Otóż te różnorodne grupy oznaczamy nazwą odmian albo ras (*varietates*) i powiadamy, że do gatunku psa domowego (*Canis familiaris*) należą różne odmiany: pudle, charty, jamniki, dogi, wyżły i t. d. Porównyując dalej różne gatunki znajdujemy, że niektóre z nich posiadają wiele właściwości wspólnych i te łączymy razem jako jeden rodzaj (*genus*). Tak n. p. gatunki: pies domowy (*Canis familiaris*), lis (*Canis vulpes*), wilk (*Canis lupus*), szakal (*Canis aureus*), łączymy w jeden rodzaj psa (*Canis*). Każdy rodzaj oznaczamy nazwą łacińską rodzajową, gatunki zaś należące do danego rodzaju oznaczamy nazwą złożoną z dwóch wyrazów, z których jeden jest rodzajowy, drugi gatunkowy. Gdy więc n. p. lisa nazywamy *Canis vulpes*, widać z tego od razu, że należy on do rodzaju psa. Obok nazwy łacińskiej umieszczamy zwykle w skróceniu nazwisko uczonego, który pierwszy daną nazwę wprowadził, zazwyczaj tylko pierwszą literę: n. p. piszemy *Canis familiaris* L., co oznacza Linneusza, autora, który nazwę odnośną wprowadził.

Pokrewne rodzaje łączymy w jedną rodzinę (*familia*), niekiedy jednak do danej rodziny należy jeden tylko rodzaj. N. p. rodzaj psa należy do rodziny piesowatych (*Canidae*), rodzaj kota (*Felis*) do rodziny kotowatych (*Felidae*). Z kolei pokrewne rodziny stanowią jeden wspólny rząd (*ordo*). N. p. rodziny piesowatych, kotowatych, niedźwiedziowatych, łasicowatych i niektóre inne tworzą wspólny rząd drapieżców (*Ferina*). Pewną ilość rzędów łączymy we wspólną gromadę czyli klasę (*classis*). N. p. wszystkie rzędy małp, nietoperzy, drapieżców, płytwonogów i t. d. stanowią gromadę ssaków (*Mammalia*). Wreszcie gromady łączy się w zworza czyli typy (*typus*). Tak n. p. gromady ssaków, ptaków, gadów, płazów i ryb tworzą typ kręgowców (*Vertebrata*). A więc świat zwierzęcy dzielimy na pewną ilość typów, typy na gromady, gromady na rzędy, rzędy na rodziny, rodziny na rodzaje, każdy zaś rodzaj obejmuje pewną ilość gatunków.

Dawniej, zwłaszcza pod wpływem pism Karola Linneusza (1707—1778) sądzono, że gatunki są niezmiennie, że obecnie istnieją wszystkie te same postaci zwierząt i roślin, jakie powstały na początku świata. „*Tot sunt diversae species — quot ab initio mundi creavit Infinitimus Ens*”. Dzisiaj atoli, dzięki znakomitym pracom Jana Lamareka (*Philosophie zoologique* 1809), Karola Darwina (O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego 1859), Huxley'a, Weismanna, Naegeli'ego, de Vries'a i wielu innych zoologów i botaników, możemy przypuszczać według wszelkiego prawdopodobieństwa, że gatunki organiczne są zmienne, że w ciągu długich okresów czasu jedne formy ustrojowe powstawały, inne znów ginęły, że słowem świat organiczny ulegał stopniowym przeobrażeniom, podobnie jak otaczające nas lądy i morza, których konfiguracja bezustannie zmienia się powoli i przekształca.

Następujące grupy faktów można przytoczyć na korzyść teorii zmienności form organicznych czyli teorii descendencji, pochodzenia.

A) Fakta paleontologiczne.

Paleontologia czyli nauka o skamieniałościach dostarcza bezpośrednich dowodów zmienności form organicznych. Gdyby wszystkie gatunki, które kiedykolwiek żyły na ziemi naszej, zachowały się jako skamieliny, wówczas mielibyśmy pełne szeregi zmian, jakim one ulegały w ciągu rodowych swych dziejów. Niestety jednak miękkie ciała wielu dawniejszych roślin i zwierząt po większej części zginęły bezpowrotnie, łatwo uległszy rozkładowi, zachowały się zaś tylko części twarde, jak kości, muszle, pancerze, z miękkich zaś istot przetrwały

dotąd tylko tu i ówdzie odciski zewnętrznej postaci. Nadto znamy dziś te tylko szczątki dawnych zwierząt i roślin, które znajdują się obecnie na łądach, pokrytych niegdyś wodą, niedostępnymi zaś dla badań naszych są olbrzymie łądy, stanowiące dzisiaj dno morskie. Wreszcie najstarsze pokłady skał zostały mocno zmienione metamorficznie, wskutek czego zawarte w nich skamieliny w znacznej mierze uległy zagładzie. Pomimo to ten skąpy stosunkowo materiał paleontologiczny dostarcza znakomitych dowodów zmienności i stopniowego rozwoju postaci organicznych. A mianowicie w najniższych, a więc w najstarszych pokładach geologicznych istnieją szczątki tylko niższych zwierząt. W epoce kambryjskiej brak jeszcze całkiem kręgowców, w sylurze zaś ze zwierząt kręgowych napotykamy tylko szczątki ryb najniższych, o szkieletach chrząstkowych. W epoce węglowej po raz pierwszy występują płazy kopalne, jeszcze później, w permskiej, najpierwsze gady, które głównie rozwinięte są dopiero w jurze i kredzie; w górnym tryasie pojawiają się dopiero pierwsze ssaki, w górnej jurze pierwsze ptaki (*Archaeopteryx*). Najwyższy stopień rozwoju osiągnęły ptaki i ssące dopiero w okresie trzeciorzędowym, a wreszcie dopiero w diluwium pojawił się człowiek.

Porównywując z sobą skamieniałości niektórych blisko pokrewnych gatunków zwierzęcych ze starszych i coraz to młodszych pokładów geologicznych, można często wykazać bardzo stopniowe przejścia w budowie tych gatunków. Najstarsze różnią się bardzo wybitnie od najmłodszych, lecz formy pośrednie tak stopniowo i nieznacznie przechodzą jedne w drugie, że różnice pomiędzy nimi zaledwie dają się wykazać. Dowodzi to rzecz oczywista, że owe formy w ciągu rodowego swego rozwoju ulegały bardzo powolnym i stopniowym przekształceniom. Tak n. p. w trzeciorzędnych pokładach Sławonii napotykamy muszle ślimaka z rodzaju żyworodka (*Paludina*), a mianowicie w pokładach najstarszych gatunek *Paludina Naumayeri*, a w najmłodszych *Paludina Hoernesii*. Jak widać z rysunku, pierwszy ze wspomnianych gatunków posiada muszlę gładką, drugi zaś mocno kanciastą, ale pomiędzy jednym a drugim występują formy przejściowe. Bardzo interesujący przykład takich kopalnych form przejściowych stanowią szczątki przodków dzisiejszego konia. Koń nasz posiada na każdej nodze jeden tylko palec (odpowiadający środkowemu, czyli trzeciemu), opatrzony na końcu kopytem, a w tyle kości dłoniowej tego palca dwie drobne kosteczki, zw. rysiłowemi, które odpowiadają szczątkom kości dłoniowych palca drugiego i czwartego. W Ameryce północnej odkryto bardzo liczne konie kopalne w coraz to starszych pokładach trzeciorzędnych. Otoż pokazało się, że podczas gdy najstarszy przodek konia dzisiejszego (t. zw. *Hyracotherium*) posiadał pięć palców na każdej nodze, przyczem najsilniej

wykształcony był środkowy (trzeci), to u koni z coraz to młodszych epok trzeciorzędu istniały na każdej nodze cztery palce i jeden szczałkowy, dalej już tylko cztery (n. p. u t. zw. *Orohippusa*), trzy (n. p. u t. zw. *Hippariona*), wreszcie już tylko jeden dobrze rozwinięty a dwa inne stopniowo coraz bardziej uwstecznione, które na koniec wyrażone są już tylko przez szczałkowe kostki rysikowe. Wszystkie te fakta dowodzą wymownie, że koń dzisiejszy pochodzi od przodków wielopalcowych, które stopniowym ulegały modyfikacyom.



Ryc. 68. Szereg kopalnych muszli rodzaju żyworodki (*Paludina*); rozpoczyna go gatunek *Paludina Neumayeri* z najgłębszych czyli najstarszych warstw, a kończy *P. Hoernesii* z najpłytszych czyli najpóźniejszych: stopniowe przejścia między tymi pokrewnymi gatunkami, które kolejno po sobie następowały, są aż nadto widoczne z tych rysunków.

Wreszcie niektóre szczałki paleontologiczne wypełniają niejako luki pomiędzy całemi grupami zwierząt, stanowiąc formy przejściowe pomiędzy nimi. Z bardzo wielu względów musimy n. p. wnosić o blizkiem stosunkowo pokrewieństwie pomiędzy gromadą ptaków i gadów, a mianowicie na podstawie danych anatomicznych oraz właściwości rozwoju (embryologii). Systematyka dzisiejsza dla wykazania tego pokrewieństwa łączy gady i ptaki w jedną wielką grupę t. zw. gadokszałtnych (*Sauropsida*). I oto w łupku litograficznym pod Solenhofen w Bawaryi znaleziono szczałki zaginionej już dziś istoty, która faktycznie stanowi przejściową jakby formę pomiędzy gadami i ptakami. Jest to t. zw. *Archaeopteryx lithographica*, ptak

wielkości gołębia, który posiadał pewne właściwości budowy charakterystyczne dla gadów, n. p. palce na przednich odnóżach (skrzydłach) opatrzone pazurami, ogon długi jak u jaszczórek i złożony z licznych kręgów, dalej kręgi, mostek i kość krzyżową o budowie gadziej oraz silnie zaostrome zęby (jak u gadów), a obok tego posiadał też właściwości charakterystyczne dla ptaków, n. p. skrzydła do lotu służące, tylne odnoża o budowie ptasiej, opatrzone t. zw. skokiem, obfite upierzenie na całym ciele (pióra dwurzędnie były osadzone na długim ogonie), wreszcie dziób do ptasiego podobny i czaszkę o budowie ptasiej. Zwierzę to łączy zatem znamiona gadów i ptaków, stanowi przejściową między nimi postać.

B/ Fakta morfologiczne.

Wszystkie fakta z dziedziny anatomii porównawczej¹⁾ przemawiają również na korzyść teorii descendencji. A mianowicie porównując jakąś grupę narządów w szeregu zwierząt, przekonywamy się, że organizacja bardzo stopniowo się wznosi od stanów prostszych do coraz bardziej złożonych i coraz to doskonalszych, a przytem zachowuje się ten sam plan budowy. Tak n. p. w obrębie zwierząt kręgowych widzimy, że wszystkie części szkieletu ulegają stopniowej komplikacji i osiągają coraz to doskonalszy stopień u coraz wyższych gromad, przyczem te same zasadnicze części ulegają tylko pewnym zmianom w przystosowaniu do swoistych warunków bytu danych zwierząt. Narządy lub części ciała, które dokładnie sobie odpowiadają u różnych zwierząt i stanowią niejako modyfikację tych samych zasadniczo części, noszą nazwę utworów homologicznych. Tak n. p. płytki piersiowe i brzuszne u ryb, przednia i tylna para odnóży u płazów i gadów, skrzydła i nogi ptaków, przednie i tylne kończyny ssaków — są to wszystko narządy homologiczne, albowiem wykazują jednakowe stosunki położenia i budowy. Przednia łapka żaby, skrzydło ptaka, ręka ludzka zawierają te same zasadnicze części szkieletu: łopatka, obojczyk, kość ramieniowa, kości podramienia, kostki napięstka, dłoni i palców występują we wszystkich tych kończynach, wszędzie są te same części zasadnicze, tylko zmodyfikowane w różny sposób tak, że do rozmaitych mogą służyć celów, u żaby n. p. do chodzenia, u ptaka do lotu.

Rozpatrując dalej budowę mózgu od ryb aż do ssaków, widzimy, że wszędzie składa się on z pięciu zasadniczych części, ściśle

¹⁾ Jest to nader ważna i wielce interesująca nauka, która porównywała budowę różnych zwierząt lub części ciała w obrębie tego samego ustroju i wyciąga stąd pewne wnioski ogólne.

sobie odpowiadających u wszystkich kręgowców, czyli ściśle homologicznych: poszczególne oddziały mózgu ulegają różnym modyfikacyom u rozmaitych grup. Najbardziej przedni oddział mózgu czyli półkule mózgowe u ryb są stosunkowo bardzo małe, a powiększają się stopniowo u coraz wyższych gromad, rozrastając się w ten sposób, że zakrywają sobą oddziały poza niemi leżące: drugi, trzeci, a wreszcie czwarty i piąty, jak to widzimy u najwyższych ssaków, gdzie półkule mózgowe są już tak wielkie, że pokrywają z góry wszystkie pozostałe części mózgu. Prócz tego początkowo gładkie półkule otrzymują stopniowo coraz bardziej sfalowaną powierzchnię, aż wreszcie u wyższych ssaków pojawiają się na niej liczne zawoje i oddzielające je brzozy (patrz wyżej). Podobnie też i inne oddziały mózgu osiągają stopniowo w szeregu zwierząt coraz to większą komplikację budowy.

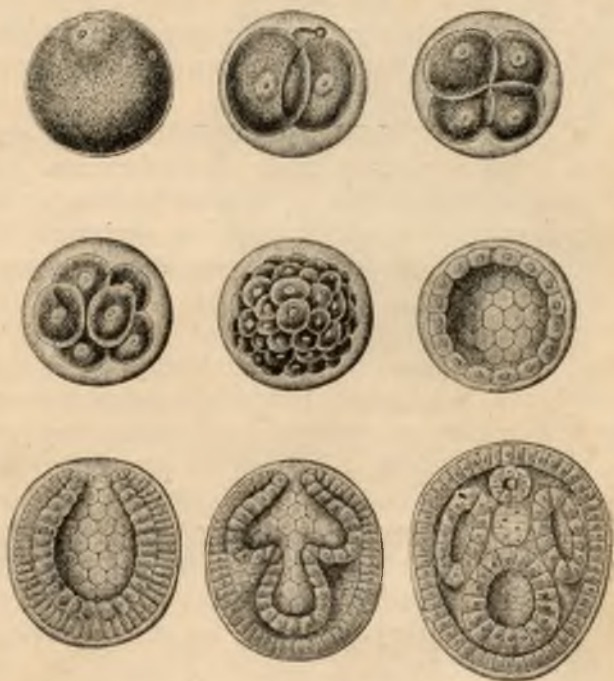
Bardzo interesującymi są t. zw. organy szczątkowe, których istnienia nie można w żaden inny sposób wyjaśnić, jak tylko przez przyjęcie stopniowego rozwoju świata organicznego. Organami szczątkowymi nazywamy takie, które mają budowę bardzo uproszczoną, uwstecznioną w porównaniu z odpowiadającymi im narządami u niższych zwierząt, gdzie znacznie lepiej są rozwinięte. Takie organy szczątkowe są więc odziedziczone po dawnych przodkach, a często nie tylko nie przynoszą korzyści żadnej, lecz nawet bywają szkodliwe. Tak n. p. wiemy już z powyższego, że dzisiejszy koń pochodzi od przodków pięciopalcowych, czego dowodzi paleontologia. Otóż mając tylko trzeci palec dobrze rozwinięty, koń posiada szczątki palca drugiego i czwartego w postaci dłoniowych kości rysikowych. Zwierzęta pięciopalcowe posiadają mięśnie specjalne dla palca pierwszego lub piątego, albo dla rozginania lub zginania wszystkich palców razem; otóż i koń, chociaż posiada jeden już tylko palec (trzeci), ma szczątki mięśni dla pewnych palców już zanikłych. W kącie oka ssaków znajdujemy t. zw. błonę migawkową, będącą szczątkiem powieki trzeciej, która występuje u niższych kręgowców. Bezskrzydły ptak kiwi posiada małe szczątki skrzydeł, do czego już nie przydatne. Odmieniec (*Proteus*), płaz żyjący w ciemnych grotach Krainy, posiada szczątkowe oczy zupełnie skórą zarośnięte, albowiem przebywając w wiecznej ciemności w ciągu olbrzymiej liczby pokoleń, utracił narząd wzroku. Zastępuje też na uwagę szczątkowe jelito ślepe wraz z wyrostkiem robaczkowym, o którym wyżej była mowa. Utwory te nie tylko nie przynoszą żadnej korzyści ustrojowi, lecz przeciwnie bywają niekiedy powodem ciężkich chorób.

Bardzo interesujących faktów dostarcza także embryologia czyli nauka o rozwoju zwierząt.

U wszystkich zwierząt wielokomórkowych zarodek rozwija się z jaja zapłodnionego. Wprawdzie tu i ówdzie znane są wypadki, że

i niezapłodnione jaja mogą się rozwijać, n. p. z niezapłodnionych jaj królowej pszczoł rozwijają się trutnie (samce), także mszyce lub pewne drobne skorupiaki rozmnażają się w ciągu lata z jaj niezapłodnionych, a dopiero pod jesień składają jaja zapłodnione. Lecz to są nieliczne bardzo wyjątki. Wogóle prawidłem jest zapłodnienie, które występuje u wszystkich zwierząt, od najniższych do najwyższych i wszędzie przebiega w sposób zasadniczo jednakowy. Już to jedno dowodzi wspólności pewnych ważnych cech biologicznych w całym świecie zwierzęcym.

Zapłodnione jaje dzieli się czyli podlega brózdkowaniu, rozpadając się na dwie komórki, każda z nich znów dzieli się na dwie i t. d., dzięki czemu powstają bardzo liczne komórki, z których buduje się ciało zarodka. Otóż u wszystkich zwierząt wielokomórkowych owe procesy rozwoju embryonalnego odbywają się według tych samych praw zasadniczych. Czy weźmiemy pod uwagę jaje zwierzęcia jamochłonnego lub robaka, czy też jaje kregowca, wszędzie brózdkowa-



Ryc. 69. Schemat brózdkowania jaja i tworzenia się listków zarodkowych, n. p. u lancetnika. W szeregu górnym z lewej strony jaje, pośrodku jaje podzielone na dwie komórki czyli t. zw. blastomery, z prawej strony — na cztery; w szeregu środkowym z lewej strony jaje podzielone na ośm komórek, pośrodku na bardzo wiele, z prawej — blastula w przecięciu optycznem; w szeregu dolnym z lewej strony w przecięciu optycznem — stadium gastruli, pośrodku widać, jak z listka zarodkowego wewnętrzny czyli z entodermii pierwotnej wyrastają boczne uszkowate wypukliny dla utworzenia listka środkowego czyli mezodermii; z prawej strony widać w przecięciu optycznem zarodek, w którym odróżnić można na linii środkowej u góry rurkę nerwową (zawiązek rdzenia pacierzowego), pod nią strunę grzbietową, pod tą ostatnią znacznie większą cewę jelita, a z boków dwa worki, których ścianą tworzy listek środkowy (mezodermę).

nie prowadzi do utworzenia zarodka złożonego z komórek, które ograniczają jamę środkową, t. zw. prajamę ciała (*blastocoel*). Zarodek taki nosi nazwę blastuli; jest to jakby pęcherzyk, którego ścianka składa się z warstwy komórek. Później z tego zarodka jednowarstwowego powstaje dwuwarstwowy zw. gastrulą i to

najczęściej w taki sposób, że jedna połowa pęcherzyka wpukla się do wnętrza (podobnie jak w piłce przedziurawionej można jedną połowę wpuklić w drugą). Ściana wpuklona czyli wewnętrzna nosi nazwę wewnętrznego listka zarodkowego albo entodermę, ściana zaś zewnętrzna stanowi listek zarodkowy zewnętrzny czyli ektodermę. Otóż każde zwierzę wielokomórkowe, meduza, robak, owad lub mięczak, albo zwierzę kręgowie od ryb aż do ssaków, w pewnym wieku swego rozwoju jest zarodkiem dwuwarstwowym czyli gastrulą.

Później występuje pomiędzy listkiem zewnętrznym i wewnętrznym listek środkowy czyli mezodermę. I tu znów się okazuje, że ta środkowa warstwa ciała zarodka tworzy się w sposób zasadniczo jednakowy u wszystkich zwierząt wyższych. Dalej u wszystkich zwierząt wielokomórkowych z wymienionych zasadniczych warstw ciała zarodka powstają te same grupy narządów. Z ektodermę tworzy się wszędzie naskórek, cały układ nerwowy i najważniejsze części narządów zmysłowych, z entodermę powstaje wewnętrzne wyściełanie (nabłonek) większości przewodu pokarmowego oraz wszystkich gruczołów z nim związanych, z mezodermę powstają mięśnie, nerki, narządy rozrodcze, a z licznych grup luźnych komórek oddzielonych od mezodermę (z t. zw. mezenchymy) tworzą się kości, chrząstki i inne utwory łączno-tkankowe, a także system krwionośny. Ta ogólność procesów rozwojowych i jednakość ich prawidłowości u wszystkich zwierząt będzie zrozumiała tylko wówczas, gdy przyjmniemy, że istotnie organizmy zwierzęce są z sobą związane niemi pokrewieństwa rodowego.

Jednym z bardzo interesujących faktów embryologicznych dających się wytłómaczyć tylko przez teorię stopniowego rozwoju jest ten, że w rozwoju zarodka zwierząt wyższych stale występują pewne właściwości budowy, odpowiadające dojrzałej już organizacyi zwierząt niższych. Na przykład większość skorupiaków posiada odnóży, w których odróżniamy część podstawową i dwie gałęzie (zewnętrzną i wewnętrzną). Niektóre jednak skorupiaki, n. p. równonogi (*Isopoda*), do których należy żyjący w wilgotnych miejscach stonóg, przystosowały się do życia na lądzie i posiadają nogi pojedyncze, nie dwudzielne, jak inne pokrewne im skorupiaki, od których pochodzą. Ale oto w rozwoju zarodkowym stonoga występują odnóży dwudzielne, a tylko później jedna z gałęzi zanika. A więc w rozwoju zarodkowym stonoga powtarza się tu stan właściwy przodkom rodowym tego skorupia, posiadającym odnóży dwudzielne.

Jeszcze jeden przykład. U wszystkich kręgowców, począwszy od ryb a kończąc na ssakach, w okolicy szyjowej występuje kilka par szczelin otwierających się do jamy gardzieli, a zwanych kiesze-

niami skrzelowymi. U ryb szczeliny te zachowują się przez całe życie, a najlepiej widoczne są u żarłaczcy, gdzie są w tyle głowy bardzo wyraźne; na ściankach tych kieszeni skrzelowych rozwijają się ukryte w nich skrzela czyli narządy oddychowe. Otóż nawet u zarodka ssaków istnieją te szczeliny skrzelowe w okolicy szyjowej, nie mające tutaj żadnego znaczenia fizjologicznego; stopniowo zarastają one i zanikają. Stałe występowanie owych szczelin na szyi zarodka ssaków, nie oddychających przecież nigdy skrzelami i nie potrzebujących przeto wcale tych szczelin, które tak ważną rolę odgrywają u niższych kręgowców, jest więc tylko powtórzeniem w rozwoju zarodkowym stanów właściwych zwierzętom niżej uorganizowanym.



Ryc. 70. Zarodek ssaka, gdzie widać w przyszyjowej okolicy ciała, poza głową, szczeliny i odgraniczające je łuki skrzelowe.

C) Fakta z dziedziny geografii roślin i zwierząt.

Gdybyśmy przyjęli, że rośliny i zwierzęta zostały stworzone mniej więcej wszystkie jednocześnie, w jednej jakiejś okolicy ziemi i stamtąd powędrowały do różnych miejsc, wówczas nie podobna byłoby zrozumieć tysiącznych faktów z dziedziny geografii zoologicznej i botanicznej, które są natomiast zupełnie jasne w świetle teorii descendency.

Pierwszym z tych faktów jest to, że różne okolice ziemi mają swoistą i im tylko właściwą faunę i florę. Na przykład w Ameryce południowej żyją pancerniki, jej też tylko wyłącznie są właściwe małpy Nowego Świata czyli szerokonose (wyjce, małpiatki); w Ameryce tylko żyją głównie kolibry. Na wyspie Madagaskarze żyją liczne gatunki małpozwierzy (*Lemuridae*), których niema gdzieindziej. Australię i przyległe wyspy zamieszkują torbacze i stekowce, zwierzęta, których nigdzie indziej niema na ziemi. Niedorzecznością byłoby przypuszczać, że n. p. setki gatunków kolibrów, stworzone w jakiejś wspólnej kolebce życia na ziemi, obrały sobie wszystkie tylko Amerykę za miejsce pobytu, albo że n. p. wszystkie gatunki małpozwierzy powędrowały razem na wyspę Madagaskar, albo wreszcie, że liczne gatunki torbaczków i stekowców wybrały sobie wyłącznie Australię na miejsce pobytu i tam się wszystkie zeszły. Przyjąć

natomiast musimy, że gatunki się zmieniały, że pewne formy starożytne zwierząt i roślin, które przez wędrówki dostały się niegdyś do różnych okolic ziemi, w tych ostatnich pod wpływem warunków odmiennych i odosobnienia wytworzyły faunę i florę swoistą. W świetle takiego przypuszczenia fakty powyższe staną się zrozumiałe.

Inny fakt bardzo interesujący polega na tem, że na wyspach oceanicznych fauna i flora jest najbardziej spokrewniona z fauną i florą najbliższego lądu stałego, od których niewątpliwie pochodzi, przyczem każda niemal wyspa bardzo odległa od lądu, n. p. wyspy Galapagos, Św. Heleny i inne, posiadają pewne gatunki zwierząt i roślin jedynie tylko wospom tym właściwe, nigdzie indziej na ziemi nie napotykanne. Oczywiście zatem, że gatunki te musiały na tych wyspach się wytworzyć, a że ocean stawiał im szranki w wędrówkach, nie mogły się przenieść na stałe lądy i na nich się rozpowszechnić. Tyczy się to głównie zwierząt lądowych, n. p. płazów, gadów, ślimaków lądowych, które nie mogą poprzez ocean wędrować. Natomiast zwierzęta z łatwością przenoszące się na wielkie odległości, n. p. liczne formy mikroskopowe, przenoszone w stanie otorbionym za pośrednictwem wiatru, liczne rośliny, których nasionka wiatr roznosi, wiele ptaków o bystrym i wytrwałym locie są, jak mówimy, kosmopolityczne i zamieszkują nawet bardzo oddalone od siebie okolice ziemi, o ile tylko one mają klimat zbliżony i wogóle warunki życia tych istot sprzyjające.

D/ Fakta z dziedziny systematyki.

Bardzo liczne fakta z systematyki zoologicznej stanowią znakomite dowody dla teorii descendencji. Wiadomo, że odmiany czyli rasy rozmaitych gatunków zwierząt i roślin powstają zarówno na łonie przyrody, jak i pod wpływem sztucznej hodowli. Ileż mamy najrozmaitszych odmian zwierząt domowych, ile ras bydła, koni, świń, psów, gołębi, ileż odmian różnych drzew owocowych, warzyw, roślin pastewnych i kwiatów ozdobnych! Już samo powstanie tak olbrzymiej liczby odmian dowodzi plastyczności form organicznych i uzdolnienia ich do zmienności. Podobnie też i na łonie przyrody powstają najrozmaitsze odmiany. Tak n. p. królik europejski, przywieziony przed kilkuset laty na wyspę Porto-Santo, rozmnożył się tam licznie, zdziczał i zmienił się, utworzywszy nową odmianę o wiele mniejszą od formy europejskiej. Bardzo liczne postaci roślin i zwierząt występują w różnych okolicach ziemi jako odmiany swoiste, powstałe tam pod wpływem odmiennych warunków. Ale oto okazuje się, że niema żadnej ścisłej granicy pomiędzy odmianą a gatunkiem, gdy bowiem pewne odmiany jakiegoś gatunku

różnią się pomiędzy sobą wybitnymi i stałymi znamionami, wówczas możemy już te odmiany uznać za różne gatunki. A jak trudno jest przeprowadzić pod tym względem ścisłą granicę dowodzi fakt, że niejednokrotnie uczeni nie mogą się z sobą zgodzić co do tego, czy pewne różne postaci roślin lub zwierząt uznać za odmiany jednego gatunku, czy też za różne blisko pokrewne gatunki. Na każdym kroku spotykamy w zoologii i botanice taką niezgodność zdań. Przez długi czas sądzono, że najlepszy probierz dla odróżnienia odmian od gatunku jest następujący: Potomkowie zrodzeni z rodziców należących do różnych odmian jednego gatunku zwa się metysami; n. p. mieszaniec wyźła i pudła jest metysem. Potomkowie zaś zrodzeni z rodziców należących do różnych gatunków zwa się hybrydami, n. p. muł, mieszaniec konia i osła, jest hybrydem. Otóż sądzono, że hybrydy są zawsze nieplodne czyli, że nie mogą wydawać potomstwa, a metysy zawsze są płodne. Rzeczywiście liczne hybrydy są nieplodne, n. p. muł, który rozmnażać się nie może. Lecz okazało się z czasem, że istnieją pewne hybrydy odznaczające się płodnością, n. p. mieszaniec zajaca i królika zwany leporydem, mieszaniec pewnych ryb, dalej mieszaniec pewnych gatunków motyli jedwabników i t. d. Z drugiej zaś strony znane są przykłady nieplodności pewnych metysów.

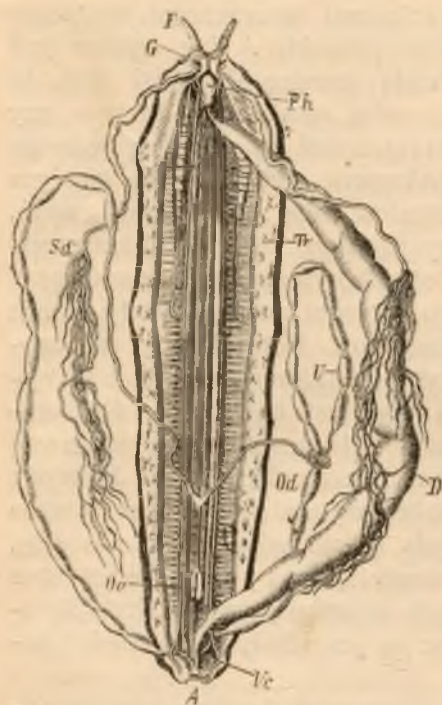
A więc wogóle trudno przeprowadzić ścisłą granicę między odmianą a gatunkiem, z czego wynika, że pewne odmiany mogą z czasem dać początek odmiennym gatunkom, skoro tylko różnice między nimi spotęgują się dostatecznie.

Bardzo wielkie znaczenie dla teorii rozwoju mają t. zw. formy przejściowe. Systematyka dzisiejsza dzieli świat zwierzęcy na typy, gromady, rzędy, rodziny, rodzaje i gatunki. Lecz w bardzo wielu wypadkach nie można znaleźć ścisłej granicy pomiędzy temi różnymi grupami zwierząt, albowiem występują tu formy przejściowe, mające cechy mieszane, stojące na pograniczu różnych grup, łącząc je ze sobą. Istnienie takich form przejściowych objaśnia teorya rozwoju.

Jeżeli n. p. jakaś grupa zwierząt, którą oznaczymy przez *A*, w ciągu długich okresów dziejowego rozwoju organizmów dała początek dwóm innym grupom, dajmy na to *B* i *C*, które bardzo się różnią cechami swemi i jeżeli przy tem z owej starodawnej grupy prarodzielskiej *A* zachowały się pewne gatunki bez znacznych zmian, to gatunki te będą stanowiły ogniwo łączące pod wieloma względami cechy grup *B* i *C*. Tak n. p. pewne stawonogi (*Arthropoda*), zwłaszcza zaś wije (*Myriopoda*), oraz robaki wyższe zw. pierścienicami (*Annelides*) rozwinęły się niewątpliwie z pewnych wspólnych form rodowych, bo wykazują wiele pokrewieństwa pomiędzy sobą. A oto



Ryc. 71. Pratchawiec (*Peripatus capensis*).



Iluc. 72. Anatomia pratchawca (*Peripatus*). F — czułka, G — mózg, Ve — brzuszne pnie nerwowe, Ph — przełyk, D — jelito, A — odbył, Sd — gruczoły śluzowe, Tr — pęczki tchawek (*tracheae*), Ov — jajniki, Od — jajowody, U — macica.

istnieją tak zw. pazurnice, do których należy rodzaj pratchawiec (*Peripatus*), będący formą przejściową pomiędzy wijami i pierścienicami. Pazurnice są niewątpliwie bezpośrednimi, mało zmienionymi potomkami pewnych bardzo starodawnych form, z których rozwinęły się z jednej strony dzisiejsze wijy, z drugiej dzisiejsze pierścienice. Pratchawiec ma n. p. nerki zbudowane według typu nerek pierścienic, a przysięm ma zawiązki tchawek, to jest narządów oddechowych właściwych wijom i innym stawonogom tchawkodysznym; pod innymi także względami łączy on cechy wijów i pierścienic. Tak zw. ryby dwudyszne (*Dipnoi*) łączą pod wieloma względami cechy budowy ryb i płazów, oddychając n. p. skrzelami jak ryby i płucami jak płazy. Stekowce (*Monotremata*), do których należą dziobak i kolczatka, łączą w sobie cechy zwierząt ssących i gadów: pokryte są sierścią, jak inne ssaki i odżywiają się za młodu mleczną wydzieliną gruczołów sutkowych, ale składają jaja całkiem do gadzich podobne, mają t. zw. stek, do którego uchodzi jelito odbyłowe i przewody moczopłciowe, podobnie jak u gadów, czego nie posiadają żadne inne ssaki.

E) Czynniki rozwoju rodowego.

Jeżeli zapytamy, jakie prawdopodobnie czynniki powodują zmienność form organicznych, to odpowiedź musi brzmieć: czynniki najrozmaitsze, w części już poznane, w części nie dające się określić. Formy organiczne zmieniają się nie tylko w naturze, lecz także pod wpływem sztucznej hodowli ze strony człowieka. Wszak hodowcy i rolnicy wytworzyli setki rozmaitych ras zwierząt domowych i roślin uprawnych. Otóż w hodowli często stosuje się t. zw. dobór sztuczny, który polega na tem, że gdy wskutek prawa zmienności rodzą się osobniki nieco różne od rodziców, a odznaczające się jakąś cechą dla hodowcy pożyteczną, wówczas osobniki te łączy się z innymi, posiadającymi tę samą cechę w wysokim stopniu rozwiniętą; z potomstwa tak powstałego znów wybiera się osobniki, które tę samą cechę po rodzicach odziedziczyły, postępując tak przez szereg pokoleń, przysięm wciąż się dobiera do rozplodu osobniki z daną cechą, która potęguje się przez dziedziczność i staje

trwałą własnością danej rasy. Dobierając n. p. do wysiewu przez wiele pokoleń nasiona buraków zawierających jak największy procent cukru, otrzymano odmianę buraka cukrowego, tak bardzo obfitującego w cukier; przez długotrwały dobór osobników owiec o najdelikatniejszej i najdłuższej sierści otrzymano wreszcie rasę długowłnistych owiec. Otóż na tej podstawie możemy przypuścić, że i na łonie przyrody powstają pewne formy drogą podobnego doboru, który nazwano naturalnym. Albowiem w przyrodzie rodzi się zawsze tak wiele osobników zwierząt i roślin, że nie wszystkie znaleźć mogą dosyć pożywienia, nadto niezawsze warunki zewnętrzne (n. p. klimatyczne) sprzyjają życiu wszystkich osobników, stąd powstaje jakby walka w przyrodzie o życie, o byt, a jednostki lepiej uposażone zachowują się, słabsze zaś giną. Do życia zostają więc jakby dobierane w przyrodzie tylko te osobniki, które najlepiej się przystosowują do warunków. Jeżeli n. p. osobniki pewnego gatunku zwierząt przypadkowo dostaną się z klimatu umiarkowanego do krainy bardzo chłodnej, to te z nich, które będą miały futro cieplejsze, większą wytrzymałość na zimno i większą zmyślność w zdobywaniu sobie pożywienia, utrzymają się przy życiu; inne, słabsze i gorzej wyposażone, wyginą. Wśród potomstwa osobników pozostałych znów największe widoki utrzymania się przy życiu będą miały najlepiej uposażone, a tak w ciągu wielu pokoleń przez wymieranie jednych, a zachowywanie się innych, lepiej uposażonych osobników, wytworzy się pewna nowa odmiana, różna od pierwotnego szczepu, przystosowana do nowych warunków. Takim doskonale przystosowaniem do otoczenia zwierzęciem krajów podbiegunowych jest n. p. niedźwiedź biały: puszyste, gęste i ciepłe futro, biała barwa włosa, niełatwo dostrzegalna na tle śnieżnych obszarów, wytrzymałość na głód, przebiegłość, drapieżność i wielka siła, ułatwiająca mu zdobywanie pokarmu wśród tych ciężkich warunków życiowych — oto objawy owego przystosowania. Gdy naodwrot osobniki pewnych gatunków zwierząt dostaną się do okolic pustyniowych, te z nich, które odznaczają się większą wytrzymałością na brak wody, lepiej znoszą piekące promienie słońca, zadowolają się suchą, marną strawą, mają lepsze widoki życia niż inne, które są pod tym względem mniej wytrwałe i mniej odporne. W każdym zatem pokoleniu ginąć będą te ostatnie, a zachowają się przy życiu i przeleją swe cechy dziedziczne na potomstwo osobniki pierwszego rodzaju. Tą drogą z czasem mogą wytworzyć się formy jak najlepiej przystosowane do warunków życia w pustyni. Takim doskonale przystosowaniem do życia pustyniowego zwierzęciem jest n. p. wielbłąd: niezwykła wytrzymałość na głód i pragnienie, zadowalnianie się suchą, kłującą strawą roślinną, zdolność odbywania dalekich wędrówek po rozpalonych

piaskach pustyni, żółtawa barwa sierści, podobna do kolorytu piasków i czyniąca to zwierzę trudno dostrzegalnem na ich tle — oto doskonałe przystosowanie wielbłąda do życia w pustyni.

Znakomity przykład przystosowania, które do pewnego stopnia można sobie wytłómaczyć na podstawie teorii doboru naturalnego, stanowi t. zw. naśladownictwo (*mimikry*). Niektóre gasienice naśladują suche gałązki (tabl. II. ryc. 1., 2., 5.); niektóre motyle naśladują ubarwieniem i rysunkiem korę drzew, na której przesiadują (ryc. 3., 4.); niektóre znów motyle naśladują liście, siedząc na gałązkach (ryc. 6., 7.), owad prostoskrzydły zwany liścieniem wygląda jak liść zielony, niektóre owady muchowate bez żądeł (9.) naśladują wyglądem osowate owady (8.) opatrzone żądłem, przez co unikane są przez nieprzyjaciół biorących je za złośliwe osy. Wszystkie te rodzaje naśladownictwa przynoszą wielką korzyść w walce o byt.

Prócz doboru naturalnego, który tłómaczy nam pewne przystosowania ustrojów, ważnym czynnikiem zmienności form organicznych jest bezpośrednio działanie warunków zewnętrznych, pod wpływem których organizmy ulegają najrozmaitszym modyfikacyom.

Tak n. p. konie przywiezione w r. 1764. na wyspę Falkland wytworzyły tam pod wpływem zmienionych warunków zewnętrznych nową rasę, odznaczającą się karłowatym wzrostem. Króliki przywiezione w XV. w. na wyspę Porto-Santo bardzo się tam rozmnożyły i wytworzyły nową rasę o małych wymiarach ciała. Psy przywiezione na wybrzeża Nowej Gwinei zmodyfikowały się tam pod wpływem nowych warunków otaczających i dały początek rasie o bardzo długich i sztywnych uszach oraz o jasno-płowej barwie tak, że stały się podobne do lisów. Są to wszystko wymowne przykłady wykazujące, jak pod wpływem nowych warunków klimatycznych organizacja podlega modyfikacyom prowadzącym do wytworzenia całkiem nowych postaci organicznych.

Jak dalece organizacja może się zmieniać pod bezpośrednim wpływem warunków zewnętrznych, dowodzą także pewne doświadczenia dokonane w nowszych czasach przez różnych znakomych badaczy nad wpływem temperatury na rozwój motyli. A mianowicie pewne gatunki naszych dziennych motyli, jak n. p. rusałka *Vanessa levana sive Vanessa prorsa*, występują pod dwiema różnemi postaciami, letnią i zimową, co stanowi t. zw. dwukształtność sezonową. Pokolenie motyli rozwijające się z poczwerek, które przezimowały, jest inaczej ubarwione, aniżeli pokolenie pochodzące z poczwerek żyjących w lecie. Stąd podwójna nazwa: *Vanessa levana*, *Vanessa prorsa*, gdyż dawniej sądzono, że to różne całkiem gatunki. Otóż przekonano się doświadczalnie, że gdy n. p. poczwarki zimowe

podlegają działaniu wyższej temperatury, to wylęgające się z nich motyle mają ubarwienie postaci letnich i odwrotnie, gąsienice i poczwarki letnie, hodowane w niższej temperaturze, dają motyle o ubarwieniu zimowem, co dowodzi, że różnice temperatury wpływają na zmianę ubarwienia. Zapomocą takich doświadczeń udało się z pewnych odmian dziennych motyli środkowo-europejskich otrzymać odmiany właściwe Europie południowej lub też krainom dalekiej północy, zależnie od tego, czy poczwarki poddawano wyższej lub niższej temperaturze.



Ryc. 73. Dwukształtność sezonowa motyla *Vanessa levana* samicy; z lewej strony postać zimowa, z prawej letnia (z natury rys.).

Czasami trudno bardzo określić przyczyny zmienności form organicznych. Zdarza się bowiem, że pewne gatunki bez widocznej przyczyny w dość krótkim czasie wytwarzają liczne formy nader różne od rodzicielskich. Rzecz prosta, że jakaś przyczyna musi tu istnieć, lecz dotąd nie została wykryta. Tak n. p. słynny botanik de Vries zauważył, że w pewnej okolicy Holandyi roślina zwana wiesiołkiem Lamarcka (*Oenothera Lamarckiana*) nagle jakby zaczęła wytwarzać z nasion swych liczne postaci zupełnie różne od rodzicielskich tak, że możnaby je oznaczyć jako odmienne gatunki, niektóre zaś z nich już przez dłuższy szereg pokoleń zachowują stałe swe cechy. Zjawisko to zostało nazwane mutacją czyli nagłem, jakby skokowem wytwarzaniem się form nowych. Niewątpliwie jednak występuje ono stosunkowo rzadko, a najczęściej formy organiczne podlegają zmianom nader powolnym i stopniowym w ciągu bardzo długich okresów czasu.

II. Systematyka świata zwierzęcego.

Podział czyli klasyfikacya zwierząt, inaczej t. zw. układ, dąży do ugrupowania świata zwierzęcego w sposób jak najbardziej naturalny, t. zn. według stopni wzajemnego pokrewieństwa różnych grup poszczególnych. Jeżeli pewne formy zwierząt wykazują liczne wspólne strony budowy anatomicznej oraz z innych jeszcze względów wykazują pewne pokrewieństwo, wówczas łączymy je we wspólne grupy. Im ogólniejsze i szersze jest to pokrewieństwo, tem obszerniejsze i ogólniejsze są same grupy: naodwrot także, im ono jest ciśniejsze, im większych tyczy się szczegółów, tem ciśniejsze i mniej-

sze są odnośne grupy klasyfikacyjne. Wszystkie n. p. zwierzęta opatrzone szkieletem wewnętrznym, kostnym lub chrząstkowym, układem mózgo-rdzeniowym na stronie grzbietowej, sercem na brzusznej, jako odznaczające się bardzo ogólnymi wspólnymi znamionami, łączymy w jedną obszerną grupę albo w typ kręgowców (*Vertebrata*). W obrębie każdego typu odróżniamy znów gromady poszczególne, n. p. w typie kręgowców gromady ssaków, ptaków, gadów, płazów i ryb. Otóż wszystkie formy należące do jednej gromady ssaków są bliżej z sobą spokrewnione i mają więcej znamion wspólnych, aniżeli n. p. ptaki z ssakami. W obrębie znów każdej gromady łączymy pewne formy jeszcze bliżej z sobą spokrewnione w rzędy; wszystkie więc n. p. małpy, jako należące do jednego rzędu (naczelnych), są ściślej z sobą spokrewnione, aniżeli n. p. małpy z nietoperzami, które tworzą znów inny rząd ssaków. Formy bliżej z sobą spokrewnione w obrębie każdego rzędu łączymy we wspólne rodziny; z kolei postaci ściślej spokrewnione w obrębie każdej rodziny tworzą rodzaje, które wkońcu obejmują pewną liczbę gatunków.

Odróżniamy następujące najważniejsze typy czyli zworza zwierzęce: 1) Kręgowce (*Vertebrata*), 2) Osłonice (*Tunicata*), 3) Mięczaki (*Molusca*), 4) Stawonogi (*Arthropoda*), 5) Pierścienice (*Annelides*), 6) Czerwiochowate (*Scolecida*), 7) Szkarłupnie (*Echinodermata*), 8) Jamochłonne (*Coelenterata*), 9) Pierwotniaki (*Protozoa*).

Typ I. KRĘGOWCE (*Vertebrata*).

Najbardziej charakterystyczną cechą anatomiczną kręgowców jest obecność **szkieletu** wewnętrznego, chrząstkowego lub kostnego. Najważniejszą osiową część szkieletu stanowi kręgosłup, który na przodzie graniczy z czaszką; w związku z nim znajdują się żebra oraz po części także utwory szkieletowe dwóch par kończyn: przednich i tylnych.

U najniższego kręgowca, t. zw. lancetnika (*Amphioxus lanceolatus*) zaliczanego do najprostszych ryb, cały szkielet wyrażony jest przez pręcik sprężysty ciągnący się wzdłuż grzbietowej strony ciała, zw. struną grzbietową (*chorda dorsalis*). Czaszki, kręgów ani też żadnych innych części szkieletu nie ma tu jeszcze. U innych kręgowców struna grzbietowa występuje wprawdzie u zarodka, lecz u coraz wyższych, dojrzałych form ulega ona coraz większemu zanikowi w miarę tego, jak dokoła niej rozwijają się kręgi, które ją stopniowo wypierają. U wielu ryb, n. p. u szczupaka, można jeszcze zobaczyć na granicy każdego dwóch trzonów kręgowych dwuwklęsłych wy-

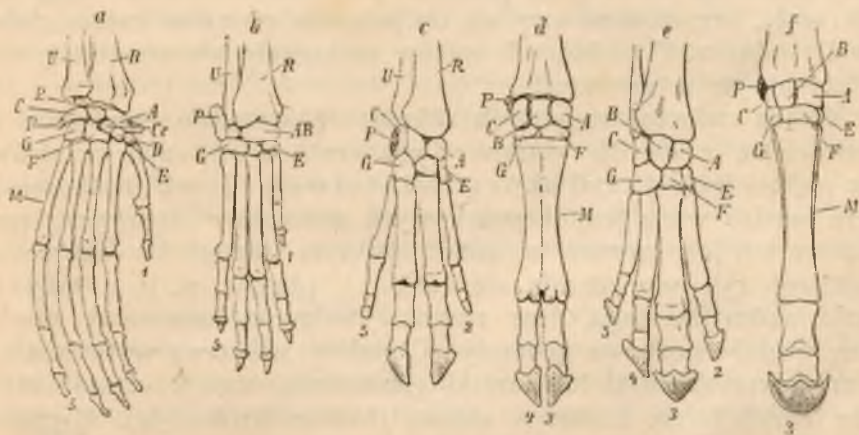
TABLICA II.



Naśladownictwo (mimicry) u owadów. W górnym szeregu z lewej strony gąsienica prządkki *Eurymene dolabraria* (u dołu) i prządkki *Eugonia erosaria* (u góry), siedzące na gałązce drzewnej. Na prawo motyl wstężniak (*Catocala*) z rozpostartymi skrzydłami oraz śledzący na korze (obok). W tymże szeregu na prawo gąsienica tegoż motyla na gałązce. — W środkowym szeregu motyl *Kallima paralecta* w spoczynku na gałązce, a obok na prawo tenże motyl z rozpostartymi skrzydłami. — W dolnym szeregu osa *Mycetophila aviculus*, a z prawej strony tegoż szeregu owad muchowaty *Colorhombus fasciatus* naśladowujący ową osę. Na środku tegoż szeregu owad prostoskrzydły zwany liścieniem (*Phyllium pulchrifolium*) naśladowujący liść. (Nieco zmniejszone.)

rażne galaretowate masy będące resztkami struny. U ptaków i ssących, struna całkowicie zanika u osobników dojrzałych, lecz u ich zarodków doskonale jest rozwinięta.

Przechodząc od ryb do płazów, gadów, ptaków i zwierząt ssących, widzimy, że szkielet ulega coraz większemu zróżnicowaniu i komplikacyi. U ryb wzdłuż całego kręgosłupa przymocowane są żebra (ość i) do kręgów; niema tu jeszcze zróżnicowania kręgosłupa na poszczególne okolice. U płazów odróżniamy już okolicę krzyżową, gdzie do kręgów przytwierdzają się kości biodrowe, oraz okolicę ogonową. Wyższy stopień zróżnicowania znajdujemy u gadów i ptaków. U ssaków wreszcie kręgosłup jest zróżnicowany na okolicę szyjową, piersiową (gdzie znajdują się żebra), lędźwiową, krzyżową (gdzie z kręgosłupem zrastają się kości biodrowe miednicy) i wreszcie ogonową, tu więc anatomiczne zróżnicowanie kręgosłupa jest największe.



Ryc. 74. Szkielet kończyny przedniej: a — orangutana, b — psa, c — świni, d — bydła, e — tapira, f — konia: R — szprycha, U — łokieć, A — kostka łódkowata, B — księżycowata, C — trójkątniasta, D — trapezoidalna, F — główkowata, G — haczykowata, P — groszkowata, Ce — środkowa napięstka, M — dłoń; liczby 1 do 5 oznaczają kolejne palce.

U lancetnika niema jeszcze, jak powiedzieliśmy, ani czaszki ani szkieletu odnóży dlatego, że tu wogóle nie jest wyróżniona głowa ani też niema odnóży. U wszystkich innych kręgowców, które posiadają głowę, istnieje także czaszka, przyczem u niższych ryb, zw. spoudoustemi (żarłaczce), czaszka, jak zresztą i inne części szkieletu są chrząstkowe. U wyższych dopiero ryb szkielet jest przeważnie kostny i takim też jest u wszystkich innych kręgowców, przyczem im wyższa jest gromada, tem mniej znajdujemy części chrząstkowych, a więcej kostnych.

U ryb odnóża przedstawiają się jako przednia i tylna para płytw (piersiowych i brzusznych), których szkielet jest bardzo prosty, albo-

wiem składa się z łuku chrząstkowego lub kostnego ukrytego w mięśniach oraz z szeregu osadzonych na nim promieni. U wyższych dopiero kręgowców, począwszy od płazów, kończyny są należycie rozwinięte jako przednia i tylna para odnóży chodowych: pierwsza jest u ptaków przekształcona w skrzydła, u małp i człowieka w ręce. Kończyny przednie i tylne, począwszy od płazów, składają się wszędzie z tych samych zasadniczych części, co u człowieka, są one tylko u różnych grup rozmaicie zmodyfikowane. A mianowicie wszędzie składają się w kończynie przedniej z pasa barkowego (łopatkowo-obojęczykowego) oraz z kości ramieniowej, dwóch podramiennych, napięstka, dłoni i palców, w kończynie zaś tylnej — z pasa miednicowego, kości udowej, dwóch podudowych, nastopka, stopy i palców. Najczęściej palców jest pięć, gdy zaś ich jest mniej, to zanikają w następującym porządku: naprzód 1, potem 5, z kolei 2, dalej 4, a gdy pozostaje jeden tylko palec, to jest nim 3. Niektóre kręgowce, n. p. węże, przystosowawszy się do pełzania po ziemi całym ciałem, utraciły odnóży. U niektórych węzów zachowały się szczątki tylnych odnóży ukryte w mięśniach.

Skóra zwierząt kręgowych składa się wszędzie, podobnie jak u człowieka, z dwóch warstw: powierzchownej czyli naskórka oraz głębiej leżącej czyli skóry właściwej. U ryb naskórek zawiera bardzo wiele jednokomórkowych gruczołów śluzowych, przez co skóra ich jest zawsze wilgotna, pokryta śluzem, w skórze zaś właściwej ryb wytwarzają się łuski. U płazów, n. p. u żaby lub traszki, skóra jest naga, lecz również wilgotna, ponieważ zawiera liczne wielokomórkowe gruczoły. U gadów naskórek wytwarza często zrogowaciałe łuski lub tarczki (jaszczórki, węże), często istnieją także u nich tarcze kostne w skórze (żółwie, krokodyle). U ptaków naskórek wytwarza puch i pióra, u zwierząt ssących włosy. Paznokcie, pazury, kopyta, pochwy dziobów oraz rogi, napotymane po części u ptaków po części u ssaków albo też u gadów, są wszystkie rogowymi wytworami naskórka. U ssaków istnieją w naskórku gruczoły łojowe i potowe, których niema u innych kręgowców.

Przewód pokarmowy kręgowców składa się wszędzie z tych samych części zasadniczych: jamy ustnej, przełyku, żołądka, jelita cienkiego i grubego; z gruczołów napotykamy wszędzie wątrobę i trzustkę, nadto u najwyższych kręgowców, głównie u ssaków, znajdujemy gruczoły ślinowe (3 pary). U zarodków zwierząt ssących jamy nosowe i ustne początkowo są połączone ze sobą tak, że istnieje jedna tylko wspólna jama, otwierająca się na zewnątrz: dopiero w miarę rozwoju wytwarza się przegroda podniebieniowa, odgraniczająca przyszłą jamę nosową od ostatecznej jamy ust. Otóż te stadya w rozwoju osobnikowym przypominają stadya rodowe, albo-

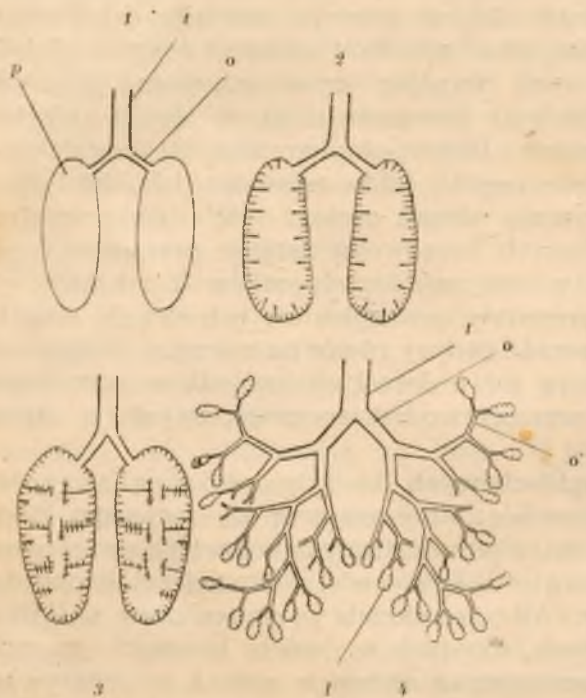
wiem u ryb i płazów niema jeszcze podniebienia, ich obszerna jama ust odpowiada tu niejako wspólnej jamie nosowo-ustnej u zarodków ssaków. U gadów istnieje już podniebienie twarde, oddzielające jamę ust od jamy nosowej, ale jest ono jeszcze niezupełne tak, że pośrodku podniebienia znajduje się obszerna szczelina, przez którą jama ust łączy się z jamą nosa. Nawet u ptaków istnieją jeszcze ślady tego połączenia, a dopiero u ssaków podniebienie całkowicie już oddziela obydwie jamy, które osobno otwierają się na przodzie oraz uchodzą w tyle do gardzieli.

Podobnie też w końcowej części przewodu pokarmowego widzimy pewne zróżnicowanie tak w rozwoju osobnika, jak i rodu. Polega ono głównie na tem, że u zarodków zwierząt ssących istnieje początkowo t. zw. stek czyli wspólna jama, uchodząca jedynym otworem na zewnątrz i do tejto jamy otwierają się: jelito odbytowe i przewody moczopłciowe. Później dopiero stek ten zostaje podzielony przegrodą na dwie części i jelito odbytowe, jako też przewody moczopłciowe otrzymują własne, osobne ujścia na zewnątrz. Otóż u większej części niższych kręgowców istnieje przez całe życie taki stek, nawet i u ptaków oraz najniższych ssaków (t. zw. stekowców) jelito odbytowe i przewody moczopłciowe uchodzą do wspólnego steku, z którego prowadzi jedyny otwór na zewnątrz. Natomiast u wyższych ssaków istnieją już u dorosłych osobników samoistne ujścia jelita odbytowego oraz przewodów moczopłciowych, a steku już niema.

Co do **narządów oddechowych**, to ryby posiadają skrzela, różnie umieszczone. Mianowicie: albo mieszczą się wewnątrz kilku par kieszonek (skrzelowych), z jednej strony uchodzących szczelinami na zewnątrz tuż poza głową z boków ciała, z drugiej zaś strony do przetyku, n. p. u żarłaczy. Albo też skrzela są umieszczone na kilku parach łuków chrząstkowych, ukrytych w dwóch bocznych jamach tuż poza głową, które z zewnątrz są zasłonięte przez t. zw. pokrywkę (*operculum*), n. p. u ryb kostnoszkieletowych. Same skrzela są to grzebykowate, mocno czerwone, obficie unaczynione twory miękkie; pomiędzy krwią zawartą w naczyniach skrzeli a powietrzem rozpuszczonem w wodzie odbywa się poprzez delikatne ścianki skrzelowe ustawiczna wymiana gazów warunkująca oddychanie.

Płazy oddychają skrzelami tylko w wieku młodocianym, n. p. głowacze czyli kijanki żab, traszek. Później tracą po największej części skrzela i oddychają już tylko zapomocą płuc. Niektóre tylko płazy t. zw. trwałoskrzelne, n. p. żyjący w ciemnych grotach Krainy odmieniec (*Proteus*), posiadają przez całe życie skrzela i płuca. Pod tym względem podobne są do nich ryby t. zw. dwudyszne, stanowiące przejście od ryb do płazów. Gady, ptaki i ssące posiadają

już tylko płuca, nigdy nie oddychają zapomocą skrzel. Jakkolwiek u zarodków tych zwierząt nie rozwijają się skrzel, niemniej przeto istnieją u tychże zarodków szczeliny skrzelowe czyli kieszonki boczne w szyjowej okolicy ciała, uchodzące z jednej strony szczelinami na zewnątrz, z drugiej do gardzieli i przypominające żywo takie same kieszonki u żarłaczy. U zarodków tych kręgowców są nadto rozwinięte pomiędzy owemi kieszonkami chrząstkowe łuki skrzelowe, które w znacznej części zanikają, po części zaś przekształcają się w drobne kostki słuchowe (młotek, kowadełko i strzemię) oraz w kostkę podjęzykową czyli gnykową, do której przymocowaną jest



Ryc. 75. Schematy budowy płuc u coraz wyższych kręgowców: 1, 2 — u płazów, 3 — u gadów, 4 — u ssaków: t — tchawica, o — oskrzela, p — płuca, o' — drobne oskrzela, l — lej-cokowate zakończenia oskrzelików z zatoczkowemi wypuklin-kami na ściankach. (Oryg.).

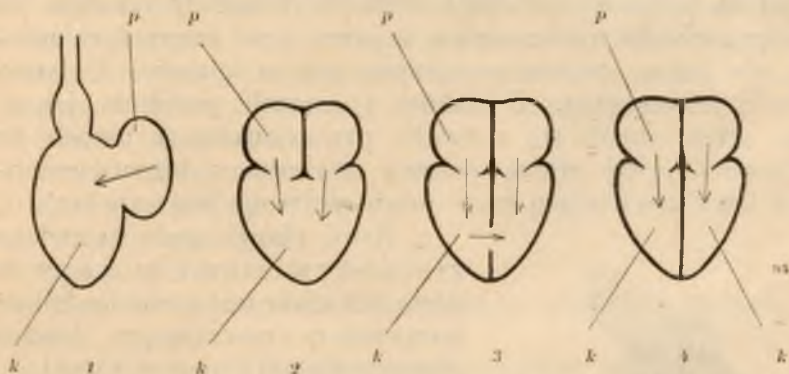
nasada języka. Te szcząt-kowe łuki skrzelowe u zarodków wyższych krę-gowców odpowiadają u ryb ostatecznym łukom skrzelowym, które istnie-ją przez całe życie i słu-żą do podtrzymywania o-sadzonych na nich skrzel.

Krtań i płuca krę-gowców ulegają też u co-raz wyższych gromad co-raz większej komplikacyi w budowie. U płazów, n. p. u traszki, nie wszyst-kie jeszcze chrząstki krta-ni są należycie wykształ-cone. Krótka tchawica rozdwaja się w tyle na dwa krótkie oskrzela, prowadzące do dwóch woreczkowatych płuc o gładkiej często po-wierzchni. U gadów płu-co jest również wo-reczkiem, ale wewnętrzna

jego powierzchnia posiada listewki wyższe i niższe, które odgrani-czają liczne zagłębienia na ścianie płuc. Jeszcze większą złożoność w budowie organów oddechowych znajdujemy u ptaków i ssą-cych. Przedewszystkiem są tu lepiej wykształcone chrząstki krta-niowe, tchawica rozdwaja się na oskrzela, które dzielą się na coraz cieńsze gałązki; u ptaków rozgałęzienia drugorzędne są ułożone pra-widłowo po bokach każdego głównego przewodu oskrzelowego, u ssą-

ych zaś oskrzela rozgałęziają się drzewiasto na coraz liczniejsze i cieńsze oskrzeliki, zakończone gronkami pęcherzyków płucnych, jak u człowieka. U ptaków organ głosu mieści się na końcu tchawicy, w miejscu gdzie rozdwa się ona na dwa główne oskrzela; u ssących natomiast, jak u człowieka, narząd głosowy mieści się w krtani (struny głosowe).

Układ krążenia składa się u wszystkich kręgowców z narządów krążenia krwi, to jest z serca i naczyń krwionośnych (tętniczych, żylnych i włoskowatych), oraz z systemu limfatycznego (gruczołów i naczyń limfatycznych). Budowa serca znacznie różni się u rozmaitych kręgowców. U najniższego kręgowca, lancetnika, няма jeszcze wcale serca; krew krąży tu w naczyniach zamkniętych, które kureząc się rytmicznie, powodują jej ruch.



Ryc. 76. Schematy budowy serca u coraz wyższych kręgowców: 1 — ryb, 2 — płazów, 3 — gadów, 4 — ptaków i ssących; p — przedsionki, k — komory. (Oryg.).

U ryb serce składa się z jednego przedsionka i jednej komory, przyczem zawiera tylko krew ciemno-czerwoną, odpowiada przeto tylko jakby prawej połowie serca ludzkiego. Krew ciemno-czerwona powracająca z ciała wstępuje do przedsionka, stąd do komory, a z niej przez pień tętniczy wypływa do kilku par łukowatych naczyń, na które pień ten jest podzielony. Z tych naczyń łukowatych przechodzi do naczyń włoskowatych odpowiednich skrzel, gdzie się utlenia i jako jasno-czerwona powraca ze skrzel innemi znów naczyniami łukowatemi, które łączą się w jedno większe naczynie — aortę. Ta ostatnia dzieli się na liczne tętnice, które rozprawadzają krew po całym ciele. Przez naczynia włoskowate krew ta dostaje się do pni żylnych, którymi znów jako ciemno-czerwona powraca do serca.

Otóż w dziedzinie narządów krążenia powtarza się zjawisko podobne jak w wielu innych, a mianowicie, że u zarodka człowieka i zwierząt ssących stosunki krążenia przypominają z początku te, jakie

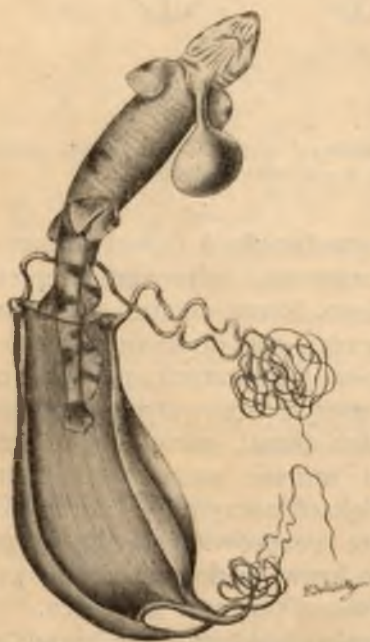
istnieją u ryb. Serce bowiem u zarodka ssaków składa się początkowo z jednej tylko komory i jednego przedsionka, a wybiegający z serca pień tętniczy dzieli się na kilka łukowatych naczyń, odpowiadających wyżej wspomnianym łukowatym naczyniom skrzelowym ryb.

U płazów serce składa się z dwóch przedsionków, prawego i lewego, oraz jednej komory; krew ciemno-czerwona powraca żyłami do prawego przedsionka, a krew jasno-czerwona powraca z płuc do lewego przedsionka, podobnie jak u człowieka. Lecz we wspólnej, jedynej komorze serca krew ciemno- i jasno-czerwona mieszają się z sobą i dlatego krew wypływająca z serca do aorty, która z tej komory wybiega, jest krwią mieszaną. U gadów istnieją także dwa przedsionki i jedna komora, lecz ta ostatnia jest podzielona zapomocą niezupełnej, pośrodku przebitej otworem przegrody na dwie połowy i tu więc zachodzi mieszanie się w sercu krwi jasno- i ciemno-czerwonej, ale już w stopniu mniejszym, niż u płazów. U krokodyla przegroda jest zupełna. U ptaków i ssących, podobnie jak u człowieka, serce składa się z dwóch przedsionków i dwóch komór, a przegroda między prawą połową zawierającą krew ciemno-czerwoną i lewą zawierającą krew jasno-czerwoną jest zupełna.

Ryby, płazy i gady są zwierzętami zimno-krwistymi, to znaczy, że ciepłota ich ciała jest zmienna, zależna od temperatury otaczającego środowiska. Natomiast ptaki i ssące są ciepłokrwiste, to znaczy, że posiadają stałą ciepłotę ciała, niezależną od temperatury otoczenia.

U wszystkich kręgowców istnieją **organy wydzielnicze** czyli nerki i ich przewody oraz **narządy rozrodcze** męskie, względnie żeńskie.

Ryby rozmnażają się zapomocą jaj składanych do wody (ikra); po większej części przeobrażeniom nie ulegają, to znaczy, że młode ich są podobne do rodziców; tylko początkowo, t. j. wkrótce po wylęgnięciu się z jaj, różnią się od dorosłych przez posiadanie pęcherzyka żółtkowego na brzusznej stronie ciała, który powoli zanika w miarę, jak żółtko, stanowiące pożywienie dla młodocianej formy, ulega wessaniu. Płazy również



Ryc. 77. Zarodek żarłacza opatrzonego pęcherzem żółtkowym, wystający ze skorupy jaja. (Oryg.).

składają jaja, ale młode ich (kijanki czyli głowacze) po większej części różnią się od dorosłych przez to, że opatrzone są skrzelami, za pomocą których oddychają w wodzie, a u płazów bezogonowych, n. p. żab lub ropuch, głowacze posiadają ogon, który później tracą. U niższych płazów skrzela zachowują się także u form dorosłych, u wyższych zaś całkiem zanikają, a zwierzę dorosłe oddycha wyłącznie płucami. Płazy podlegają więc w swym rozwoju pozarodkowym przeobrażeniom.

Gady i ptaki są również jajorodne; jaja ich zawierają wiele żółtka odżywczego, a w rozwoju pozarodkowym nie podlegają przeobrażeniom. Wreszcie ssaki są żyworodne, t. j. rozwijają się z jaj pozostających przez cały czas rozwoju zarodka w łonie ustroju macierzystego; jako młode karmią się mlekiem. Tylko najniższe ssaki z rzędu stekowców (*Monotremata*) składają jaja podobne do gadzich; młode ich wylęgające się z tych jaj są bardzo małe i niedołążne, żywią się mlecznym płynem gruczołów sutkowych matki.

Kręgowce dzielą się na pięć gromad następujących:

- 1) Ssaki (*Mammalia*).
- 2) Ptaki (*Aves*).
- 3) Gady (*Reptilia*).
- 4) Płazy (*Amphibia*).
- 5) Ryby (*Pisces*).

Poniższa tablica wykazuje zasadnicze różnice pomiędzy temi gromadami.

Kręgowce (<i>Vertebrata</i>)	Oddychają wyłącznie zapomocą płuc.	Potylica opatrzona (jak u człowieka) dwoma guzami stawowymi. Istnieją gruczoły mleczne (sutki). Ciepłokrwiste, owłosione.	} Ssące (<i>Mammalia</i>).
		Potylica opatrzona jednym tylko guzem stawowym. Brak gruczołów mlecznych.	
	Oddychają zapomocą skrzel przez całe życie lub tylko w młodości.	} W wieku dojrzałym oddychają płucami (u niższych form zachowują się także skrzela). Skóra naga. Szkielet kostny.	} Płazy (<i>Amphibia</i>).
		Oddychają przez całe życie skrzelami. (Tylko u ryb dwudysznych istnieją także płuca). Zwykle łuski w skórze właściwej. Szkielet kostny lub chrząstkowy.	Ryby (<i>Pisces</i>).

Gromada I. SSĄCE (Mammalia).

Zwierzęta ciepłokrwiste, oddychające zapomocą płuc, zwykle owłosione, posiadające gruczoły mleczne czyli sutki, żyworodne z wyjątkiem stekowców; potylicia zestawia się z pierwszym kręgiem (dźwigaczem) zapomocą dwóch kłykciów potylicznych, serce dwukomorowe i dwuprzedSIONKOWE.

Uwłosienie stanowi bardzo charakterystyczną właściwość wszystkich prawie ssaków: stosownie do grubości i gęstości włosów odróżniamy puch, sierść, szczecinę lub kolce. Niektóre tylko ssaki, n. p. walenie, są nieowłosione.

Końcowe człony palców u ssaków uzbrojone są w **paznokieć**, **pazur** lub **kopyto**, utwory rogowe, które podobnie jak włosy są produktem naskórka.

Paznokieć tworzy cienką płytkę z wierzchu tylko okrywającą człon palcowy; pazur jest dłuższy od paznokcia, silniejszy, zakrzy-



Ryc. 78. Przecięcia podłużne przez końcową część palca: A — małpy (z paznokciem), B — kota (z pazurem), C — konia (z kopytem); n — paznokieć, względnie pazur lub kopyto, v — wał paznokiowy, s — piętka rogowa, b — brzusiec.

wiony łukowato i otacza człon palcowy z wierzchu i z boków. Kopyto wreszcie stanowi rodzaj puszki, która otacza końcowy człon palcowy ze wszystkich stron, wyjąwszy powierzchnię stawową łączącą go z członem

przedostatnim. U wielu ssaków naskórek wytwarza nadto pochwy rogów, odciski rogowe na skórze, n. p. u wielbłąda i t. d.

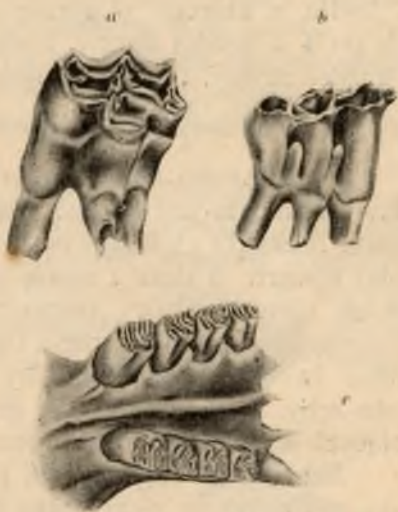
Bardzo charakterystyczne dla ssaków są również **zęby**. Każdy ząb zwierzęcy składa się z tych samych zasadniczych części, co i ząb ludzki. A więc odróżniamy korzeń osadzony w żębodole i koronę swobodnie wystającą, utworzone z substancji twardej zwanej zębina czyli dentyną, przyczem korona powleczone jest jeszcze szczególnie twardą blaszką szkliwa czyli emalii, a korzeń cementem. Wewnątrz zęba jest jama, w której mieści się miękka miazga (*pulpa*) obficie unaczyniona i unerwiona. Podobnie jak u człowieka rozróżniamy zęby przednie czyli sieczne albo siekacze (*dentes incisivi*), kły (*d. canini*) i trzonowe (*d. molares*). Wszelako tak w budowie poszczególnych rodzajów zębów, jak i w liczebnych ich stosunkach znajdujemy u rozmaitych ssaków znaczne różnice, które wielkiej są doniosłości w układnictwie zoologicznem. Ponieważ bowiem budowa i charakter zębów pozostają w ścisłej zależności od

rodzaju pokarmu pobieranego przez dany gatunek, a z kolei rodzaj pokarmu jest w ścisłym związku z całym sposobem życia, organizacją i obyczajami danych gatunków (zwierzęta trawożerne, owadożerne, drapieżne i wszystkożerne), rzecz oczywista przeto, że z budowy zębów można wnosić o innych ważnych właściwościach budowy i życia danych zwierząt.

U człowieka zęby tworzą u góry i dołu szeregi nieprzerwane. U zwierząt zaś ssących pomiędzy siekaczami a kłem u góry oraz pomiędzy kłem i zębami trzonowymi u dołu istnieje przerwa bezzębna, zw. szranikiem (*diastema*).

U człowieka, jak widzieliśmy, szkliwo tworzy gładką pochwę dookoła zębiny na koronie zębowej; są to t. zw. zęby pojedyncze. U innych, n. p. u gryzoniów, w zębach trzonowych szkliwo tworzy fałdy zagłębione do wnętrza zębiny, są to t. zw. zęby sfałdowane. Wreszcie bywa i tak, że ząb składa się z wielu płytek zębiny okrytych szkliwem i zespolonych cementem, jak n. p. w zębie trzonowym słonia lub mamuta:

jest to t. zw. ząb składany. Kły bywają bardzo silnie rozwinięte u zwierząt drapieżnych, u wielu zaś roślinożerców brak ich zupełnie. Zęby trzonowe są albo tępo sęczkowate, gdy na płaskiej koronie wznoszą się liczne, tępe, sęczkowate wyniosłości, n. p. u człowieka i świń, albo ostro sęczkowate, gdy te wyniosłości są zaostrome na wierzchołkach, n. p. u owadożerców, albo zmarszczkowate, gdy wpoprzek korony przebiegają jakby fałdki, n. p. u wielu gryzoniów, wreszcie krające, gdy korona jest ścięsniona i kończy się ostrą, nożową krawędzią, n. p. przednie zęby trzonowe u drapieżców.



Ryc. 79. a, b — Zęby trzonowe zwierząt kopytnych, o sfałdowanych koronach, c — gryzoniów. (Oryg.).



Ryc. 80. Ząb trzonowy mamuta. (Oryg.).

Układ zębów u ssaków oznaczamy zapomocą następujących formuł: u człowieka, posiadającego z każdej strony u góry i u dołu po 2 zęby przednie, 1 kiel, 5 zębów trzonowych, formuła zębowa pisze się w ten sposób:

$$\frac{2 + 1 + 5}{2 + 1 + 5} \text{ albo wprost: } \frac{2 \cdot 1 \cdot 5}{2 \cdot 1 \cdot 5}.$$

U bydła, u którego w górnej szczęce brak siekaczy, a w dolnej jest ich po 4 z każdej strony, brak kłów, a zębów trzonowych jest po 6 z każdej strony, formuła zębowa pisze się tak:

$$\frac{0 + 0 + 6}{4 + 0 + 6} \text{ albo wprost: } \frac{0 \cdot 0 \cdot 6}{4 \cdot 0 \cdot 6}.$$

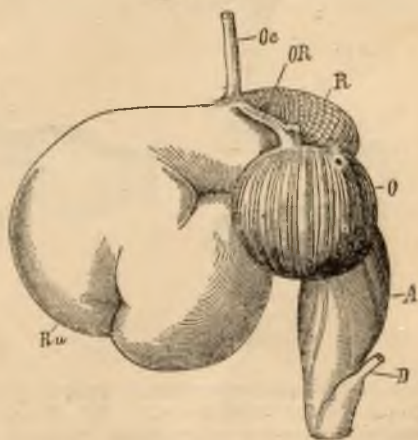
U większości ssaków otwór prowadzący do jamy zębowej u podstawy korzenia jest bardzo wązki; ząb taki rośnie tylko do pewnego czasu. Niekiedy atoli pewne zęby, n. p. siekacze u gryzoniów, są szeroko otwarte u dołu i rosną przez całe życie zwierzęcia. W zębach takich niema różnicy pomiędzy korzeniem a koroną; są to zęby o nieograniczonym wzroście i zwierzę musi nimi bardzo często gryźć różne twarde przedmioty, by ścierać u góry narastające wciąż od dołu zęby. Stąd szkodliwość gryzoniów, n. p. myszy, szczurów, ogryzających ustawicznie różne przedmioty.

Jedne ssaki stąpają całą podszwą czyli stopą (stopochody), inne zaś dotykają ziemi tylko palcami (palcochody); u niektórych zaś palce są do góry wzniesione tak, że tylko wierzchołki palców pokryte kopytami dotykają ziemi (kopytochody). Najczęściej ssaki posiadają po 5 palców, niekiedy atoli istnieją cztery, trzy, dwa lub jeden tylko palec, a wiemy już z powyższego, w jakim zanikają porządku. Jeżeli zatem zwierzę posiada cztery palce, to są nimi 2-gi, 3-ci, 4-ty, 5-ty, jeżeli trzy, są to palce 2-gi, 3-ci, 4-ty, jeżeli jeden, jak u konia, to palec 3-ci.

Szkielet zwierząt ssących składa się z tych samych części, co u człowieka. Kręgów szyjowych jest wszędzie siedm (wyjawszy pewien gatunek leniweca), a więc zarówno w długiej szyi żyrafy, jak i w krótkiej krępej szyi świni. Kręgów piersiowych liczba bywa rozmaita, n. p. u konia 18, u psa 13; lędźwiowych najczęściej 5—7, krzyżowych najczęściej 3—5, a ogonowych — zależnie od długości ogona. U stekowców istnieje w pasie barkowym oprócz obojczyka i łopatki osobna kość krucza (*os coracoideum*), jak u ptaków, gadów i płazów; u pozostałych zaś ssaków kość ta stanowi szczątek zrosnięty z łopatką, jako t. zw. wyrostek kruczodzioby albo kruczy (*processus coracoideus*). Obojczyki istnieją u tych ssaków, których kończyny przednie służą nie tylko do chodzenia, ale i do lotu, chwytania oraz do innych złożonych czynności, a więc n. p. u małp, nietoperzy, kreta; u innych zanikają. U tych ssaków, u których

liczba palców jest zredukowana, ulega też częściowemu uwstecznieniu kość łokciowa oraz piszczelowa; u konia n. p. obie te kości są słabo rozwinięte, zmarniałe. W budowie kości głowy znajdujemy też ważne różnice w porównaniu z człowiekiem i wyższymi małpami, a mianowicie: części twarzowe (pyskowe) są o wiele silniej rozwinięte od czaszki i wystają mocno naprzód. Liczba kości głowy jest u większości zwierząt ssących znaczniejsza niż u człowieka, n. p. istnieje u nich osobna kość międzyszczękowa, w której osadzone są siekacze górne, dwie osobne kości czołowe zamiast jednej, kość międzyciemieniowa i inne, które w czaszce ludzkiej zrosnięte są z sąsiednimi kośćmi, jakkolwiek u zarodka są wolne.

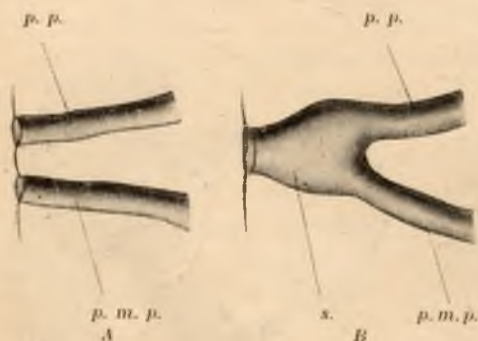
Narządy trawienia składają się u zwierząt ssących z tych samych części, co u człowieka: jamy ust, przełyku, żołądka, jelita cienkiego i grubego oraz z gruczołów: ślinianek, wątroby i trzustki. U różnych ssaków istnieją atoli dość znaczne różnice w rozwoju wszystkich tych części. Zwierzęta roślinożerne posiadają wogóle przewód pokarmowy znacznie dłuższy, niż mięsożerne, gdy bowiem u tych ostatnich długość jego przewyższa tylko kilka razy długość ciała, to u roślinożerców tamta przewyższa ją aż kilkanaście do dwudziestu razy. Nadto roślinożerne mają obszerniejszy żołądek i większą średnicę кишки grubej, a między innymi ogromne jelito ślepe (u konia n. p. ma ono blisko 1 m długości). Różnice te łatwo zrozumieć. A mianowicie pokarm roślinny zawiera daleko mniej pożywnych części, aniżeli mięsny, a więc zwierzę roślinożerne musi wprowadzać do swego ustroju bez porównania większą masę pokarmu, aniżeli mięsożerne, z czego wynika oczywiście, że żołądek i jelito roślinożerców muszą być obszerniejsze. Nadto pokarm zwierzęcy jest strawniejszy od roślinnego, n. p. od trawy, wobec czego pokarm roślinny dłużej musi pozostawać i trawić się w przewodzie pokarmowym od mięsnego, a stąd dłuższym i obszerniejszym musi być przewód ten u roślinożerców.



Ryc. 81. Żołądek cielęcia. Ru — torba czyli żwacz, R — sieć, O — księga, A — trawieniec, Oc — końcowa część przełyku, OR — rowek przełykowy, D — początkowa część jelita (dwunastnicy).

Z pośród zwierząt roślinożernych parzystokopytne, n. p. wół, owca, koza, pobierają stosunkowo olbrzymie masy pokarmu, a stąd i żołądek ich jest bardzo wielki i szczególnie urządzony. Zwierzęta

te nie mogą od razu należycie żuć tak wielkiej ilości pokarmu, przeżuwiają go przeto powtórnie i stąd nazwa przeżuwaczy. Żołądek ich bardzo wielki składa się z 2 głównych oddziałów. Z pierwszego, złożonego z trzech części, w którym pokarm podlega tylko rozmięczeniu i zwilżeniu, oraz drugiego, właściwego, trawiącego oddziału, który zawiera gruczoły wydzielające sok żołądkowy. Z trzech części tamtego oddziału pierwszy, największy zowie się torbą, drugi mniejszy czepcem, trzeci księgami (dlatego, że błona śluzowa tworzy w jego wnętrzu kilkaset fałdów listkowatych, podobnych do kartek książki). Połknięty pokarm stały przechodzi naprzód do torby i czepca: po pewnym czasie wskutek skurczu mięsistej ściany torby pokarm powraca kęsami do paszczy, zwierzę raz jeszcze go przeżuwa, miesza lepiej ze śliną i połyka po raz drugi. Ponieważ teraz połknięty pokarm jest płynniejszy, przechodzi od razu poprzez szczególny rowek na ścianie czepca do ksiąg, omijając torbę; w księgach pozbywa się nadmiaru wilgoci i przenika stąd do oddziału trawiącego czyli trawieńca. Pokarm płynny, n. p. woda, przechodzi od razu przez rowek na ścianie czepca do ksiąg i do trawieńca, omijając torbę.



Ryc. 82. Schemat, wskazujący, że przewód pokarmowy (p. p.) oraz przewód moczopłciowy (p. m. p.), mogą osobno otwierać się na zewnątrz (u wyższych ssaków), albo też uchodzą do wspólnego steku (s.), który się już na zewnątrz otwiera (n. p. u stekowców pośród ssaków oraz u ptaków, gadów, płazów i niektórych ryb).

Jelito proste czyli odbytnica u wszystkich ssaków, wyjąwszy stekowce, otwiera się bezpośrednio na zewnątrz, niezależnie od ujścia przewodów moczopłciowych; natomiast u stekowców, podobnie jak u zarodków wszystkich innych ssaków, istnieje t. zw. stek, uchodzący na zewnątrz jednym otworem, a do steku tego otwierają się: odbytnica i przewody moczopłciowe.

Układ nerwowy składa się u wszystkich zwierząt ssących z tych samych zasadni-

czych części, co u człowieka. Najważniejsze różnice znajdujemy w stopniu rozwoju półkul mózgu wielkiego u rozmaitych ssaków. U najniższych, mianowicie u stekowców i torbaczy, spoidło wielkie, łączące obydwie półkule mózgu, jest szczątkowe, u pozostałych rzędów dobrze jest wykształcone. Dalej u niższych ssaków i wogóle u postaci drobniejszych powierzchnia półkul mózgowych jest, jak u ptaków i gadów, gładka; u coraz wyższych form stopniowo występują brzozy i zawoje mózgowe, przez co powierzchnia półkul ciągle się powiększa. Wreszcie gdy u niższych ssaków półkule mózgu

wielkiego nie sięgają daleko wtył i nie zakrywają innych części mózgu, jak wzgórków czworaczych, mózdzku i rdzenia przedłużonego, to u stopniowo wyższych rzędów półkule coraz silniej też są wykształcone, a sięgając daleko wtył, pokrywają z góry wszystkie inne oddziały mózgu, jak u małp i człowieka.

Narządy zmysłowe u zwierząt ssących są takie same, jak u człowieka. Organ węchu jest u wielu ssaków znacznie lepiej rozwinięty niż u człowieka (węszenie zdobywcy u psów myśliwskich), to samo da się powiedzieć o organie słuchu i dotyku u niektórych zwierząt ssących, n. p. u nietoperzy, które podczas lotu zręcznie omijają w ciemności wszelkie przeszkody i słyszą doskonale najdelikatniejszy brzęk owadów.

Wszystkie ssaki są **żyworodne**, wyjąwszy stekowce (dziobak, koleczka), które znoszą jaja stosunkowo znacznej wielkości, zawierające wiele żółtka odżywczego i pokryte błoniastą skorupą, jak u gadów. Młode w pierwszym okresie życia swego karmią się mlekiem matki.

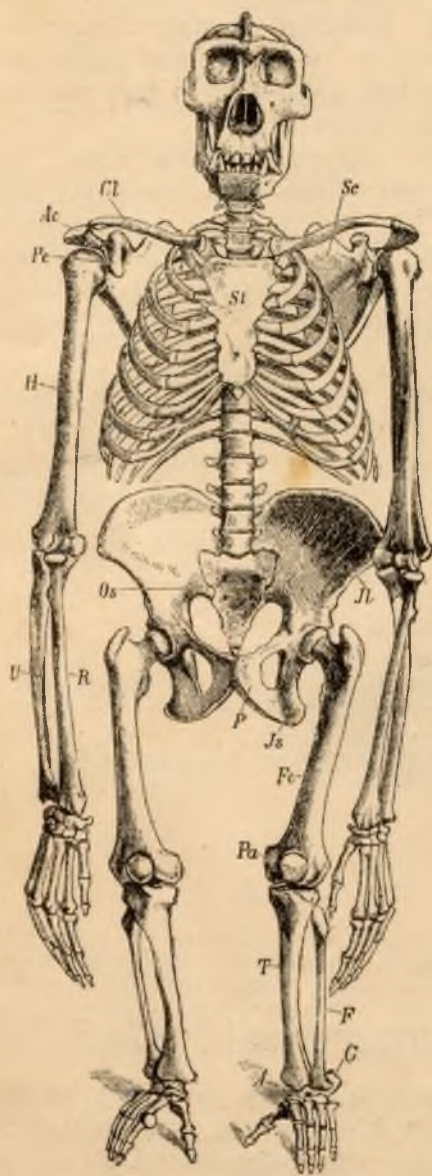
Ssące dzielą się na następujące rzędy:

- 1) Naczelne (*Primates*).
- 2) Rękoskrzydłe (*Chiroptera*).
- 3) Owadożerne (*Insectivora*).
- 4) Drapieżne (*Carnivora*).
- 5) Płytwonogi (*Pinnipedia*).
- 6) Syrenowate (*Sirenia*).
- 7) Walenie (*Cetacea*).
- 8) Kopytne (*Ungulata*).
- 9) Gryzonie (*Glires*).
- 10) Szczerbaki (*Edentata*).
- 11) Torbacze (*Marsupialia*).
- 12) Stekowce (*Monotremata*).

Rząd 1. NACZELNE (*Primates*). 15-7

Uzębienie zupełne. Odnóża przednie i tylne posiadają zwykle po 5 palców, z których pierwszy zwykle może się przeciwstawiać innym. Palce uzbrojone po większej części paznokciami. Dzielą się na dwa podrzędy:

1) **Małpy** (*Simiae*). Przeważnie wszystkożerne, przystosowane do życia na drzewach. Oczodoły ograniczone od tyłu kostną przegrodą (zamknięte), siekacze długie, zęby trzonowe podobne do ludzkich, ciało wiotkie, zwinne, ogon niekiedy chwytny. Odnóża przednie zwykle dłuższe od tylnych, palce przednich opatrzone paznokciami, wyjąwszy małpiatki, które są uzbrojone pazurami; palec



Ryc. 83. Szkielet goryla (*Gorilla gina*). St — mostek, Sc — łopatką, Ac — wierzchołek, Pr — wyrostek kruczożoły, Cl — obojczyk, H — kość ramieniowa, R — szprychowa, U — łokciowa, Os — krzyż, Il — kość biodrowa, Is — kość siedzeniowa, P — kość łonowa, Fe — kość udowa, Pa — rzepka kolanowa, T — kość goleniowa, F — kość piszczelowa, C — kość piętowa, A — kość skokowa.

wielki odnóży tylnych opatrzone zawsze paznokciem, pozostałe zaś mogą być uzbrojone pazurami (n. p. u małpiatek).

Małpy dzielą się na: a) **Wązkonose** (*Catarrhina*) czyli małpy Starego Świata, o wąskiej przegrodzie nosa i otworach nosowych skierowanych naprzód.

Tu należą małpy człekokształtne bezogonowe (*Anthropomorphae*), mianowicie orangutan (*Simia satyrus*), Borneo, szympanś (*Anthropithecus troglodytes*), Afryka środkowa, oraz goryl (*Gorilla gina*), Afryka zachodnia, do 1,5 m wysoki.

Dalej należy tu gibbon czyli długorak (*Hylobates*), o bardzo długich odnóżach przednich, Sumatra, Molukki. Koty morskie (*Cercopithecidae*) z obrzmieniami skóry na pośladkach, często także z torebkami policzkowymi czyli szczególnymi wypuklinami błony śluzowej wyściełającej policzki, n. p. kota wiec zielony (*Cercopithecus sabaeus*) w Afryce wschodniej, magot (*Macacus inuus*) bezogonowy w Afryce północno-zachodniej oraz na skałach Gibraltaru; pokrewne im są pawiany (*Cynocephalidae*), o pyskach silnie wydłużonych i wielkich obrzmieniach policzkowych i pośladkowych, n. p. mandryl (*Papio maimon*) w Afryce zachodniej.

b) **Szerokonose** (*Platyrrhina*) czyli małpy Nowego Świata (amerykańskie), o szerokiej przegrodzie nosa i otworach nosowych skierowanych na boki. Nie mają nabrzmień pośladkowych.

Tu należą małpiatki (*Hapalidae*), n. p. małpeczka złota z pazurami, jedynie kciuk odnóży tylnych ma paznokieć, oraz wyjce (*Mycetes*), płaksy (*Cebus*) i czepiaki (*Ateles*) o ogonie długim, chwytłym, wszystkie w Ameryce południowej.

2) **Małpozwierze** (*Lemuridae*). Żęby trzonowe ostroszczkowe. Oczko-

dół nieograniczone w tyle kostną przegrodą (otwarte); uzbrojenie palców rozmaite, najczęściej palec drugi odnóży tylnych zakończony pazurem, reszta zaś palców opatrzona paznokciami. Są to zwierzęta nocne, drapieżne, bardzo ostrożne, zwykle o pysku mocno wydłużonym, wielkich oczach i długich palcach. Żyją na wyspie Madagaskarze, niektóre na sąsiednim lądzie Afryki i Azji południowej.

Tu należą: lemur (*Lemur*), indri (*Lichanotus*), galago (*Otolicnus*), lotoperz (*Galeopithecus*), maki (*Arctocebus*).



Ryc. 84. Chwytna łapa tylna maki (*Arctocebus*).

Rząd 2. RĘKOSKRZYZDŁE czyli NIETOPERZE (Chiroptera).

Podramię i palce przednich kończyn, oprócz kciuka, są bardzo wydłużone. Z boków każdej strony skóra tworzy szeroki fałd błoniasty łączący odnóże przednie z tylnymi, ciągnący się pomiędzy długimi czterema palcami odnóży przednich, a także pomiędzy odnóżami tylnymi a ogonem lub wprost pomiędzy nimi, jeżeli ogona



Ryc. 85. Szkielet rudawki (*Pteropus*). St — mostek, Cl — obojczyk, Sc — łopatką, H — ramię, R — szprycha, U — łokieć, D — kciuk, H — kość biodrowa, P — kość łonowa, Is — kość siedzeniowa, Fe — kość udowa, T — kość goleniowa, F — kość piszczelowa.

brak. Jest to błona lotna. Palce nóg tylnych, uzbrojone pazurkami, są wolne; na odnóżach zaś przednich tylko kciuk, a niekiedy i palec drugi zakończone są pazurkami. Uzębienie zupełne; u owadożernych nietoperzy zęby trzonowe są ostroszczkowate, u owocożernych tępościskowate. Dzień spędzają w ukryciu, śpiąc i wisząc głową na dół,

uczepione tylnymi nogami; żerują o zmierzchu i w nocy, mają nader czuły dotyk i doskonały słuch. W okolicach umiarkowanych i zimnych zapadają w sen zimowy, kryjąc się po strychach, piwnicach, zwaliskach, dziuplach drzew, zaczepione również tylnymi nogami i zwieszane głową na dół.



Ryc. 86. Głowa wampira.

Do **owadożernych**, posiadających oczy małe, uszy wielkie (w związku z bystrym słuchem), należą gacek (*Plecotus*), norek (*Vespertilio*), mroczek (*Vesperugo*), które są gładkonose; listkonose zaś czyli opatrzone listkowatymi wyrostkami skóry na nosie są: nasz podkowiec (*Rhinolophus*), a w Ameryce południowej wampir (*Phyllostoma*). Do nietoperzy zaś **owocożernych**, posiadających oczy duże, uszy krótkie, należy wielka stosunkowo rudawka czyli kalong (*Pteropus edulis*) na archipelagu Indoaustralskim.

Rząd 3. OWADOŻERNE (Insectivora).

Uzębienie zupełne, zęby trzonowe ostroszczkowate. Małego wzrostu, nastopne; nos ryjkowato wydłużony. Karmią się owadami i innymi drobnymi zwierzętami.

Tu należą: kret (*Talpa europaea*) o aksamitno-czarnym futerku, przednie nogi łopatkowe, grzebne, żyje pod ziemią, bardzo pożyteczny; ryjówka (*Sorex*) i rzęsorek (*Crossopus fodiens*), drobne, bardzo drapieżne, ostatni jest szkodnikiem w gospodarstwach rybnych; jeż (*Erinaceus europaeus*), grzbiet kolcami pokryty, łępi owady, myszy, szczury, żmije i dlatego jest bardzo pożyteczny.

Rząd 4. DRAPIEŻNE (Carnivora).

Uzębienie zupełne; kły długie, stożkowate, zęby trzonowe przeważnie o koronach nożowatych; trzy rodzaje zębów trzonowych: przednie o koronach ścięśnionych, t. zw. szczerbowe, za nimi z każdej strony jeden potężny ząb tnący, a poza nim tylne zęby trące, szczkowate. Pazury albo nieruchome, n. p. u psów, albo też wysuwalne, jak u kotów. Karmią się łupem żywym lub padliną (n. p. hyeny). Tu należą następujące rodziny:



Ryc. 87. Szkielet łapy tylnej kota. *f* — kość piętowa, *m* — kości stopowe, *a, b, c* — palce.

Koty (*Felidae*). Palcochody, o pazurach przeważnie wysuwalnych, posiadają najmniejszą liczbę zębów pośród drapieżców, język szorstki, pokryty koleczastymi twardymi brodawkami; polują głównie w nocy, przeważnie są bardzo drapieżne.

Główni przedstawiciele: kot domowy (*Felis domestica*), żbik (*Felis catus*) i ryś (*Felis lynx*), pospolite u nas

w Karpatach; lew (*Felis leo*), Afryka i Azja, tygrys (*Felis tigris*) pręgowany, w Azji południowej i środkowej aż do Syberyi, lampart (*Felis leopardus*) centkowany, w Afryce i inne koty strefy gorącej.



Ryc. 88. Szkielet lwa. St — mostek, Sc — łopatka, H — kość ramieniowa, R — szprychowa, U — łokciowa, Cp — napięstek, Mc — dłoń. Il — kość biodrowa, P — łonowa, Is — siedzeniowa, Fe — udowa, T — goleniowa, F — piszczelowa, P — rzepka kolanowa, Ts — nastopek, Mt — stopa, C — kość piętowa.

Hyeny (*Hyaenidae*). Nogi tylne krótsze od przednich, przez co grzbiet jest spadzisty ku tyłowi; uzębienie mniej drapieżnicze i pazury tępe; karmią się padliną.

Hyena pręgowana (*Hyaena striata*) w Afryce i Azji zachodniej, hyena centkowana (*H. crocuta*) w Afryce południowej i zachodniej.



Ryc. 89. Czaszka wilka. c. — kość ciemieniowa, cz. — czołowa, k. p. — kłykiec potyliczny, ł. — łuk jarzmowy, m. — kość międzyszczękowa, n. — kość nosowa, p. — kość potyliczna, sz. — szczeka górna, ż. — szczeka dolna (żuchwa). (Oryg.).

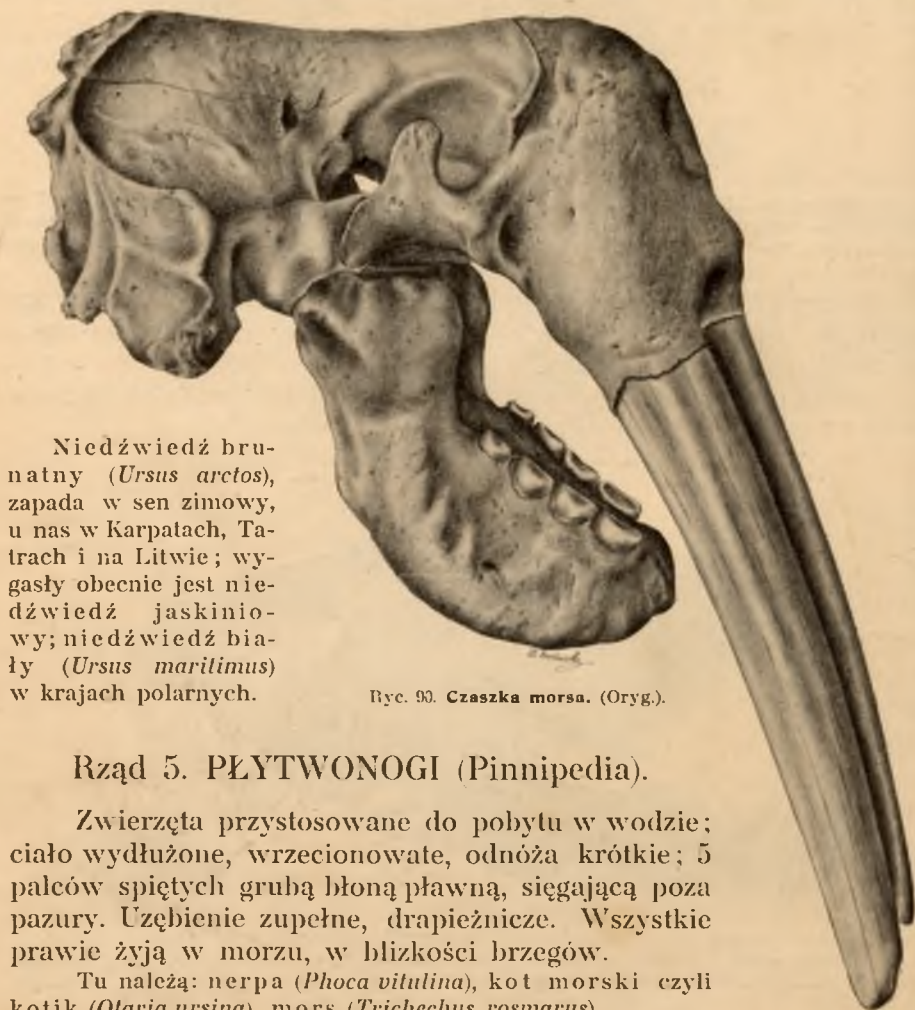
Psy (*Canidae*). Palcochody; pazury niewysuwalne. Zęby trące liczniejsze niż u kotów, pysk wydłużony (u kotów zaokrąglony). Żyją często stadami.

Wilk (*Canis lupus*), pies domowy (*C. familiaris*), szakal (*C. aureus*), lis (*C. vulpes*).

Łasice (*Mustelidae*). Ciało wydłużone, bardzo gibkie, nogi krótkie; palcochody lub stopochody, pazury nieruchome. Bardzo drapieżne.

Tu należą n. p. łaska (*Mustela vulgaris*), gronostaj (*M. erminea*), tchórz (*M. putorius*), kamionka czyli kuna domowa (*M. foina*), tumak czyli kuna leśna (*M. martes*), soból (*M. zibellina*), wydra (*Lutra vulgaris*), borsuk (*Meles taxus*).

Niedźwiedzie (*Ursidae*). Stopochody o ciele ociężałym; pazury nieruchome, ząb tnący mały, szeroki. Pokarm przeważnie mieszany.



Niedźwiedź brunatny (*Ursus arctos*), zapada w sen zimowy, u nas w Karpatach, Tatrach i na Litwie; wygasły obecnie jest niedźwiedź jaskiniowy; niedźwiedź biały (*Ursus maritimus*) w krajach polarnych.

Ryc. 93. Czaszka morsa. (Oryg.).

Rząd 5. PŁYTWONOGI (Pinnipedia).

Zwierzęta przystosowane do pobytu w wodzie; ciało wydłużone, wrzecionowate, odnóża krótkie; 5 palców spiętych grubą błoną pławną, sięgającą poza pazury. Uzębienie zupełne, drapieżnicze. Wszystkie prawie żyją w morzu, w bliskości brzegów.

Tu należą: nerpa (*Phoca vitulina*), kot morski czyli kotik (*Otaria ursina*), mors (*Trichechus rosmarus*).

Rząd 6. SYRENOWATE (Sirenia).

Ociężałe, wrzecionowato wydłużone, żyją w morzu przy brzegach. Odnóża przednie zamienione w płyty ruchome w stawie łokciowym, odnóża tylne zanikłe, ogon zakończony płytą poziomą. Uzębienie niezupełne; roślinożerne.

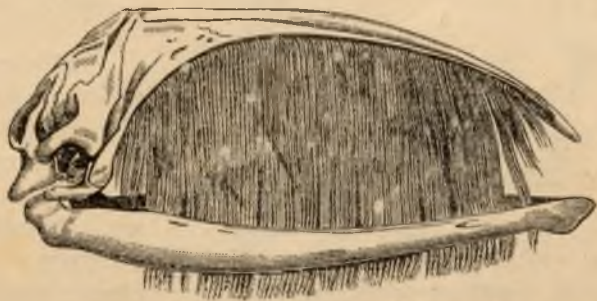


Ryc. 91. Czaszka krowy morskiej. (Oryg.).

Manat (*Manatus latirostris*) zamieszkuje wybrzeża morskie Ameryki, diugon (*Halicore*) w oceanie Indyjskim, krowa morska (*Rhytina Stelleri*), bardzo wielka, do połowy XIX. w. żyła w cieśninie Berynga, obecnie zaginiona.

Rząd 7. WALENIE (Cetacea).

Wielkie ssaki morskie, o ciele kształtu rybiego, kończyny przednie zamienione na płyty, tylnych brak, ogon zakończony płytą poziomą, skóra gruba z obfitą warstwą tłuszczu, naga lub pokryta bardzo rzadkim, rozrzuconym włosiem; u jednych zęby istnieją, u innych brak tychże, a wówczas z podniebienia zwieszają się wielkie płyty rogowe, u spodu rozstrzępione, t. zw. fiszbin.



Ryc. 92. Czaszka wieloryba (*Balaena mysticetus*) wraz z fiszbinami.

wszystkożerne. Zęby trzonowe o koronach szerokich z tępyimi sęczkami, albo jarzmowemi wgłębieniami. Dzielią się na następujące podrzędy:

1) **Prakopytne** (*Condylarthra*), wygaste, o odnóżach pięciopalcowych; najstarsze kopytne występujące w trzeciorzędzie były zapewne przodkami innych, dziś żyjących kopytnych.

Prakopytnik (*Phenacodus*).

2) **Słoniowate** (*Proboscidea*). Największe ssaki lądowe; nos przedłuża się w długą ruchomą trąbę, na której końcu są otwory nozdrzy oraz ruchomy wyrostek chwytny. Kłów właściwych brak, dwa siekacze górne silnie są rozwinięte i naprzód wystają jako t. zw. kły, dające kość słoniową, wysoko cenioną w handlu; zęby trzonowe wielkie, złożone. Odnóża grube, walcowate, pięciopalcowe, zakończone kopytami (3—4). Żyją gromadnie w wilgotnych i cienistych okolicach Afryki oraz Indyi.

Należą tu: słoń afrykański (*Elephas africanus*), słoń indyjski (*E. indicus*). Kopalnymi są: mamut (*E. primigenius*) i mastodon.

3) **Nieparzystokopytne** (*Perissodactyla*), głównie wykształcony palec środkowy, trzeci. Liczba palców nieparzysta, tylko na przednich nogach tapira 4 palce. Uzębienie zwykle zupełne, ale często brak kłów.

Tu należą: tapir (*Tapirus americanus* i *T. indicus*), nosorożec indyjski (*Rhinoceros indicus*) z jednym rogiem na nosie i afrykański (*R. africanus*) z dwoma rogami, o 3 palcach na każdej nodze, koń (*Equus caballus*), osioł (*E. asinus*) i zebra (*E. zebra*) posiadają tylko palec środkowy (jednokopytne), dłoniowe i stopowe kości palców 4. i 2. jako szczątki, zw. kostkami rysikowemi.

4) **Parzystokopytne** (*Artiodactyla*), głównie rozwinięte są palce 3. i 4., liczba palców parzysta. Uzębienie często niezupełne, u świń zupełne. Dzielią się na:

a) **Nieprzeżuwające** (*Artiodactyla non ruminantia*).

Do tych należą: dzik (*Sus scrofa*) oraz pochodząca od niego świnia domowa (*S. scrofa domestica*), wszystkożerne, o uzębieniu zupełnem, zęby trzonowe o tępych sęczkach.



Ryc. 95. Czaszka końska.



Ryc. 96. Czaszka dzika.

b) **Przeżuwające** (*Artiodactyla ruminantia*) mają żołądek złożony z 4 oddziałów, przeżuwają pokarm, w szczęcie górnej brak siekaczy, w dolnej 8, rzadziej 6 siekaczy naprzód wystających, kłów brak. Niektóre mają rogi dęte czyli puste (pusztorożce), to znaczy, że rogi są pochwami nasadzonemi na kostne wyrostki kości czołowej, zwane moździeniami.

N. p. bydlę (*Bos taurus*), pochodzące od zaginionych obecnie: tura (*B. primigenius*) i bydlę krótkorogiego (*B. brachyceros*), żubr (*Bison europaeus*) w puszczy białowieskiej na Litwie, owca (*Ovis aries*), koza (*Capra hircus*), kozica czyli gemza (*Antilope rupicapra*) u nas w Tatrach oraz różne antylopy.



Ryc. 97. Głowa jelenia (*Cervus canadensis*).

Tu należą: jelen (Cervus elaphus), sarna (*C. capreola*), łos (C. alces), ren (*C. tarandus*) na dalekiej północy, obydwie płci z rogami.

Nie posiadają rogów właściwych, a tylko moździenie skórą obleczone (kosmatorogie): żyrafa (*Camelopardalis giraffa*), wielbłąd jednogarbny i dwugarbny (*Camelus dromedarius*, *C. bactrianus*) i lama (*Auchenia*).

Inne, t. z. pełnorożce, mają rogi pełne, osadzone na krótkich moździeniach (t. zw. róża), co rok spadające, a na ich miejsce odrastają nowe, które zwykle mają o jedną gałąź więcej; rogi są rozgałęzione i tylko samcom właściwe, wyjąwszy rena.

Rząd 9. GRYZONIE (Glires).

Po dwa dłutowate zęby sieczne u góry i u dołu, bezkorzeniowe, a więc ciągle narastające i tylko z przodu szklivem pokryte (u za-



Ryc. 98. Przecięcie przez szczękę górną i żuchwę zajęcy. S₁, S₂ — siekacze, b₁, b₂ — zęby trzonowe.

jający u góry i w tyle dwóch przednich siekaczy znajdują się dwa mniejsze tylne); za siekaczami szrank bezzębny, zęby trzonowe sfałdowane lub składane, niekiedy zaś tępo sęczkowate. Przez ciągłe ogryzanie twardych przedmiotów przeciwdziałają zbyt silnemu wzrostowi siekaczy.

Tu należą n. p. wiewiórka (*Sciurus vulgaris*), suseł (*Spermophilus*), świstak (*Arctomys marmotta*) u nas w Tatrach, chomik (*Cricetus frumentarius*), mysz (*Mus*), szczur wędrowny (*M. decumanus*), bóbr (*Castor fiber*), świnka morska (*Cavia cobaya*), zajęc szarak (*Lepus timidus*) i królik (*L. cuniculus*).

Rząd 10. SZCZERBAKI (Edentata).

Są albo zupełnie bezzębne, albo szczerbate, to jest brak im pewnych zębów, zwykle siekaczy. Zęby są bez korzeni. Pazury wielkie, grzebne (pancernik) lub sierpowate (leniwiec).

Tu należą: łuskowiec (*Manis*), mrówkojad (*Myrmecophaga*) całkiem bezzębny, pancernik (*Dasybus*) i leniwiec (*Bradypus*).

Rząd 11. TORBACZE (Marsupialia).

Na brzuchu dwa podłużne fałdy skórne tworzące torbę, podtrzymywaną przez parę kości torbowych. Młode nader niedołączone, już po urodzeniu pozostają przez czas pewien w torbie, przyczepione do brodawek sutkowych czyli mlecznych. Postacią, uzębieniem i sposobem życia torbacze przypominają rozmaite rządy ssaków, a więc drapieżne, małpozwierze, gryzonie, kopytne. Wyjawszy dydelfa, który zamieszkuje Amerykę, wszystkie znajdują się w Australii i na wyspach sąsiednich.

Tu należą n. p.: kangur (*Macropus*) roślinożerny i torbopies (*Thylacinus cynocephalus*) drapieżny.

Rząd 12. STEKOWCE czyli JEDNOOTWOROWCE (Monotremata).

Jelito odbytowe i przewody moczowo-płciowe uchodzą do wspólnego steku; sutki słabo wykształcone. Palce uzbrojone pazurami; znoszą jaja obfite w żółtko odżywcze i okryte miękką błoną. Łączą ssaki z gadami. Zamieszkują Australię i sąsiednie wyspy.

Tu należą: dziobak (*Ornithorhynchus anatinus*), szczęki nakształt dzioba, długi ogon spłaszczony; przebywa w pobliżu wód, pływa doskonale, grzebie nory, znosi naraz po 2 jaja; kolezatka (*Echidna aculeata*), pokryta na grzbiecie kolcami, pysk ryjkowato wydłużony, język robakowaty, karmi się przeważnie mrówkami, znosi naraz jedno jaje, umieszczone w torbie podbrzuszej.

Gromada II. PTAKI (Aves).

Kręgowce ciepłokrwiste, oddychające płucami, upierzone; odnóża przedniej pary przekształcone w skrzydła. Jajorodne. Potylicy zestawia się z pierwszym kręgiem za pomocą jednego kłykcia; serce dwukomorowe i dwuprzedsionkowe.

Bardzo charakterystyczną właściwość ptaków stanowi ich **upierzenie** składające się z piór i puchu. Są to wytwory wyłącznie naskórka, podobnie jak włosy u ssaków, i składają się, jak tamte, z substancji rogowej. Główna oś pióra jest złożona z części dolnej, dętej,

zw. dutką, oraz górnej, spoistej, zw. stosiną. W dutce mieści się t. zw. dusza czyli zeschnięta skórka będąca szczątkiem brodawki naskórkowej, z której pióro powstało. Ze stosiny wybiegają obustronnie



Ryc. 99. Szkielet sępa. *Rh* — żebra szyjne. *Du* — dolne wyrostki ościaste kręgów tułowiowych, *Cl* — obojczyk, *Co* — krucze, *Sc* — łopatką, *St* — mostek, *Stc* — mostkowe oddziały żeber, *Pu* — wyrostki haczykowe żeber, *Il* — kość biodrowa, *Is* — kość siedzeniowa, *Pb* — kość łonowa, *H* — ramieniowa. *R* — szprychowa, *U* — łokciowa, *C*, *C'* — napięstek, *Me* — dłoń, *P'*, *P''*, *P'''* — członki palcowe, *Fe* — kość udowa, *T* — kość goleniowo-nastopkowa, *F* — piszczelowa, *Tm* — kość nastopkowo-stopowa (skok), *I* — staw międzynastopkowy (intertarsalny).

promienie, na każdym promieniu siedzą znów obustronnie promyki, a na tych ostatnich często znajdują się jeszcze włosiste ha-

czyki, służące do wzajemnego zczepiania się promyków. Wszystkie te części, osadzone na osi głównej, tworzą t. zw. chorągiewkę, zbudowaną, jak widzimy, w ten sposób, że pomimo znacznej lekkości jest bardzo mocna i stawia należyty opór powietrzu. Puch posiada oś króciutką, a wiotkie promienie wybiegają baldaszkowato z jej wierzchołka.

Na **skórze** ptaka znajdują się smugi upierzone oraz nieupierzone. Większe pióra na skrzydłach zwą się **lotkami**, na dłoni lotkami pierwszego rzędu, na podramieniu lotkami rzędu drugiego. Pióra na ogonie zwą się **sterówkami**. Krótkie pióra na ciele, pokrywające z góry i od spodu lotki lub sterówki, zwą się **pokrywami**. U samców upierzenie bywa

zwykle świetniejsze aniżeli u samic (kogut, paw, indyk). U nas corocznie ku jesieni ptaki zmieniają pióra (pierzenie się). Na wiosnę mogą nadto pióra zmieniać swą barwę, nie wypadając.

W **szkielecie** ptaków napotykamy następujące charakterystyczne właściwości. Liczne kości ptaków są pneumatyczne, t. j. jamy ich zamiast szpikiem są wypełnione powietrzem, co znacznie zmniejsza ciężar pta-



Ryc. 100. Nazwy upierzenia w różnych okolicach ciała ptaka. S — czoło, Sc — ciemię, Hh — potylicza, W — policzki, N — kark, R — grzbiet, K — gardziel, Br — pierś, Ba — brzuch, St — kuper, B — pokrywa ogonowa, Rt — ogon ze sterówkami, HS — lotki pierwszego rzędu, AS — lotki drugiego rzędu, T — pokrywy, At — skrzydełko kątowe.



Ryc. 101. Układ miejsc upierzonych (pterylia) i nieupierzonych (apteria) u kura. a — od strony brzusznej, b — od grzbietowej.

ka; powietrze przenika do nich za pośrednictwem wewnętrznych otworów komunikujących z tak zw. workami powietrznymi,

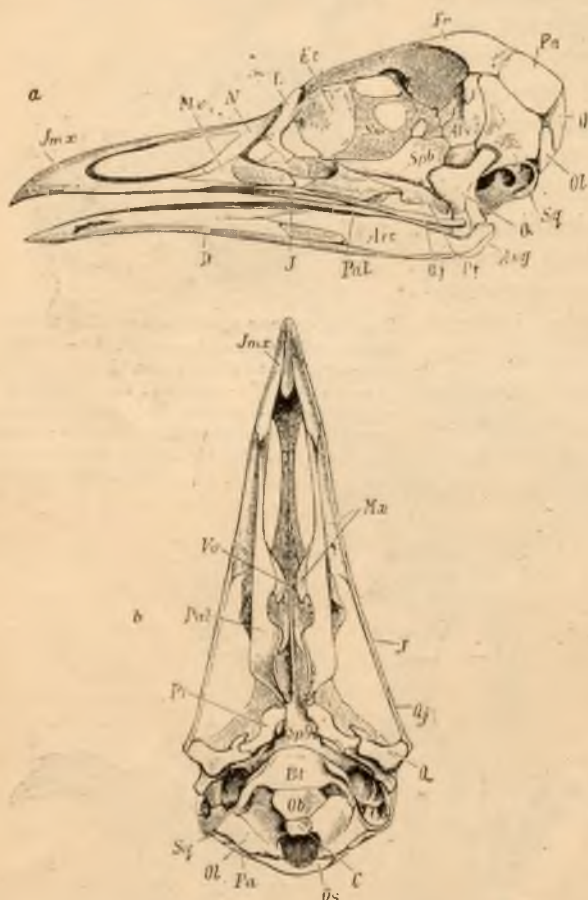
które stanowią przedłużenia płuc i sięgają pomiędzy trzewia. Powietrze płuc dostaje się do worków, a z nich do wnętrza kości.

Czaszka ptaków nie wykazuje szwów odgraniczających poszczególne kości, lecz jest jednolitą jakby torebką, o cienkich ścian-

kach kostnych. Rozmiary czaszki są stosunkowo niewielkie, przez co ciężar głowy jest nieznaczny, a to dla utrzymania równowagi w locie ma wielkie znaczenie. Ciężar głowy zmniejszony jest i przez to, że liczne kości twarzowe są wąskie, na przykład kości podniebieniowe i jarzmowe; szczęki są bezzębne; u góry szczęki i kość międzyszczękowa, u dołu zaś żuchwa są przekształcone w dziób, okryty zewnątrz pochwą rógową. Żuchwa nie zestawia się z czaszką bezpośrednio, jak u ssaków, lecz za pośrednictwem t. zw. kostki kwadratowej. Wielkie oczodoły oddzielone są od siebie tylko cieką przegrodą kostną. Kość potyliczna zestawia się z pierwszym kręgiem zapomocą jednego tylko kłykcia, co znacznie ułatwia ruchy głowy.

W związku ze zdolnością do lotu i silnym rozwojem mięśni

piersiowych poruszających skrzydła mostek jest szeroki, mocny i jednolity, opatrzony (wyjąwszy biegusy) pionowo sterującym grzebieniem podłużnym, czego nie ma u ssaków, a żebra są całkowicie



Ryc. 102. Czaszka dropia: a — z boku, b — od spodu. Ob — kość podstawowo-potyliczna, C — kłykieć potyliczny, Ol — k. boczno-potyliczna, Os — górna potyliczna, Sq — łuskowa, Bt — przyklinowa, Spb — podstawowo-klinowa, Als — skrzydłowo-klinowa (alisphenoideum), Sm — przegroda międzyoczodołowa, Et — k. sitowa nieparzysta, Pa — ciemieniowa, Fr — czołowa, Mx — górnoszczękowa, Imx — międzyszczękowa, N — nosowa, L — łzowa, J — jarzmowa, Qj — kwadratowo-jarzmowa, Q — kwadratowa, Pt — skrzydłowa, Pal — podniebieniowa, Vo — lemięsz, D — k. zębowa, Art — k. stawowa, Ang — k. kątowna żuchwy.

skostniałe i połączone z sobą haczykowatymi wyrostkami, przez co klatka piersiowa, jako całość, nabiera większej mocy.

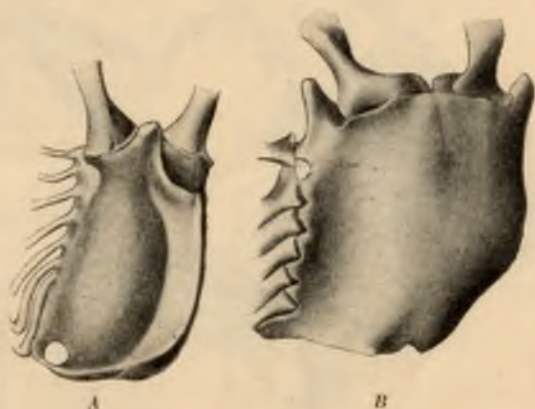
Kręgi ptaków posiadają trzony z przodu siedłowato wklęsłe, z tyłu wypukłe (u ssaków mają one często powierzchnię przednią tylną płaską). W pasie barkowym znajdujemy oprócz pary łopatek i pary obojczyków zrosniętych z sobą w postaci ostrogi, parę silnych kości krucznych, co wzmacnia zestawienie skrzydła. W skrzydle czyli kończynie przedniej istnieją te same zasadnicze kości, co u ssaków; dłoń jest uwsteczniiona w rozwoju; z palców tylko jeden, środkowy, dobrze jest rozwinięty, nadto dwa inne szczątkowe.

Miednica ptaków składa się, jak u ssących, z trzech par kości, przy-

czem kości biodrowe są bardzo wydłużone i na znacznej przestrzeni zrosnięte z kręgosłupem, a kości łonowe i siedzeniowe nie zamykają miednicy od spodu czyli nie tworzą spojenia łonowo-siedzeniowego, miednica zatem ptaków nie stanowi zamkniętego pierścienia, jak u ssących. W skład odnóży tylnych wchodzi te same zasadnicze kości, co u ssaków; najbardziej charakterystycznym jest to, że dolny szereg kostek stępu (nastopka) oraz kości śródstopia zrastają się w jedną długą kość, t. zw. skok. Palców na nodze jest najczęściej 4, przyczem albo 3 są zwrócone naprzód, a jeden wtył, albo (jak u ptaków łązących, n. p. u dzięcioła) dwa naprzód i dwa wtył, rzadziej wszystkie cztery naprzód. Palce nóg bywają niekiedy spięte lub obwiedzione błonami płynnymi.

W budowie **przewodu pokarmowego i narządów oddechowych** zasługują na uwagę następujące charakterystyczne właściwości, wyróżniające ptaki od ssących.

Jama ust nie jest w zupełności odgraniczona od jamy nosa, albowiem w podniebieniu zachowują się szczeliny, przez które obydwie te jamy łączą się z sobą. Otwory nozdrzy znajdują się zwykle u nasady dzioba na górnej jego stronie, a ograniczająca je błona miękka nosi nazwę **woskówki**. W związku z przełykiem istnieje



Ryc. 103. **Mostki ptaków:** A — ptaka drapieżnego z silnie rozwiniętym grzebieniem, B — strusia, bez grzebienia. (Oryg.).

często rozszerzenie workowate, zw. wolem, gdzie ziarno ulega rozmiękczeniu.



Ryc. 104. Różne formy nóg ptasich, należące do następujących gatunków: a — *Cypselus apus*, b — *Dendropicus cardinalis*, c — *Phasianus colchicus*, d — *Turdus torquata*, e — *Alcedo ispida*, f — *Falco biarmicus*, g — *Mycteria senegalensis*, h — *Struthio camelus*, i — *Mergus merganser*, k — *Recurvirostra avocetta*, l — *Podiceps cristatus*, m — *Fulica atra*, n — *Phaeton aethereus*.

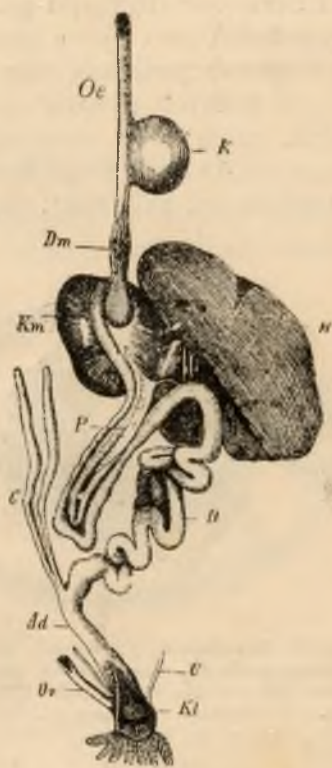
Żołądek składa się z dwóch oddziałów:

1. przedniego czyli żołądka gruczołowego, o miękkich ścianach i gruczołach, które wydzielają trawiący sok żołądkowy i
2. tylnego czyli żołądka mięsniowego, o ścianach bardzo mięsistych, tęgich, o powierzchni wewnątrz zrogowaciałej; ten żołądek, kurcząc się, rozciera twarde części pokarmu, n. p. ziarna, do czego dopomagają jeszcze połykane często przez ptaka kamyki.

Jelito odbytowe wraz z przewodami moczowo-płciowymi uchodzi do wspólnego steku, który otwiera się już na zewnątrz.

Tchawica ptaków jest zwykle długa, a narząd głosowy mieści się w miejscu, gdzie ona dzieli się na dwa oskrzela prowadzące do płuc. Wewnątrz płuc oskrzela nie rozgałęziają się drzewiasto, jak u ssaków, lecz mniejsze odnogi oskrzelowe wybiegają przeważnie pod kątem prostym z boków pni grubszych. Płuca łączą się z kilkoma parami błoniastych worków powietrznych, z których tylne sięgają daleko do jamy brzusznej pomiędzy trzewia; z workami powietrznymi łączą się, jak powiedziano wyżej, jamy pneumatyczne w kościach. Przepony, istniejącej u ssaków, ptaki nie posiadają.

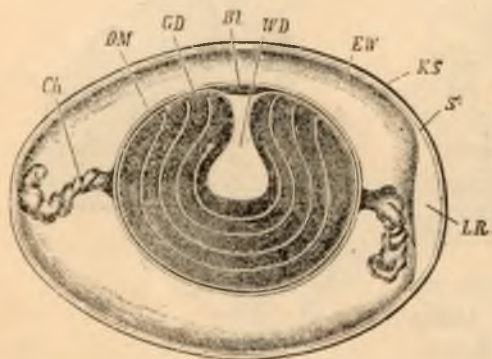
Ptaki są **jajorodne**. Jaja okryte są twardą wapienną skorupą, pod którą znajduje się delikatna błona podskorupowa, pod nią płynne białko, pośrodku białka mieści się właściwa komórka jajowa, t. j. kula żółtka otoczona swoją błoną (żółtkową — odpowiadającą błonie komórkowej). Na górnym biegunie kuli żółtkowej znajduje się tarczka złożona z zarodki twórczej z jądrem; z tej tarczki rozwija się pisklę, reszta zaś kuli żółtkowej składa się z licznych kuleczek żółtka odżywczego, które stanowi materiał pokarmowy dla rozwijającego się zarodka. Kula żółtkowa przymocowana jest do obu biegunów jaja zapomocą dwóch galaretowatych skręconych sznurków (t. zw. *chalone*) i może się przeto swobodnie obracać, zwracając się zawsze tarczka zarodkową (gatunkowo lżejszą od żółtka odżywczego) do góry, co ma ważne znaczenie przy wysiadywaniu jaja, gdy matka ogrzewa je swem ciałem. Na tym samym biegunie jaja znajduje się komora wypełniona powietrzem. Czas wysiadywania jaj bywa różny u rozmaitych ptaków, n. p. u śpiewaków trwa około 2 tygodni, u kury 3 tygodni, u łabędzi do 6 tygodni. Wysiadywaniem zajmuje się najczęściej tylko matka, a ojciec znosi jej przez ten czas pożywienie; niekiedy oboje rodzice na przemian wysiadują jaja, n. p. gołębie, czajki. U strusia tylko z początku wysiaduje matka, później zaś bierze na siebie tę rolę ojciec, głównie nocami, w dzień zaś jaja są



Ryc. 105. Przewód pokarmowy ptaka. Oe — przełyk, K — wół, Dm — żołądek gruczołowy, Km — żołądek mięśniowy, D — jelito środkowe, P — trzustka, H — wątroba, C — dwa jelita ślepe, Ad — jelito grube, U — moczowody, Ov — jajowód, Kl — stek.

pozostawione działaniu gorących promieni słońca; w wyjątkowych wypadkach sam ojciec pełni rolę wysiadywania. Kukulka w podstępny sposób podkłada swe jaja innym ptakom do wylęgu.

U jednych ptaków pisklęta wylęgające się z jaj są okryte puchem, mają oczy rozwinięte i biegają zaraz za matką; są to t. zw. zagniazdniki, n. p. kurczęta. Inne wykluwają się z jaj w stanie niedołężnym, są niemal nagie, ślepe i dłuższy czas pozostają w gnieździe, karmione przez rodziców; są to t. zw. gniazdowniki, n. p. ptaki śpiewające.



Ryc. 106. Jaje ptasie w przecięciu idealnem. *Bl* — tarczka zarodkowa, *Ch* — chalazy, *DM* — błona żółtkowa, *EW* — białko, *GD* — żółte żółtko, *KS* — skorupa, *LR* — zbiornik powietrza, *S* — błona podskorupowa, *WD* — białe żółtko.

Większość ptaków buduje gniazda. Niektóre atoli zadowolają się tem, że znoszą jaja wprost na ziemi, n. p. kozodój; inne wykopują przynajmniej dołek w ziemi lub mchu. Najkunsztowniejsze są gniazda tych ptaków, które używają do ich budowy różnych obcych materiałów: mchu, słomy, wełny, włosów lub spajają grudki gliny śliną albo też z roślinnej papki i gęstej śliny budują swe

gniazda jadalne (*Salangana*). Najczęściej samica buduje gniazdo, a samiec znosi jej materiał budowlany, niekiedy jednak oboje rodzice zajmują się czynnie budowaniem gniazda (n. p. jaskółki, tkacze); bywa i tak, że samiec wogóle nie bierze w tem żadnego udziału (u kurowatych).

Jedne ptaki zamieszkują stale pewne okolice, zimą i latem znajdując tu sobie pożywienie; są to ptaki osiadłe, n. p. orły, sikory, wróble. Inne przelatują w tym samym klimacie z miejsca na miejsce w celu znalezienia pokarmu; są to ptaki tułające się, n. p. drozdy. Wreszcie pewne ptaki z nastaniem zimowej pory roku, w braku pokarmu odpowiedniego, łączą się w większe towarzystwa i odbywają bardzo dalekie wędrówki z okolic północnych do umiarkowanych lub z tych ostatnich do południowych; są to ptaki wędrownie, n. p. bociany, jaskółki, żorawie.

Ptaki dzielą się na następujące rzędy:

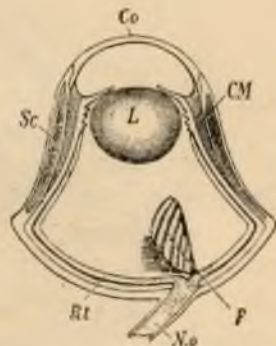
- 1) Drapieżne (*Raptalores*).
- 2) Łażce (*Scansores*).
- 3) Wróblowate (*Passeres*).
- 4) Gołębiowate (*Columbae*).

- 5) Grzebiące (*Rasores*).
- 6) Brodźce (*Grallatores*).
- 7) Pływaki (*Natatores*).
- 8) Biegusy (*Cursores*).

Rząd 1. DRAPIEŻNE (*Raptatores*).

Dziób krótki, silny, hakowato zakrzywiony, u nasady pokryty woskową, t. j. miękką błoną, zwykle żółtawą. Karmią się zdobyczą żywą lub padliną (sępy).

Tu należą: *a*) **drapieżne dzienne**, o oczach z boku głowy, obejmujące: sępy (*Vulturidae*), sokoły (*Falconidae*), jak orzeł (*Aquila*), jastrząb (*Astur*), pustułka (*Falco tinnunculus*); oraz *b*) **drapieżne nocne**, o oczach wielkich na przodzie głowy, otoczonych zwykle kołem wąskich piór (szlara); do nich zaliczamy sowy (*Strigidae*), jak pułacz (*Bubo europaeus*), puszczyk (*Syrnium aluco*) i inne.



Rząd 2. ŁĄŻCE (*Scansores*).

Dwa palce zwrócone naprzód, dwa wtył (nogi łązne), co ułatwia łożenie po drzewach.

Tu należą: papugi (*Psittaci*), dziób krótki, wysoki, górna część hakowato zagięta i znacznie dłuższa od żuchwy, n. p. kakadu (*Ptilinopus*) czubata, ara czerwona (*Sittacus macao*), papuzka zielona (*Melopsittacus*), kukułki (*Cuculidae*), n. p. kukułka pospolita (*Cuculus canorus*), dzięcioły (*Sagittilaria*), znakomicie przystosowane do łożenia po drzewach, n. p. czarny (*Dryocopus*), pstry (*Dendrocopus*), zielony (*Picus*). W krajach podzwrotnikowych tukany, o wielkich, lekkich dziobach.

Ryc. 107. Oko ptaka drapieżnego w przekroju podłużnym. Co — rogowka, L — soczewka, Rt — siatkówka, P — grzebień, No — nerw wzrokowy, Sc — skostnienia w twardówce, CM — mięsień rzęskowy.

Rząd 3. WRÓBLOWATE (*Passeres*).

Ogromnie liczny rząd ptaków o nogach służących do skakania czyli skocznych (trzy palce naprzód zwrócone, jeden wtył), o dziobie różnokształtnym bez woskówki, palcach słabych; liczne z nich obdarzone są głosem śpiewnym.

Na podstawie budowy dzioba dzielimy je na: *a*) **rozciętodzioby** (*Fissirostres*) o dziobie krótkim, aż poza oczy rozciętym, n. p. jaskółki (*Hirundinidae*); *b*) **stożkodzioby** (*Conirostres*) o dziobie silnym, stożkowatym, z gładkimi brzegami, n. p. łuszczeniaki (*Fringillidae*), jak wróbel, gil, czyż, szczygieł, kanarek, skowronki (*Alaudidae*); *c*) **zębodzioby** (*Dentirostres*), na brzegu górnej części dzioba przy końcu wydatny ząb lub szczyrba, n. p. drozdy (*Turdidae*), jak drozd, kos, słowik (*Luscinia*), pliszki (*Motacillidae*), sikory (*Paridae*), z krótkim, szydłowatym dziobem, dzierzby (*Laniidae*), szpaki (*Sturnidae*),

ptaki rajskie (*Paradisaeidae*), kruki (*Corvidae*) o dziobie silnym, prostym, jak kruk, wrona, sroka; d) **ciemkodzioby** (*Tenuirostres*) o dziobach cienkich, wydłużonych, do których należą drobne, pięknie ubarwione kolibry amerykańskie (*Trochilidae*), a z naszych dudki (*Upupidae*); wreszcie e) **lekko-**
dzioby (*Leviostres*) o dziobach dużych, lekkich, n. p. kraska, zimorodek.



Ryc. 108. Dzioby różnych ptaków, mianowicie następujących gatunków: a — *Phoenicopterus roseus*, b — *Platelea leucorodta*, c — *Emberiza citrinella*, d — *Monticola (Turdus) cyanus*, e — *Hierofalco candidans*, f — *Mergus merganser*, g — *Pelecanus conspicillatus*, h — *Recurvirostra avocetta*, i — *Rhynchops nigra*, k — *Columba livia*, l — *Balaeniceps rex*, m — *Anastomus oscitans*, n — *Pteroglossus*, o — *Mycteria senegalensis*, p — *Plegadis falcinellus*, q — *Cypselus apus*.

Rząd 4. GOŁĘBIOWATE (Columbae).

Dziób przy nasadzie osłonięty miękką woskówką, zresztą okryty twardą pochwą rogową. Pisklęta z początku otrzymują za pokarm białą, serowatą wydzielinę obszernego wola rodziców, później zaś ziarna rozmiękczone w tej wydzielinie. Gołąb skalny (*Columba livia*), na różnych wyspach oceanicznych, jest dzikim szczepem gołębi swojskich, które liczą bardzo wiele odmian.

Rząd 5. GRZEBIĄCE (Rasores).

Dziób krótki, o części górnej sklepistej, pazury tępe, budowa ciała krępa, lot ciężki i niewytrwały; przebywają głównie na ziemi, gdzie szukają pokarmu, grzebiąc nogami; wszystkożerne.

Tu należą: **głuszcowate** (*Tetraonidae*), jak głuszec (*Tetrao*), kuropatwa (*Perdix*), przepiórka (*Colurnix*) i inne; **bażantowate** (*Phasianidae*), n. p. bażant (*Phasianus*), kur swojski (*Gallus*), pochodzący prawdopodobnie od południowo-azyatyckiego *Gallus bankiva*, paw (*Pavo*), indyk (*Meleagris*) pochodzący z Meksyku.

Rząd 6. BRODŹCE (Grallatores).

Nogi zwykle długie i suche (brodzące), palce wolne albo też spięte lub obwiedzione błoną, szyja i dziób zwykle długie. Głównie w pobliżu wód, pokarm przeważnie zwierzęcy.

Tu należą n. p.: czaple (*Ardeidae*), bociany (*Ciconiidae*), dropie (*Otiidae*), żorawie (*Gruidae*), siewki (*Charadriidae*), n. p. siewka (*Charadrius*) i czajka (*Vanellus*), bekasy (*Scolopacidae*).

Rząd 7. PŁYWAKI (Natales).

Nogi krótkie lub średniej długości, o palcach w rozmaitym stopniu spiętych lub obwiedzionych błoną, zwykle osadzonych bardziej w tyle, co ułatwia pływanie; upierzenie gęste, puchem podszyte, nieprzemakalne, które ptak zwykle namaszcza wydzieliną gruczołu kuprowego, dziób na krawędziach opatrzony rogowymi blaszkami lub ząbkami, przez które ptak przeciedza wodę, zatrzymując pokarm. Żyją na wodach lub nad brzegami wód.

Tu należą: pelikan (*Pelecanus*), geś (*Anser*), łabędź (*Cygnus*), kaczka domowa i liczne inne dzikie (*Anas*), mewa (*Larus*), nur (*Colymbus*), perkoz (*Podiceps*), bezłotek (*Aptenodytes*).

Rząd 8. BIEGUSY (Cursoriores).

Skrzydła bez lotek lub z lotkami kędzierzawymi, albo też zmarniałe; nogi grube, silne, kości nie są pneumatyczne, mostek bez grzebienia. Niezdolne są do lotu, lecz po większej części wytrwale biegają.

Tu należą: struś (*Struthio camelus*) o nogach dwupalcowych, zamieszkuje pustynie Afryki i Azji zachodniej, rea



Ryc. 109. Nielot (Kiwi).

(*Rhea americana*) o nogach trójpalcowych, w stępach Ameryki południowej, kazuar (*Casuarus galeatus*), na głowie narodził hełmiasta, nogi trójpalcowe, na Nowej Gwinei. Na Nowej Zelandyi żyje nielot czyli kiwi (*Apteryx*), wielkości kury, o upierzeniu włosistem, skrzydłach zmarniałych, nogach czteropalcowych, dzióbkiem długim, blizki wygaśnięcia. Na Madagaskarze znaleziono szczątki szkieletu oraz jaja (trzy razy większe od strusich) olbrzymiego, zaginionego biegusa *Aepyornis maximus*. Olbrzymi też był zaginiony dziś ptak Nowej Zelandyi, *Dinornis maximus* (półczwarta metra wysoki).

Interesujący prapłak kopalny *Archaeopteryx lithographica* z górnej jury stanowił przejście pomiędzy ptakami i gadami.

Gromada III. GADY (Reptilia).

Kręgowce zimnokrwiste czyli o temperaturze ciała niestałej; pokryte łuskami (pochodzenia naskórkowego) lub tarczami rogowymi, zwykle o dwóch parach nóg chodowych, niekiedy zaś beznogie, n. p. węże. Oddychają wyłącznie płucami, serce o dwóch zupełnie odgraniczonych przedsionkach oraz o dwóch komorach niezupełnie jednak odgraniczonych (wyjąwszy krokodyla), wskutek czego krew żylna miesza się w nich z tętniczną.

Gady wykazują z wielu względów pokrewieństwo z ptakami tak, że często łączą je wraz z tymi ostatnimi w jedną wielką grupę gadokształtnych (*Sauropsida*). Podobnie jak u ptaków, czaszka zestawia się z pierwszym kręgiem zapomocą jednego tylko kłykcia potylicznego, żuchwa z czaszką za pośrednictwem kostki kwadratowej, kręgi po większej części mają trzony z przodu wklęsłe. Nadto stosunki budowy pasa barkowego, zwykła obecność łopatki, obojczyka i dobrze rozwiniętej kości kruczej dowodzą również pokrewieństwa z ptakami. To samo tyczy się mózgu, którego półkule są wprawdzie mniejsze niż u ptaków, lecz tak jak u nich są zupełnie gładkie. Oko, jak u ptaków, posiada zwykle oprócz powieki górnej i dolnej jeszcze migawkę czyli fałd w wewnętrznym kącie oka, odgrywający jakby rolę trzeciej powieki. Zasługuje na uwagę, że u niektórych gadów, mianowicie u pewnych jaszczórek (n. p. *Hatteria*, *Varanus*) na ciemieniu czaszki znajduje się w kości otwór, skóra w tem miejscu jest przezroczysta, a pod nią mieści się narząd, podobny do gałki ocznej, jest to t. zw. trzecie czyli nieparzyste oko. Posiada ono, jak oczy parzyste, soczewkę i siatkówkę z zakończeniami nerwowymi, prócz tego jest połączone z mózgiem zapomocą nerwu. U innych kręgowców nieposiadających takiego oka nieparzystego znajduje się w odpowiednim miejscu t. zw. gruczołek szyszkowy, mały utwór na łożdżce bezpośrednio połączonej z mózgiem. Jest to jakby szczątek organu, który u wspomnianych jaszczórek jest lepiej wykształcony i tworzy owo nieparzyste oko ciemieniowe.

Ważne różnice co do organizacyi wewnętrznej w porównaniu z ptakami polegają, jak już wyżej wspomniano, między innemi na tem, że komory sercowe (wyjawszy krokodyle) nie są odgraniczone zupełną przegrodą, przez co krew żylna miesza się w sercu z krwią tętniczną. Dalej aorta nie zaczyna się z serca jednym łukiem, jak u ssących i ptaków, lecz parą łuków, które wkrótce łączą się w jeden pień nieparzysty. Wreszcie płuca — to para worków o licznych listewkach wystających na wewnętrznej powierzchni lub o budowie gąbczastej. U węży, w przystosowaniu do wydłużonej postaci ciała, lewe płuco mniej lub więcej zanika, a prawe dosięga znacznej długości.

Gady znoszą jaja okryte zwykle błoną miękką, jakby pergaminową, w rzadszych zaś wypadkach pokryte wapienną skorupą. Mają one budowę zbliżoną do budowy jaj ptasich. U niektórych jaszczórek i żmij jaja rozwijają się wewnątrz ciała matki.

W krajach chłodnych i umiarkowanych gady zapadają w sen zimowy, w krajach gorących — w sen letni. Najwięcej gadów napotyamy w okolicach podzwrotnikowych.

Dzielią się na następujące rzędy:

- 1) Żółwie (*Chelonia*).
- 2) Krokodyle (*Crocodylina*).
- 3) Jaszczórkowce (*Sauria*).
- 4) Węże (*Ophidia*).

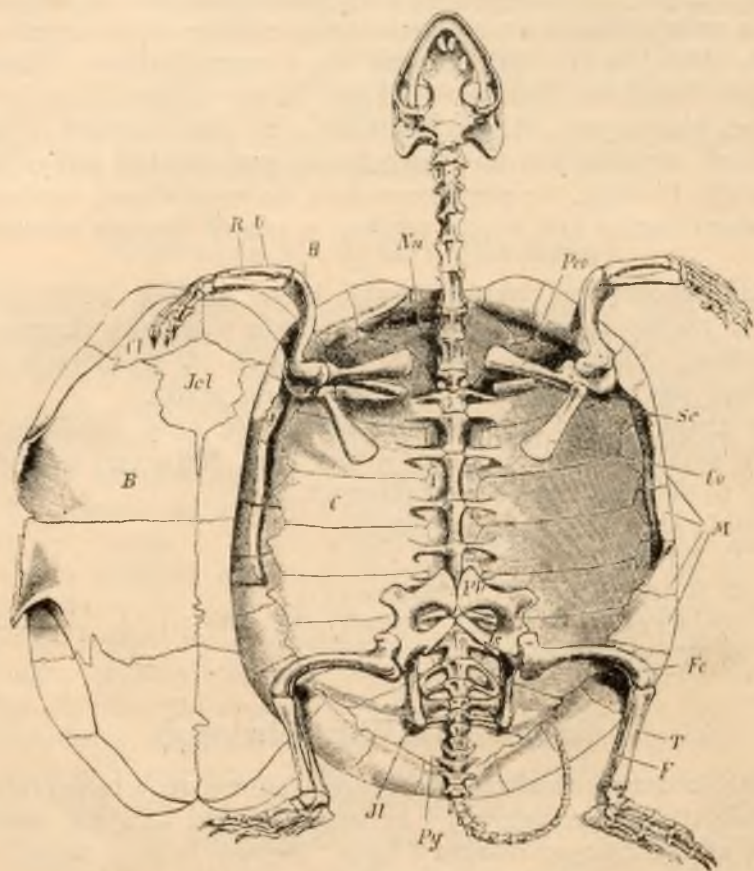
Rząd 1. ŻÓŁWIE (*Chelonia*).

Ciało otoczone kostnym pancerzem złożonym z mniej lub więcej skostniałej tarczy grzbietowej i brzusznej, z pod których swobodnie wystają głowa z szyją, odnóża i ogon. Żębów brak, a brzegi szczęki i żuchwy pokryte są powłoką rogową.

Tarcza grzbietowa składa się z szeregu nieparzystych płytek kostnych na linii środkowej, które są rozszerzonymi wyrostkami ościstymi kręgów, paru szeregów płytek bocznych, po części będących rozszerzonymi żebrami, po części zaś skostnieniami skóry; wreszcie jest jeszcze para szeregów płytek brzeżnych, które są już wyłącznie skostnieniami skórnymi. Tarcza brzuszna złożona jest również ze zrosniętych z sobą płytek, które są wyłącznie skostnieniami skóry. Z boków ciała obydwie tarcze łączą się z sobą. Owe części kostne pancerza są pokryte zrogowaciałym naskórkiem, również podzielonym na płytki, lecz układ i liczbą tych ostatnich nie odpowiadają zwykłej układowi i liczbie kostnych; u szylkretów naskórek ten jest bardzo gruby i dostarcza wysoko cenionego w handlu szylkretu, który służy do różnych ozdobnych wyrobów.

Palce po większej części uzbrojone pazurami. Żółwie mają ruchy powolne, leniwe, przebywają zwykle nad wodami, w części są roślinożerne, w części mięsożerne.

Tu należą: lądowy żółw grecki (*Testudo graeca*), u nas żyjący żółw błotny (*Cistudo lutaria*), wielki morski żółw szylkretowy (*Chelone imbricata*).



Ryc. 110. Szkielet żółwia *Emys orbicularis* (*europaea*). V — płyty kręgosłupowe, C — żebrów, M — brzeżne, Nu — karkowa, Py — odbytnicza, B — tarcza brzuszna, Cl — epiplastron, Jcl — entoplastron (*s. interclaviculare*), Sc — łopatkowa, Co — krucze, Pco — przedkrucze, Pb — kość łonowa, Is — siedzeniowa, Jl — biodrowa, H — ramieniowa, R — szprychowa, U — łokciowa, Fe — udowa, T — goleniowa, F — piszczelowa.

Rząd 2. KROKODYLE (Crocodylina).

Gady znacznych rozmiarów o ciele wydłużonem, opatrzonem na stronie grzbietowej tarczami kostnymi, odnóża krótkie, palce spięte płytkami lub półpłytkami, ogon długi, w paszczy silne zęby stożkowate, w zębodołach wklínione. Przegroda międzykomorowa serca zupełna. Przebywają głównie w wodzie, żerują przeważnie w nocy; drapieżne. Składają jaja na lądzie, na który też wylazają z wody w celu wygrzewania się.

Tu należą: krokodyl nilowy (*Crocodylus niloticus*), aligator (*Aligator mississippiensis*) północno-amerykański, kajman południowo-amerykański, oraz gawiał żyjący w Indyach.

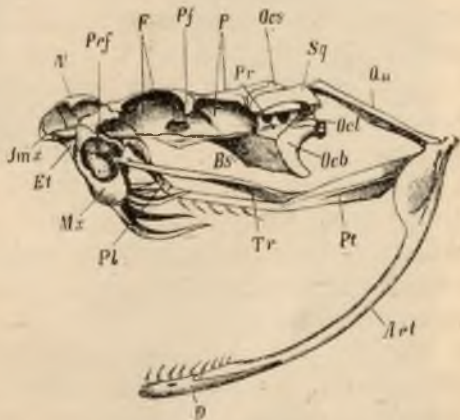
Rząd 3. JASZCZÓRKOWCE (Sauria).

Ciało wydłużone, skóra pokryta łusczkami lub tarczками rogowymi. Odnóży zwykle dwie pary, czasami tylko jedna para lub też brak ich zupełnie, n. p. u naszego padalca. Zęby nie osadzone w zębodołach, przyrośnięte do szczęk. Język kształtu rozmaitego, to długi, robakowaty, chwytny, n. p. u kameleona, to krótki, gruby albo rozszczepiony na końcu, n. p. u pospolitej naszej jaszczórki.

Należą tu bardzo liczne postaci, n. p. jaszczórka (*Lacerta*), padalec (*Anguis fragilis*) o ciele beznogiem, bardzo kruchy, kameleon (*Chameleo vulgaris*), smok (*Draco*).

Rząd 4. WĘŻE (Ophidia).

Ciało bardzo wydłużone, obłe, beznogie, skóra pokryta łuskami lub tarczками, zęby bez zębodołów przyrośnięte do szczęk i podniebienia, język długi, wysuwalny, na końcu rozdwojony, odgrywa rolę narządu dotykowego. Niektóre węże, mianowicie jadowite, posiadają w szczękach górnych przed zwykłymi zębami t. zw. zęby jadowe, dłuższe od innych, szpiczasto zakończone i na przodzie opatrzone rowkiem podłużnym albo też przebite kanałem środkowym, który otwiera się na wierzchołku zębów. U podstawy zęba jadowego otwiera się przewód gruczołu jadowego, umieszczonego z każdej strony głowy w tyle poza okiem; przy ukąszeniu jad dostaje się rowkiem lub kanałem zęba do zadanej rany. Węże posiadają bardzo ruchomo zestawione i rozsuwalne kości podniebieniowe oraz szczękowe, przez co mogą nader szeroko otwierać paszczę i połykać większe zwierzęta, które przedtem zabijają jadem albo przez uduszenie. Do łatwiejszego połykania dopomaga im również bardzo wielka rozciągliwość przełyku i skóry oraz nader ruchome zestawienie żeber.



Ryc. 111. Szkielet głowy grzechotnika (*Crotalus horridus*). Ocb — basiooccipitale, Ocl — occipitale laterale, Ocs — supraoccipitale, Pr — prooticum, Bs — basisphenoideum, Sq — squamosum, P — parietale, F — frontale, Pf — postfrontale, Prf — praefrontale, Et — ethmoideum, N — nasale, Qu — quadratum, Pt — pterygoideum, Pl — palatinum, Mx — maxillare, Imx — intermaxillare, Tr — transversum, D — dentale, Art — articulare (ohie ostatnie kości tworzą żuchwę).

Do **jadowitych** należą: grzechotnik (*Crotalus horridus*) w Ameryce południowej, żmija (*Pelias berus*) pospolita u nas, okularnik indyjski (*Naja tripudius*). Do **niejadowitych** należą: pyton (*Python reticulatus*) w Indyach wschodnich, boa dusiciel (*Boa constrictor*) w Ameryce zwrotnikowej, oraz nasz zakrzoniec czyli wąż wodny (*Tropidonotus natrix*).

Z zaginionych już dziś gadów kopalnych, które żyły w okresie mezozoicznym, zasługują na uwagę: *Pterodactylus* z kośćmi pneumatycznymi, jeden palec odnóży przednich nadzwyczaj wydłużony dla podtrzymywania błony lotnej, w silnych szczękach potężne zęby; *Plesiosaurus* o bardzo długiej szyi, małej głowie i wiosłowatych nogach; *Ichtyosaurus* o ciele kształtu rybiego, bardzo krótkiej szyi, wielkiej wydłużonej głowie, płytwowatych krótkich odnóżach i długim ogonie.

Gromada IV. PŁAZY (Amphibia).

Kręgowce zinnokrwiste, skóra po większej części naga, obfitująca w gruczoły, które wydzielają niekiedy ciecz jadowitą. Za młodu oddychają zawsze skrzelami, w wieku dorosłym płucami, lecz niektóre zachowują przez całe życie skrzela. Serce o dwóch przedsionkach, lecz o jednej komorze wspólnej, z której wychodzi pień tętniczy, podzielony na parzyste łuki, które następnie łączą się w jeden pień aorty. Podobnie jak u gadów i ptaków, żuchwa zestawia się z czaszką zapomocą kostki kwadratowej; nozdrza prowadzą do dwóch kanalików, otwierających się bezpośrednio na przodzie podniebienia do jamy ust. Podlegają przeobrażeniom. U żaby n. p. wylęgnięta z jaja postać młodociana, t. zw. kijanka czyli głowacz, posiada długi, spłaszczony z boków ogon, jest beznoga i oddycha zapomocą skrzeli zewnętrznych, nitkowatych, rozgałęzionych po bokach głowy: wkrótce te skrzela zanikają i rozwijają się natomiast wewnętrzne, osłonięte przez fałdy skóry. Z kolei i te stopniowo zanikają w miarę, jak coraz lepiej rozwijają się płuca, przyczem powstają też odnoża, a mianowicie naprzód tylna para, potem przednia, wreszcie zanika też stopniowo ogon i młode zwierzątko wychodzi na ląd. U płazów ogoniastych, n. p. u traszki, ogon kijanki rośnie i zachowuje się przez całe życie. W stanie dorosłym żyją po części w wodzie, po części na lądzie, zaś trwałoskrzelne stale przebywają w wodzie. Dzielią się na dwa rzędy: bezogonowe i ogoniaste. Przeważnie są drapieżne.

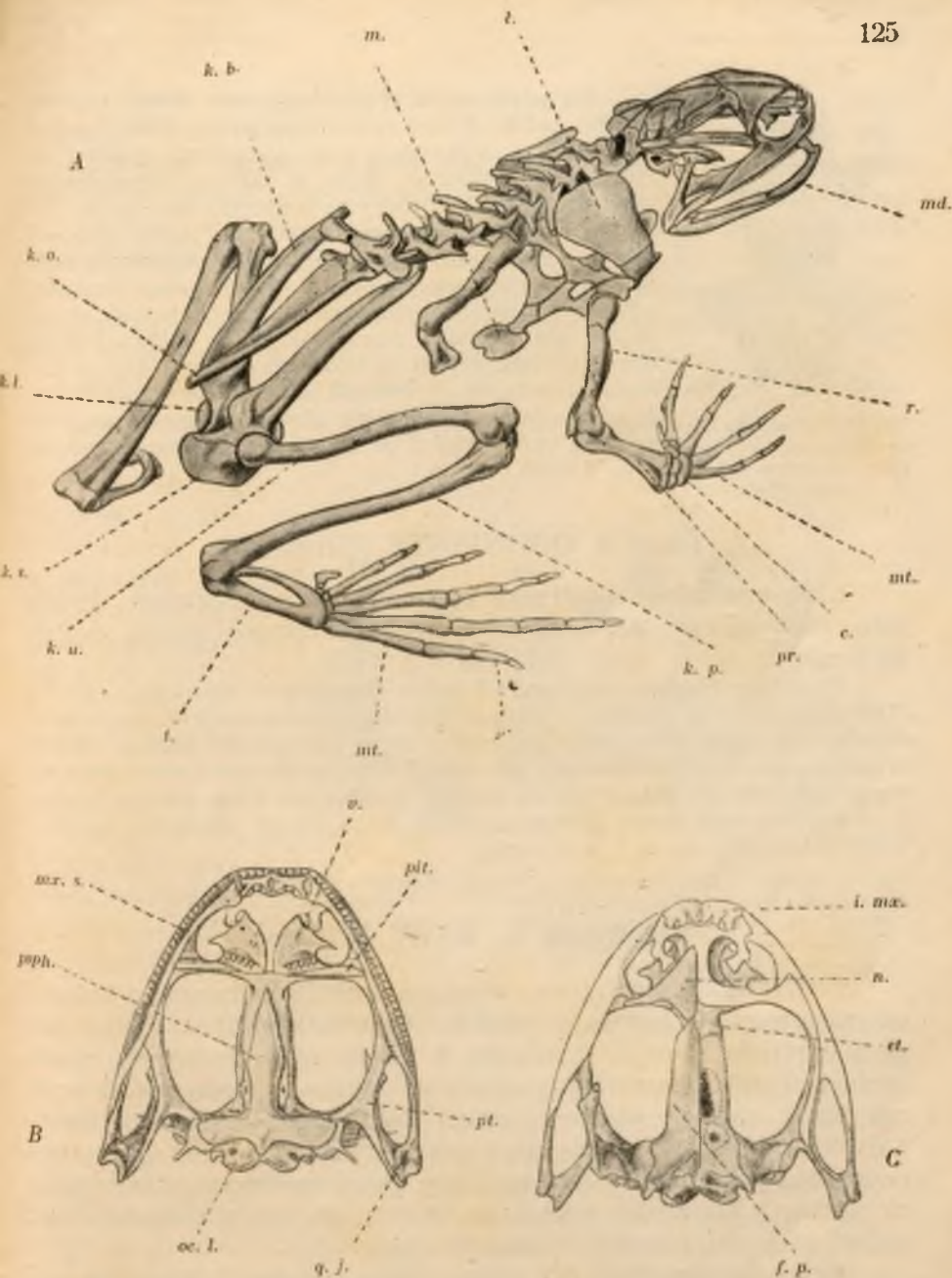
Rząd 1. BEZOGONOWE (Anura).

Brak ogona; odnoża tylne znacznie dłuższe od przednich, żuchwa zawsze bezzębna, szczęki górne i podniebienie uzębione lub bezzębne (n. p. u ropuchy). Budowa anatomiczna żaby przedstawiona jest na załączonej tablicy.

TABLICA III.



Anatomia żaby (samca). Z prawej strony układ nerwowy mózgodzeniowy i współczulny (boczne sznurki) w związku wzajemnym. Pośrodku żaba otworzona od strony brzusznej; u góry widać serce (różowe), wątrobę (brunatną) i dwa worki płucne. Jelito odchylone na prawą stronę; zielonawy kulisty pęcherz poniżej wątroby to pęcherzyk żółciowy, a różowawy kulistą tworzący obok jelita to śledziono; pośrodku widać żółte ciążka tłuszczowe, poniżej ich gruczoły płciowe męskie (jądra), a pod nimi brunatno-czerwone nerki; u dołu pęcherz moczowy odchylony w tył. Na prawej tylnej nodze odpreparowane mięśnie. Poniżej odpreparowana muskulatura na brzusznej stronie ciała żaby.



Nyc. 112. **Szkielet żaby**: *A* — w całości, z góry i z prawej strony (szkielet kończyn lewej strony niezupełny), *B* — czaszka z dołu, *C* — czaszka z góry (z prawej strony usunięto niektóre kości dla uwidocznienia chrząstek). *c.* — napięstek, *et.* — kość sitowa, *f. p.* — kość czółowo-ciemiennowa, *i. me.* — kość międzyszyjkowa, *k. b.* — kość biodrowa, *k. s.* — kość siedzeniowa, *k. o.* — kość ogonowa, *k. ł.* — kość łonowa, *k. u.* — kość udowa, *k. p.* — kość podudzia, *ł.* — łopatką, *m.* — mostek, *mt.* — dłoń, stopa, *n.* — kość nosowa, *oc. l.* — kość potyliczna boczna, *pt.* — kość skrzydłowa, *p.* — palce, *pil.* — kość podniebieniowa, *psph.* — kość przyklinowa, *q. j.* — kość kwadratowo-jarzmowa, *m. s.* — szczeka górna, *md.* — żuchwa, *r.* — kość ramieniowa, *pr.* — kość podramienia, *t.* — nadstopkę, *v.* — lemiusz.



Ryc. 113. Samiec żaby *Alytes obstetricans* ze skrzekiem owiniętym dokoła nóg tylnych.

Tu należą: żaba zielona i płowa (*Rana osculenta, arvalis*), żabka drzewna czyli rzekotka (*Hyla*), kumka (*Bombinator*), spód ciała z pomarańczowymi plamami na czarnem tle; ropucha (*Bufo*), za każdym uchem gruczoł wydlatny, wydzielina skóry nadzwyczaj ostra; grzbietoród (*Pipa americana*), samiec umieszcza jaja na grzbiecie samicy, gdzie każde jaje dostaje się do zagłębienia skór nego i tu się rozwija, żyje w południowej Ameryce; położnik (*Alytes obstetricans*), samiec obwija sobie skrzek dokoła nóg tylnych i zagrzebuje się w wilgotnej ziemi, dźwigając jaja, dopóki się młode nie wylęgną, żyje w Europie zachodniej; gardłoród (*Rhinoderma Darwini*), wylgnięte z jaja młode samiec ukrywa w workowatej wypuklinie swej gardzieli aż do ukończenia przeobrażenia, żyje w Chili.

Rząd 2. OGONIASTE (Urodela).

Ciało wydłużone, opatrzone ogonem, niekiedy zamiast dwóch jedna para odnóży; uzębienie na żuchwie, w szczęcie górnej i podniebieniu.

Tu należą: jaszczór czyli salamandra (*Salamandra maculosa*), traszka (*Triton*), odmieniec (*Proteus anguineus*) w podziemnych grotach Krainy, trwałoskrzelny, oczy pod skórą ukryte, axolotl (*Siredon pisciformis*), posiada skrzela zewnętrzne, może się rozmnażać i żyć bardzo długo ze skrzelami, ale w pewnych warunkach traci je i przeobraża się w t. zw. amblystomę, która jest już lądowa.

Z zaginionych płazów kopalnych zasługują na uwagę olbrzymie, ocieżale labiryntodonty, znane n. p. z tryasu.

Gromada V. RYBY (Pisces).

Ciało zwykle wydłużone, wrzecionowate, spłaszczone z boków, przystosowane do pobytu w wodzie. Odnóża w postaci dwóch par płyt: przedniej czyli piersiowej i tylnej czyli brzusznej; nadto istnieją płytwy nieparzyste: grzbietowa, ogonowa i podogonowa czyli odbytowa; niekiedy zaś grzbietowa i podogonowa składają się każda z dwóch oddziałów, przedniego i tylnego, częściowo lub całkowicie odosobnionych. Płytwy są to fałdy skóry podtrzymywane przez chrząstkowe lub kostne promienie, które mogą być w związku z częściami szkieletu, ukrytymi wewnątrz ciała.

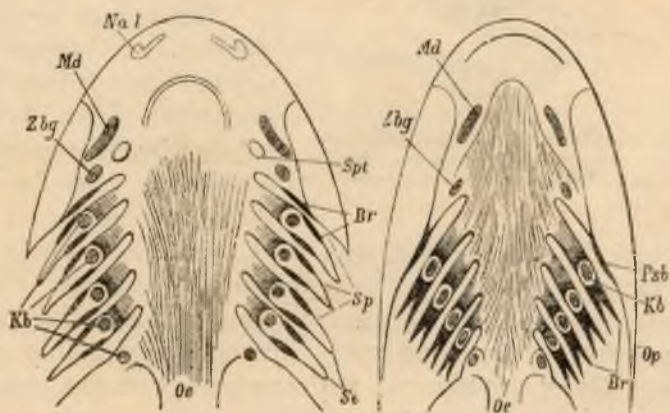
Skóra zawiera łuski lub tarcze kostne, a jedno i drugie są wytworem podskórni czyli skóry właściwej, nie zaś naskórka. U wielu ryb chrząstkoszkieletowych, n. p. u żarłaczy, istnieją zamiast łusek t. z. zęby skórne, złożone z wystającego stożka zaostrego u góry i osadzonego na płytce podstawowej. Niekiedy łuski są tak drobne i głęboko ukryte, że nie są wcale zewnątrz widoczne, n. p. u wę-

gorza. Skóra ryb jest zwykle pokryta śluzem wydzielanym przez liczne gruczołki skórne.

Szkielet ryb bywa kostny lub chrząstkowy: u najniższej ryby, lancetnika, istnieje tylko sprężysta struna grzbietowa. W skład głowy wchodzi znacznie więcej kości niż u wyższych kręgowców, a żuchwa zestawia się z czaszką nie tylko zapomocą kostki kwadratowej, lecz jeszcze jednej kostki, zw. gnykożuchwem (*hyomandibulare*). Kręgi mają zwykle trzony z dwóch stron wklęsłe, a wzdłuż całego kręgosłupa znajdują się pary żeber (ości); mostka nigdy niema.

Ryby **oddychają** zapomocą skrzel piórkowatych, miękkich, dwurzędnie osadzonych na chrząstkowych lub kostnych łukach skrzelowych, zwykle

w liczbie czterech par. Jama, w której mieszczą się te łuki, nosi nazwę skrzelowej i u ryb kostnoszkieletowych otwiera się na zewnątrz szczeliną przystośniętą przez ruchomą pokrywkę (*operculum*), na wewnątrz zaś do gardzieli. Przy oddychaniu ryba wciąga paszczą wodę i przepuszcza ją



Ryc. 114. Przecięcie poziome przez skrzela i jamę skrzelową: a — ryby spodoustej, b — ryby kostnoszkieletowej. Na l — otwór nosowy, Md — żuchwa, Zbg — łuki gnykowe, Kb — łuki skrzelowe, Oe — przelyk, Spl — dziura wytryskowa, Br — skrzela, Sp — szczeliny skrzelowe, Se — przegrody kieszeni skrzelowych, Op — pokrywka (*operculum*).

z gardzieli do jamy skrzelowej, skąd szczeliną podpokrywkową uchodzi ona na zewnątrz. U ryb spodoustych (ryc. 114.), n. p. u żarłaczy, przegroda oddzielająca oba dwurzędnie osadzone skrzela na każdym łuku skrzelowym sięga aż do sklepienia jamy skrzelowej, przez co zamiast jednej ogólnej jamy z każdej strony istnieje tu kilka (najczęściej pięć) par jam, odgraniczonych temi przegódkami i zwanych kieszeniami skrzelowymi. Każda z tych kieszeni uchodzi jedną szczeliną na zewnątrz, drugą do gardzieli. Ryba wyjęta z wody wkrótce ginie, dusząc się, albowiem skrzela schną prędko i oddychanie staje się niemożliwym. Ryba indyjska zw. łaźcem (*Anabas scandens*) posiada w kościach otaczających jamę skrzelową liczne zagłębienia (t. z. błędnik czyli labirynt), przez co po wyjściu ryby z wody skrzela utrzymują się przez długi czas w stanie wilgotnym, gdyż woda zachowuje się w owych zagłębieniach; ryba ta wyłazi więc z wody i pełza nawet po drze-

wach zapomocą szczególnie zmienionych płytw. Na drzewach polują na nią krajowcy.

Ryby nie posiadają płuc; organem odpowiadającym jednak anatomicznie płucom innych kręgowców jest u nich pęcherz pławny, wypełniony gazem i ułatwiający pływanie. U jednych ryb otwiera się on zapomocą przewodu do przełyku (otwartopęcherzowe), u innych jest on całkiem zamknięty (zamkniętopęcherzowe). Pewne ryby, zw. dwudyszne (*Dipnoi*), oddychają nie tylko zapomocą skrzel, lecz i pęcherza, odgrywającego u nich rolę płuc.



Ryc. 115. Głowa ryby łaźca (*Anabas scandens*): pokrywka skrzelowa usunięta dla pokazania błędnika w kościach.

Serce ryb, wyjąwszy dwudyszne, składa się z jednego właściwego przedsionka oraz jednej komory i zawiera wyłącznie krew żylną. Tylko u cewiosierdnych (lancetnik) brak serca, a istnieją kurczliwe naczynia. Krew żylna powracająca z ciała przenika naprzód do przedsionka, stąd do komory, z tej ostatniej pnieniem tętniczym, podzielonym na tyle łuków, ile jest par skrzel, przenika do tych ostatnich, tu się utlenia i innemi znów łukowatemi naczyniami powraca ze skrzel do aorty, której rozgałęzienia roznoszą krew po ciele. Ryby dwudyszne, zbliżone pod wieloma względami do płazów, posiadają serce dwuprzedcionkowe, jak i tamte.

Z **narządów zmysłowych**, oprócz organów węchu, wzroku, słuchu, smaku i dotyku, zasługują na uwagę narządy t. zw. zmysłu szóstego umieszczone na głowie, a głównie wzdłuż linii bocznej, która ciągnie się z boków ciała ryby. Wzdłuż tej linii znajdują się liczne twory rurkowate, do których dochodzą nerwy; nie wiadomo tylko, jakie wrażenia odbierają ryby zapomocą tego zmysłu.

W budowie **przewodu pokarmowego** znajdujemy takie same zasadnicze części, jak u innych kręgowców.

Ryby zamieszkują wody słodkie oraz morza. Niektóre przebywają w wielkich otchłaniach oceanów, w głębokości kilku tysięcy metrów i są znakomicie przystosowane do warunków tam panujących. W związku z brakiem światła w tych otchłaniach są one przeważnie czarne lub wogóle ciemno ubarwione, niektóre są ślepe, inne mają olbrzymie oczy, któremi podpatrują zdobycz, rozpraszając sobie ciemności nocy zapomocą własnych niejako latarek, t. j. narządów wydzielających światło fosforyczne i umieszczonych nad paszczą albo u żuchwy na długiej nici, albo wreszcie z boków ciała lub na brzuchu. Prowadząc życie bardzo drapieżnicze, liczne z tych ryb posia-

dają wielkie paszcze, usiane licznymi zębami i olbrzymie stosunkowo żołądki, wypuklające ścianę brzuszną.

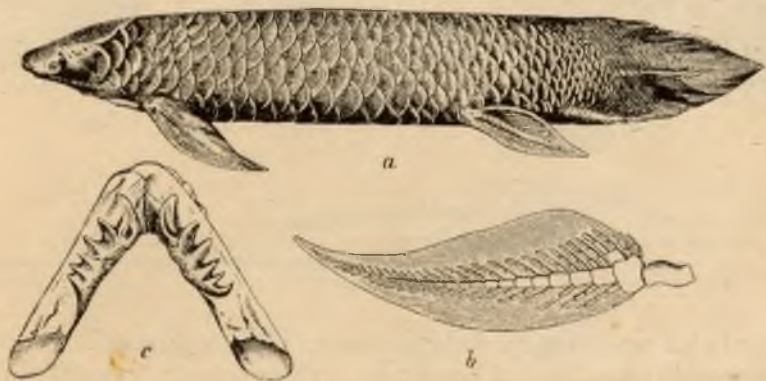
Ryby składają do wody ikrę zwykle w bardzo wielkiej ilości. Niektóre okazują pieczołowitość przy wychowaniu potomstwa, n. p. samiec ciernika lub głowacza buduje gniazdko i strzeże złożonej tam przez samicę ikry, a następnie broni młodych; samce niektórych ryb łykają ikrę, która rozwija się w ich workowato rozszerzonej gardzieli, u pławikonika młode rozwijają się w torbie podbrzuszej samca. Pewne gatunki ryb w okresie tarła (składania ikry) odbywają gromadnie wędrówki, n. p. łosoś węduje z morza do rzek w górę tych ostatnich w celu złożenia tam ikry, węgorz naodwrot węduje z rzek do morza, gdzie składa ikrę w znacznych nieraz głębokościach, skąd młode samice znów powracają do rzek.

Ryby dzielą się na sześć rzędów:

- 1) Dwudyszne (*Dipnoi*).
- 2) Kostnoszkieletowe (*Teleostei*).
- 3) Kostołuskie (*Ganoidei*).
- 4) Chrząstkoszkieletowe (*Selachii*).
- 5) Kręgousto (*Cyclostomi*).
- 6) Cewiosierdne (*Leptocardii*).

Rząd 1. DWUDYSZNE (*Dipnoi*).

Szkielet przeważnie chrząstkowy. Oddychają skrzelami i płucami (pęcherzem pławnym); jamy nosowe, jak u płazów, otwierają się w tyle do jamy paszczowej (u innych ryb jamy nosowe stanowią wo-



Ryc. 116. Rogoząb (*Ceratodus miolepis*) u góry (a), b — płyta piersiowa tegoż, c — żuchwa z płytkami zębowymi gatunku *Ceratodus Forsteri*.

reczki ślepo zamknięte w tyle). Serce o dwóch przedsionkach i jednej komorze, jak u płazów. Stanowią zatem formy przejściowe pomiędzy płazami i rybami.

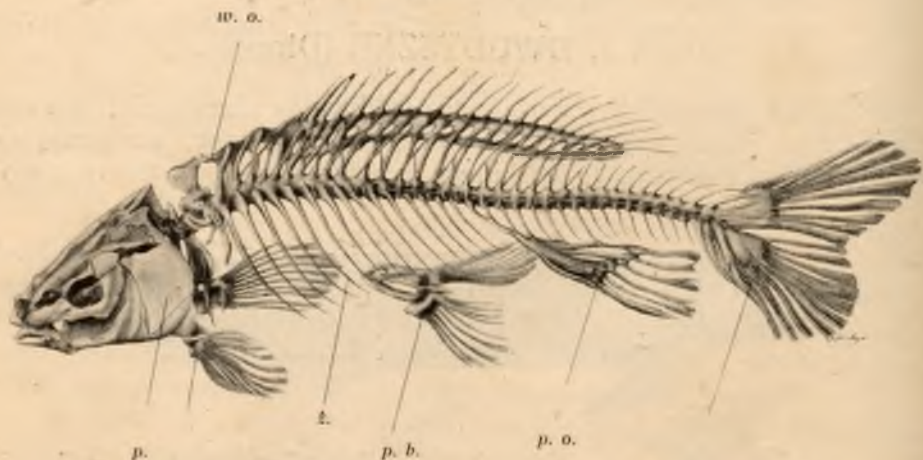
Prapłytwiec (*Protopterus*) w Afryce, prapłaziec (*Lepidosiren*), barra-munda czyli rogozab (*Ceratodus*) w Australii.



Ryc. 117. **Prapłytwiec** (*Protopterus annectens*).

Rząd 2. KOSTNOSZKIELETOWE (Teleostei).

Szkielet kostny; skrzela najczęściej grzebykowate, złożone z szeregu spłaszczonych listków, w niektórych tylko wypadkach, mianowicie u t. zw. kępkoskrzelnych, n. p. u pławikonika, listki skrzelowe są osadzone na łukach kępkami. Promienie płytw są albo miękkie

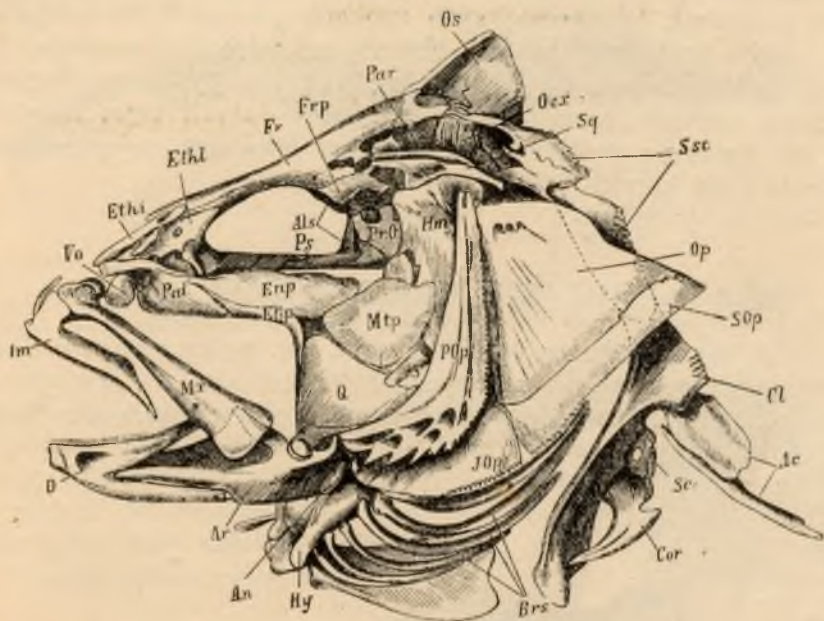


Ryc. 118. **Szkielet karpia**. p. — pokrywa (*operculum*), p. p. — płyty piersiowe, p. b. — płyty brzuszne, p. o. — płyty odbytowe, o. — płyty ogonowe, w. o. — wyrastki ościste kręgow (oraz zmienione ich części). (Oryg.).

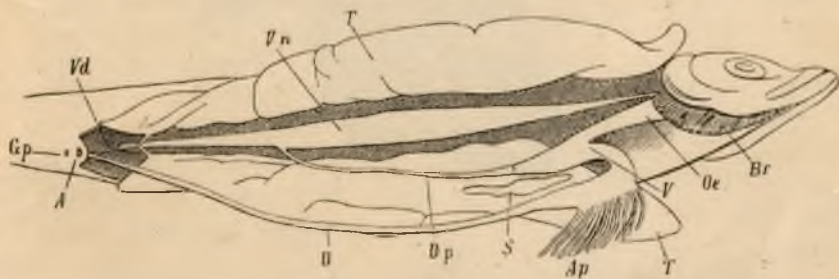
(ryby miękkopłytwe), członkowane i u wierzchołka rozstrzępione na włókna, albo też twarde, utworzone z jednolitych cierni (ryby cierniopłytwe). U ryb cierniopłtywych znajdujemy twarde promienie na przodzie płytwy grzbietowej, ciernisty jest także pierwszy promień w płytwie odbytowej oraz w brzusznych; u miękkopłtywych promienie są miękkie, z nielicznymi tylko wyjątkami.

Do ryb **cierniopłtywych** należą: n. p. okoń (*Perca*), sandacz (*Lucioperca*) ciernik (*Gasterosteus*), z morskich — tuńczyk (*Thynnus*), makrela (*Scomber*).

Do miękkołytywych należą n. p.: karp (*Cyprinus*), karaś (*Carassius*), lin (*Tinca*), sum (*Silurus*), śledź (*Clupea*), łosoś, pstrąg (*Salmo*), szczupak (*Esox*), flądra (*Pleuronectes*) o ciele silnie z boków spłaszczone i jednostronnie



Ryc. 119. Szkielet głowowy okonia (*Perca fluviatilis*). Os — supraoccipitale, Oex — exoccipitale (s. epioiticum), Par — parietale, Sq — squamosum, Fr — frontale, Frp — postfrontale, Pr O — prooticum, Als — alisphenoidum, Ps — parasphenoidum, Ethl — ethmoideum medium, Ethl — ethmoideum laterale (prae frontale), Hm — hyomandibulare, S — symplecticum, Q — quadratum, Mtp, Enp, Ekp — kości skrzydłowe (pterygoidea), Pal — palatinum, Vo — vomer, Im — intermaxillare, Mx — maxillare, D — dentale, Ar — articulare, An — angulare, Op, JOp, SOp — kości pokryw (opercularia), Hy — hyoideum, Brs — radii branchiostegi, Cl — claviculare, Sc — scapulare, Cor — coracoideum, Ssc — supraclaviculare.



Ryc. 120. Anatomia śledzia (*Clupea harengus*). Br — skrzela, Oe — przełyk, V — żołądek, Ap — wyrostki ślepe u początku jelita, D — jelito, A — odbył, Vn — pęcherz pławny, Dp — przewód powietrzny, S — śledziona, T — jądro, Vd — nasieniowód, Gp — ujście płciowe.

umieszczonych oczach, węgorz (*Anguilla*). Oprócz powyższych zasługują jeszcze na uwagę dziwacznej postaci morskie rybojeże (*Diodon*), kolcobruchy (*Tetodon*), pławikonik (*Hippocampus*) i iglica (*Syngnathus*).

Rząd 3. KOSTOŁUSKIE (Ganoidei).

Szkielet kostny lub chrząstkowy; skóra pokryta łuskami lub tarczami kostnymi. W dawniejszych epokach geologicznych kostołuskie były bardzo rozpowszechnione, obecnie zaś większość zaginęła. Z żyjących dziś zasługują na uwagę jesiotry, o pysku wydłużonym, szkielecie chrząstkowym i pięciu szeregach dużych tarcz na skórze. Ikra ich dostarcza kawioru, a z pęcherza pławnego wygotowuje się klej rybi czyli karuk.

Jesiotr (*Accipenser*).

Rząd 4. CHRZĄSTKOSZKIELETOWE (Selachii).

Szkielet chrząstkowy, łuski tworzą t. zw. zęby skórne, skrzela ukryte w kieszeniach skrzelowych, które uchodzą na zewnątrz kilkoma parami (5, 6, niekiedy 7) otworów. Pęcherza pławnego brak.



Ryc. 121. Szkielet głowy żarłacza (*Squalus glaucus*). *d* — dziobowaty wyrostek (rostrum), *n* — otwór nosowy, *o* — oczodół, *u* — torebka słuchowa, *k* — kręgosłup, *g* — chrząstka pełniąca rolę szczęki górnej, *ż* — chrząstka pełniąca rolę żuchwy, *g* — chrząstka gnykowa. (Oryg.).

Tu należą: żarłacz (*Acanthias*), płaszcza (*Raja*) i drętwa elektryczna (*Torpedo*) o ciele mocno spłaszczonem, piła (*Pristis*).

Rząd 5. KRĘGOUSTE (Cyclostomi).

Ciało obłe bez płytek parzystych. Szkielet w części błoniasty, w części chrząstkowy, skrzelu wewnątrz workowatych kieszeni skrzel-



Ryc. 122 a — **Minog rzeczny** (*Petromyzon fluviatilis*), b, c — głowowa część ciała z boku i od spodu larwy tegoż zwanej *Ammocoetes*, d — późniejsze stadium rozwojowe tejże larwy, z małymi oczami (głowa z boku).

lowych, uchodzących bocznymi otworkami na zewnątrz, usta zamienione w okrągłąwą przyssawkę uzbrojoną rogowymi ząbkami. W przeciwieństwie do innych ryb otwór nozdrzy jest pojedynczy, skóra całkiem naga.

Tu należy: minog (*Petromyzon*) morski i rzeczny.

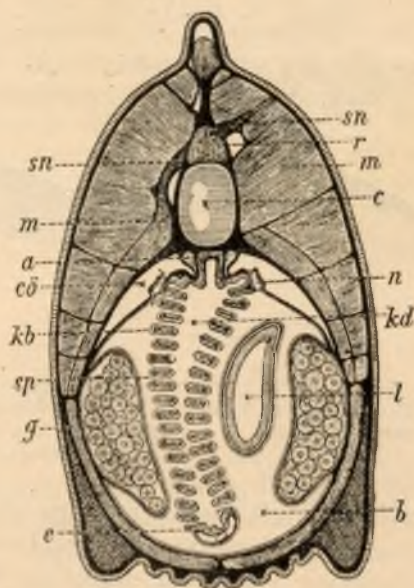
Rząd 6. CEWIOSIERDNE (Leptocardii).

Należy do nich najniżej uorganizowane zwierzę kręgowe — **lancetnik** (*Amphioxus lanceolatus*), długości małego palca, o ciele spłaszczonym z boków, żyje zagrzebany w piasku morskim. Jest to istota znacznie prostszej organizacyi, aniżeli wszystkie ryby i wogóle wszystkie kręgowce, albowiem nie posiada czaszki, ani innych części szkieletu osiowego, a ma jedynie tylko strunę grzbietową. Nie posiada mózgu, serca, ani też płytek parzystych; skóra naga, bez łusek, zamiast oczu nieparzysta plamka oczna na przodzie ciała. Usta, otoczone delikatnymi wąsikami, prowadzą do obszernego przełyku zwanego workiem skrzelowym, którego ściany są podparte twardymi pręcikami i przebite rzędami licznych szparek. Przy oddychaniu woda połknięta przez usta opłukuje ściany tego przełyku, wydostaje się przez szparki do jamy otaczającej worek skrzelowy, a stąd wycieka na zewnątrz. W braku serca krew krąży w pulsujących cewkach tętnic i w żyłach. Ponad struną grzbietową ciągnie się cewka nerwowa (rdzeń).



Ryc. 123. Głowa minoga morskiego (*Petromyzon marinus*) od spodu: w jamie paszczowej otwartej widać ząbki rogowe.

Ryc. 121. **Lancetnik** (*Amphioxus lanceolatus*). *C* — wąsy przyustne (*cirri*), *KS* — szparki skrzelowe, *L* — wątroba, *A* — odbyt, *P* — otworek jamy okołoskrzelowej (*porus*), *Ob* — jelitnik, *Ch* — struna grzbietowa, *KM* — rdzeń paciierzowy (nerwowy). (Pow.).



Ryc. 125. Przecięcie przez ciało lancetnika (*Amphioxus*) w okolicy skrzelowej. *r* — rdzeń nerwowy, *sn* — wychodzące zeń nerwy, *m* — mięśnie boczno-tułowiowe, *c* — struna, *a* — aorta, *n* — nerka, *kd* — worek skrzelowy, *kb* — łuki skrzelowe, *sp* — szparki skrzelowe, *g* — narządy rozrodcze, *l* — wątroba, *b* — jama okołoskrzelowa, *e* — t. z. endostyl czyli rowek podskrzelowy. (Pow.).

Typ II. OSŁONICE (Tunicata).

Ciało workowate lub baryłkowate, bez odnóży, pokryte z zewnątrz mniej lub więcej grubą osłoną (*tunica*), która stanowi wydzielinę nabłonka skóry. U postaci młodocianych istnieje na stronie grzbietowej struna grzbietowa (*chorda dorsalis*), a rdzeń paciierzowy rozszerza się na przodzie w pęcherzowaty mózg; nadto istnieją narządy zmysłowe. Później jednak z bardzo nielicznymi wyjątkami struna grzbietowa i mózg zanikają i wogóle organizacja upraszcza się. Przetyk rozwinięty jest w postaci obszernego worka, który, jak u lancetnika, odgrywa rolę worka skrzelowego, mianowicie ścianka jego przebita jest licznymi szparkami, a połykana woda przechodzi przez te ostatnie do jamy otaczającej, skąd już uchodzi na zewnątrz. Fakt ten, zarówno jak obecność struny grzbietowej wskazują, że osłonice są blisko spokrewnione z najniższ-

mi kręgowcami, zwłaszcza z lancetnikiem. Niektóre osłonice po przebyciu wieku młodocianego przymocowują się do podłoża, inne swobodnie pływają; niektóre, rozmnażając się przez pączkowanie, tworzą całe kolonie (zbiory) osobników.

Za przykład postaci osiadłej służyć może żachwa (*Ascidia*), za przykład zaś wolno pływającej sprzągła (*Salpa*). Załączone rysunki wyjaśniają organizację jednej i drugiej.

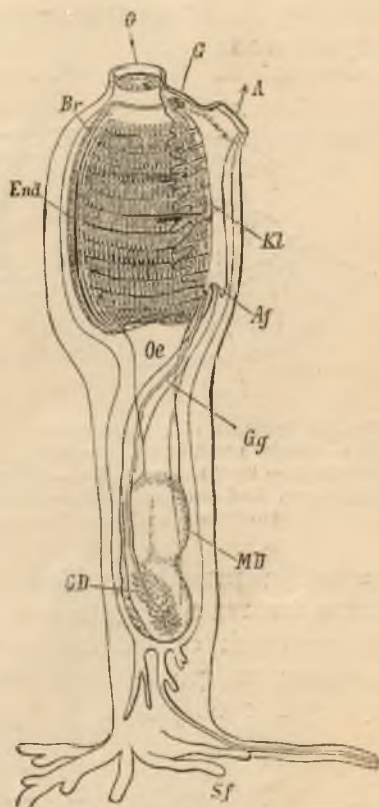
U żachwy (ryc. 126.), przytwierdzonej nasadą ciała do podłoża, widać osłonę ciała, u góry otwór wpustowy *O* (ustny) prowadzący do obszernego worka skrzelowego, w którego ścianie widać liczne szparki. Na brzusznej stronie worka skrzelowego ciągnie się wzdłuż rowek zwany endostylem (*End*), orzęsiony, służący do przeprowadzania cząstek pokarmu. U nasady worek przechodzi w przełyk, żołądek i jelito, które zagina się do góry i uchodzi odbytem

(*Af*) do t. zw. steku (*Kl*), dokąd także otwierają się przewody płciowe (*Gg*). U nasady ciała znajduje

się serce, z którego na obu końcach wychodzą naczynia krwionośne. Ze steku prowadzi na zewnątrz otwór wyrzutowy (*A*). Układ nerwowy zredukowany jest do pojedynczego zwoju (*G*), z którego wybiegają nerwy.

Do zbiorowych (kolonialnych) żachw opatrzonych wspólnym stekiem, dokoła którego pojedyncze osobniki ułożone są w postaci rozetki, należy n. p. *Botryllus*.

Sprzągła (ryc. 128.) ma ciało beczułkowate, również osłoną opatrzone; na jednym końcu otwór wpustowy *O*, na drugim wy-

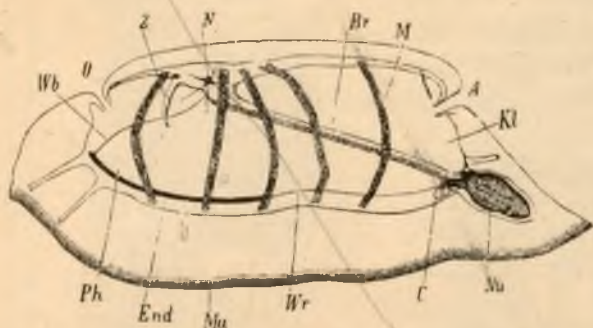


Ryc. 126. Żachwa *Clavellina lepadiformis*. *O* — ustka, *Br* — worek skrzelowy, *End* — endostyl, *Oe* — przełyk, *MD* — żołądek, *Kl* — stek, *A* — otwór wyrzutowy, *Af* — odbył, *G* — zwój, *GD* — gruczoł płciowy, *Gg* — przewód tegoż, *Sf* — t. ż. stolony (przytwierdzające ciało do podłoża).



Ryc. 127. Ostonica zbiorowa *Botryllus violaceus*. *O* — otwór ust, *A* — wspólny otwór steku dla jednej grupy w gwiazdę ułożonych osobników.

rzutowy A. W wielkim worku skrzelowym, przez który wciąż przepływa woda, ciągnie się ukośnie wolne skrzele Br; żołądek, jelita



Ryc. 128. **Sprzągla** (*Salpa democratica*), z boku. O — otwór ust, Ph — oddział przełykowy, Kl — stek, A — otwór stekowy, Br — skrzele, N — zwój nerwowy, Ma — płaszcz (osłona). M — taśmy mięśniowe, End — endostyl, Nu — skupione w kłębek trzewia, tworzące t. zw. jądro (*nucleus*), C — serce.

i inne trzewia skupione są w jednym kącie, tworząc tu t. zw. kłębek (Nu), obok niego serce C; w ścianie ciała przebiegają silne mięśnie obręczkowe. Rozmnażają się na przemian drogą płciową i bezpłciową (przemiana pokoleń). Bepłciowe rozmnażanie odbywa się drogą pączkowania, t. j. na specjalnym wyrostku, t. zw. stolonie,

powstają przez wypuklanie się ścianek ciała młode osobniki, przy czem tworzą się często całe zbiory czyli kolonie łańcuchowo z sobą połączonych osobników sprzągli, które znów się rozmnażają drogą płciową za pośrednictwem jaj i wytwarzają pokolenie pojedynczo żyjących osobników.

Typ III. MIĘCZAKI (Mollusca).

Ciało miękkie, o budowie po większej części dwubocznie symetrycznej, nieczłonkowane; na brzusznej stronie istnieje zwykle mięsista noga, a na grzbietowej fałd skóry zw. płaszczem, pod którym ukryte są narządy oddechowe, najczęściej skrzeła, rzadziej t. zw. płuca. Przewód pokarmowy opatrzony otworem ust i odbytu. Otwór ust bezbronny, niekiedy jednak uzbrojony szczękami oraz t. zw. językiem czyli tarką, utworem mięsistym, pokrytym poprzecznymi szeregami ostrych ząbków; wątroba zwykle bardzo wielka. System nerwowy składa się z trzech głównych par zwojów nerwowych: mózgowych, nogowych i trzewiowych, połączonych nitkowatymi spoidłami. Skóra obfituje w liczne gruczołki, które na powierzchni płaszcza wydzielają często ciecz zawierającą wiele soli wapiennych i tężejącą w postaci skorupy czyli muszli. Dzielą się na kilka gromad, z których najważniejsze są: głowonogi, brzochnogi i blaszkoskrzelne czyli małże.

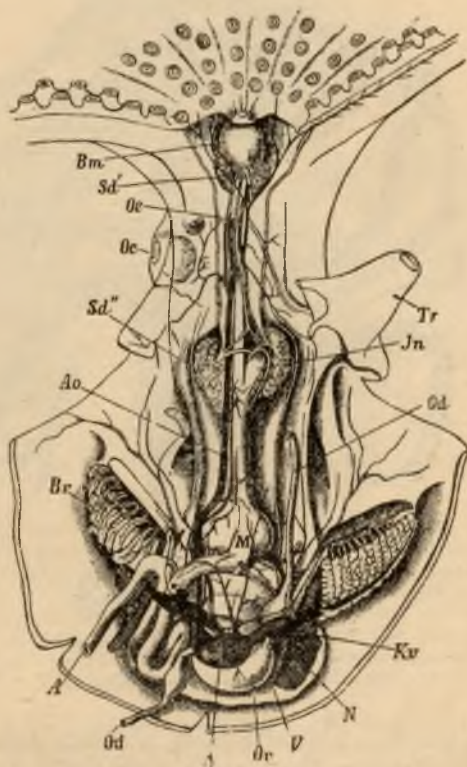
Gromada I. GŁOWONOGI (Cephalopoda).

Głowa wielka, wyraźnie od ciała odgraniczona, otwór ust otoczony 8 lub 10 wielkimi ramionami, na głowie para wielkich oczu, noga przekształcona w t. zw. lejek. Skorupa jest zewnętrzna lub też ukryta pod skórą grzbietu. Są wyłącznie morskie.

Rozpatrzmy budowę jednego z najpospolitszych głowonogów, a mianowicie *małwy* (*Sepia*) (u ośmiornicy, której rysunek podany jest obok, budowa wewnętrzna jest bardzo zbliżona).

Otwór ust uzbrojony jest dolną i górną szczęką nakształt papuziego dzioba oraz tarką z ostrymi ząbkami, dokoła otoczony jest 10 ramionami, na których od strony wewnętrznej znajdują się liczne przyssawki. Ośm ramion jest krótszych, a dwa dłuższe kształtu odmiennego i tylko na wierzchołku opatrzone przyssawkami. Zapomocą ramion *małwa* chwytą zdobycz oraz przytwierdza się silnie przyssawkami do obcych przedmiotów. Jeżeli wyobrazimy sobie *małwę* zwróconą ustami do przodu, wówczas wystająca workowata część ciała, t. zw. worek trzewiowy, zwrócony będzie wierzchołkiem ku tyłowi, na stronie brzusznej znajdują się będzie przekształcona noga, mianowicie lejek, na grzbietowej zaś pod skórą płaska wapienna skorupka tarczowata.

Lejek jest to cewa wydłużona o dwóch otworach: przednim węższym, swobodnym, tylnym zaś szerszym, ukrytym w jamie płaszczowej. Jama ta ograniczona jest sfałdowaniem skóry, które odpowiada płaszczowi zachodzącemu na brzuszną stronę ciała. Przedni, swobodny brzeg płaszcza może szczelnie przylegać do ciała i zamykać szparę wiodącą do jamy płaszczowej lub też może odchylać się. W tym ostatnim wypadku woda przenika do jamy płaszczowej, gdy zaś następnie po zaciśnięciu szpary kureczą się mięśnie płaszcza, woda zostaje z wielką siłą wyrzucona na zewnątrz przez lejek, wskutek czego *małwa* za każdym razem posuwa się jakby skokiem w kierunku przeciwnym, a więc naprzód wierzchołkiem worka trzewiowego. Woda przepływająca przez jamę płaszczową opłukuje w ten sposób znajdujące się tam piórkowate skrzela w liczbie jednej pary. Otwór ust wiedzie do przełyku, ten znów do żołądka, z którego wybiega



Ryc. 129. Anatomia ośmiornicy (*Octopus vulgaris*). Bm — masa otaczająca jamę ust, Sd', Sd'' — ślinianki, Oe — przełyk, Jn — worek, M — żołądek, A — koniec odsuniętej na bok odbyticy, Oe — oko, Tr — lejek, Br — skrzela, Ov — jajnik, Od — jajowód, N — nerka, Kv — przedsionek, C — komora serca, Ao — aorta, V — żyły.

długie jelito, uchodzące na zewnątrz do jamy płaszczowej. Do tej jamy otwiera się także przewód gruczołu czernidłowego, który wydziela czarną ciecz. Zwierzę, przestraszone, wyrzuca tę ciecz na zewnątrz, maci nią wodę dookoła, przez co może się ono ukryć przed wzrokiem prześladowcy. Do jamy płaszczowej uchodzą również przewody narządów wydzielniczych i rozrodczych.



Ryc. 130. **Ośmiornica** (*Ooctopus macropus*). T — lejsek.

Układ nerwowy składa się z trzech głównych par zwojów, z których największe są mózgowe, oraz z licznych wybiegających z nich nerwów. Zwoje mózgowe ochrania torebka chrząstkowa. Bardzo wysokiej organizacji są oczy; nadto w głowie znajdują się pęcherzykowe narządy, być może, słuchowe.

Narząd krążenia składa się z serca, tętnic, żył i naczyń włoskowatych i jest wysoko rozwinięty.

Poza mątwy należą do głowonogów: ośmiornica (*Ooctopus vulgaris*), żeglarek (*Argonauta argo*). Te wszystkie głowonogi są dwuskrzelne; do czteroskrzelnych zaś, posiadających 2 pary skrzel piórkowatych, należy łodzik (*Nautilus pompilius*), o skorupie zewnętrznej, podzielonej wewnątrz na liczne komory, przyczem przegrody je odgraniczające są przebite otworami. Zwierzę zamieszkuje tyl-

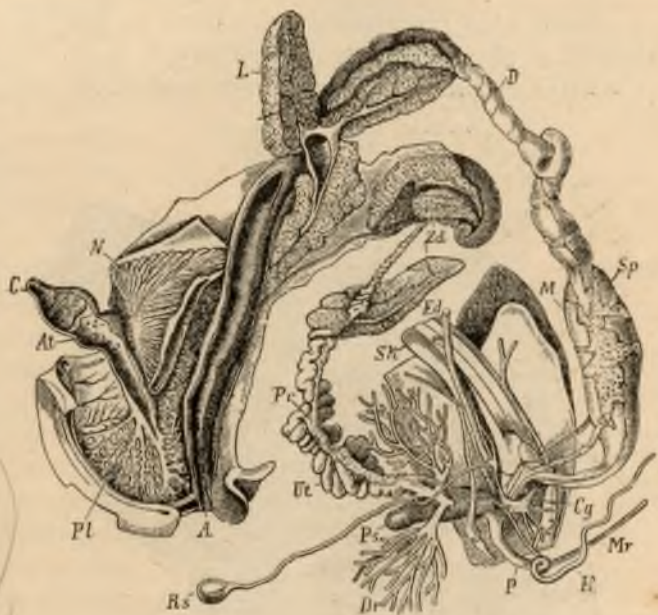
ko pierwszą z kolei komorę, a z ciała jego ciągnie się poprzez wszystkie pozostałe komory t. zw. syfon, cienki utwór cewkowaty przechodzący przez otwory przegród aż do ostatniej komory, gdzie przytwierdza się do ściany muszli. Do zaginionych, a niegdyś bardzo licznych postaci czteroskrzelnych głowonogów należą t. zw. ammonity. Niektóre z głowonogów żyjących dziś w wielkich głębiach oceanów dosiegają potwornych wprost rozmiarów ciała.

Gromada II. BRZUCHONOGI (Gastropoda).

Po większej części opatrzone skorupą, rzadziej nagie. Głowa wyraźna, zwykle z czułkami i oczami; na stronie brzusznej mięsista silnie rozwinięta noga, płaska od spodu; na stronie grzbietowej płaszcz, którego fałdy zachodzą także na boki. Oddychają zapomocą skrzel, rzadziej zapomocą t. zw. płuc. Są obupłciowe (obojnakie). Jedne są lądowe, inne wodne, wiele bardzo jest morskich.

głowa wysunięta i odwrócona do tyłu ciała.

Jako typ służyć może nasz ślimak winniczek (*Helix pomatia*). Na głowie jego widać dwie pary czułek wysuwalnych i otwór ust; na tylnej parze czułek osadzone są drobne oczy. Noga bardzo wielka; skóra na grzbiecie tworzy fałd zwany płaszczem, który wydziela skorupę śrubowato skręconą. Winniczek zamyka na zimę ujście skorupy denkiem wapiennym i zapada w sen zimowy. U otworu ust znajduje się górna i dolna warga, pod górną wargą zrogowaciała szczeka, a w głębi jamy ustnej tarczka pokryta poprzecznymi szeregami licznych ząbków. W skład organów trawienia wchodzi



Ryc. 131. Anatomia ślimaka winniczka (*Helix pomatia*), trzewia wy-preparowane. Cg — zwój mózgowy, Sp — ślinianki, M — żołądek, D — jelito, L — wątroba, A — odbył, N — nerka, At — przedsionek serca, C — komora serca, Pl — płuco, Zd — gruczoł obojnaki, Ed — gruczoł białkowy, Pr — gruczoł przyprątny, Ut — macica, Rs — zbiornik nasienny, Dr — gruczoł dodatkowy, Ps — woreczek strzałki, P — prącie, Fl — nić, Mr — mięsień więziący, Sk — mięsień wrzecionowaty.

jeszcze przełyk, gruczołki ślinowe, żołądek, wątroba i jelito. Po prawej stronie ust znajduje się otwór oddechowy, prowadzący do obszernej jamy oddechowej zwanej płuca m. Krew bezbarwna, serce składa się z komory i przedsionka; krew wypływa z serca tętnicami, powraca doń żyłami, lecz nie płynie ona wyłącznie w naczyniach zamkniętych, ale po części także wprost w jamie ciała. System nerwowy, jak u innych mięczaków, składa się z trzech głównych par zwojów, połączonych spoidłami i wysyłających liczne nerwy; największe zwoje są mózgowe.

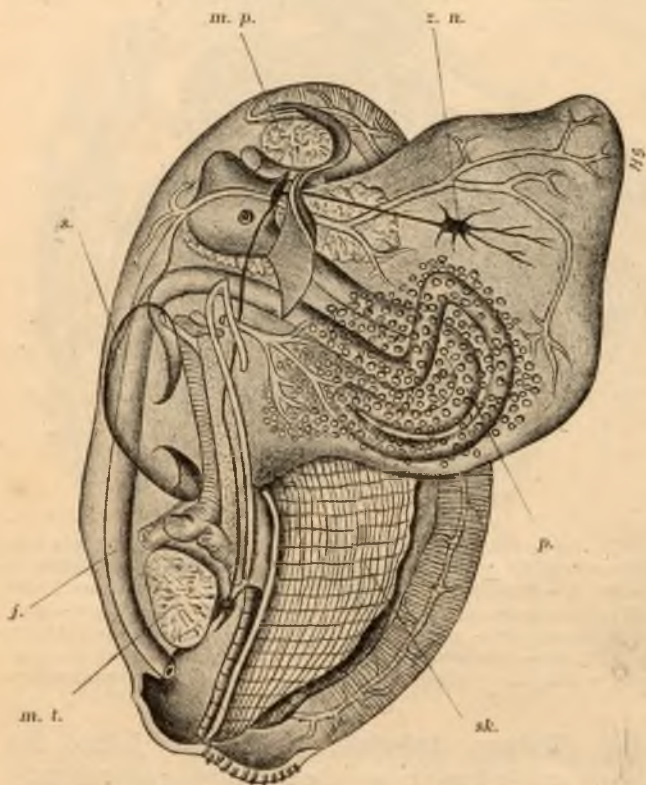
Z innych brzechonogów zasługują na uwagę nasze słodkowodne ślimaki, jak błotniarka (*Limnaeus*), zatoczek (*Planorbis*), żyworodka (*Paludina*); lądowe nagie: pomrów i ślimak (*Limax*, *Arion*), oraz bardzo liczne morskie o ozdobnych muszlach (rozkolce, stożki, porcelanki i t. d.).



Ryc. 132. Przecięcie przez muszlę ślimaka winniczka.

Gromada III. BLASZKOSKRZELNE czyli MAŁŻE (Lamellibranchiata).

Małże, których przedstawicielami są pospolite w wodach naszych mięczaki o skorupach dwuklapkowych, n. p. szczeżuja (*Anodonta*) lub skójką (*Unio*), nie posiadają zróżnicowanej głowy, ani też szczęk



Ryc. 133. Budowa anatomiczna szczeżui wyjętej z muszli, płaszcz i skrzela prawej strony usunięte, osierdzie otworzone, wątroba prawej strony nie narysowana, trzewia i układ nerwowy przedstawione nieco schematycznie. *j.* — jelito odbytowe, *m. p.* — mięsień przywodzący przedni (w przecięciu), *m. t.* — mięsień przywodzący tylny (w przecięciu), *p.* — noga (w niej przebiegają skręty jelita oraz elementy płciowe), *s.* — serce, *sk.* — skrzela, *z. n.* — zwój nerwowy nożny, połączony nerwami ze zwojem mózgowym, który znów łączy się z trzewiowym (poniżej tylnego mięśnia przywodzącego); zwoje i nerwy przedstawione czarno.

opłukaniu skrzel. U niektórych małżów brzegi szpar wciągającej i wypuszczającej wodę wydłużają się w krótsze lub dłuższe cewki, t. zw. syfony. W nodze niektórych morskich małżów znajdują się gruczoły wydzielające ciecż, która szybko tężeje w wodzie w postaci pęczka nitek, zw. bisio rem; służy on zwierzęciu do przyczepiania się.

oraz tarki u otworu ust. Płaszcz mają złożony z dwu obszer-nych błoniastych fałdów okrywających ciało z boków. Po- między płaszczem a ciałem z każdej stro-ny znajdują się po dwa skrzela blaszko- wale (stąd nazwa gromady). Brzegi prawej i lewej po- łowy płaszcza, przy- rośnięte do muszli, przylegają do siebie na brzusznej stronie w ten sposób, że po- zostawiają trzy wol- ne szpary: jedną większą z przodu, przez którą może się wysuwać na ze- wnątrz wielka mię- sista noga, oraz dwie tylne, jedna nad dru- gą, z których dolna wciąga wodę do ja- my płaszczowej, gór- na zaś służy do wy- dalania na zewnątrz pobranej wody po

Obie połówki skorupy są połączone na stronie grzbietowej zapomocą sprężystego więzadła, a także bardzo często jeszcze zapomocą t. zw. zawiasy, gdzie zęby jednej połowy skorupy przenikają pomiędzy odpowiednie zagłębienia drugiej. Ku wewnętrznej powierzchni obu połów skorupy biegną z ciała małża dwie (przednia i tylna) albo jedna para mięśni; na skorupie widać odciski tych mięśni. Gdy te ostatnie się kurczą, skorupa się zamyka, gdy zaś zwalniają, więzadło powraca do pierwotnego stanu, kurczy się i otwiera skorupę. Wewnętrzna powierzchnia skorupy jest

powleczone warstwą mieniącą się tęczowymi barwami, t. zw. warstwą perłową. U niektórych małżów płaszcz drażniony obcemi ciałkami n. p. ziarnkami piasku, które przenikły przypadkowo do wnętrza, wydziela dokoła nich znaczne ilości masy perłowej, przez co powstają perły.

Do małżów należą ze słodkowodnych szczeżuja (*Anodonta*), skójką (*Unio*); z morskich: perłopław (*Meleagrina margaritifera*) z oceanu Indyjskiego, świdrak (*Teredo*), świdruje drzewo, niszcząc ściany okrętów, tamy, groble, skałotocz (*Pholas*), świdruje skały, ostryga jadalna (*Ostrea edulis*).

Oprócz głowonogów, brzuchonogów i małżów do mięczaków należy jeszcze gromada **skrzydłonogów** (*Pteropoda*). Są to mięczaki morskie, drobne, o nodze mającej postać dwóch płyt skrzydlatych; występują niekiedy w olbrzymich masach, służąc za pokarm wielorybom i innym zwierzętom morskim, n. p. *Hyalaea*.



Ryc. 134. Schemat przecięcia poprzecznego przez ciało skójki. j. — jelito (u góry otoczone przez serce), l. s. — blaszki czyli listki skrzylowe, n. — nerki, ng. — nogogłowa, p. — płaszcz, pl. — narządy płciowe, s. — skorupa, z. — zawiasa. (Oryg.).



Ryc. 135. Skrzydłonóg *Hyalaea complanata*. g. — zwój nerwowy, p. — przelyk, s. — wyrostek skrzydlaty.

Typ. IV. STAWONOGI (Arthropoda).

Do tego nader obszernego typu należą zwierzęta o ciele dwubocznie symetrycznem, złożonem z licznych odcinków czyli segmentów (*metamer*), n. p. wije, owady, skorupiaki (raki). Pewne grupy pierścieni ciała łączą się zwykle w większe oddziały: głowę, tułów i odwłok, niekiedy głowa i tułów tworzą jedną całość czyli głowotułowie, albo też tylko głowa jest wyróżniona, a tułów z odwłokiem tworzy całość. Skóra na zewnętrznej powierzchni posiada trwałą powłokę z chityny; na granicy sąsiednich pierścieni skóra ta jest bardzo cienka, wskutek czego mogą one zasuwac się częściowo jeden na drugi przez fałdowanie się tej skóry pogranicznej, albo też mogą rozsuwać się wzajemnie. W związku z pierścieniami ciała znajdują się ułożone parami przysadki czyli odnóży, które również składają się z pierścieni czyli stawów (stąd nazwa stawonogi): w różnych okolicach ciała odnóży te bywają rozmaicie wykształcone lub całkiem nierozwinięte.

Układ nerwowy stawonogów składa się z mózgu czyli zwoju mózgowego o budowie parzystej, leżącego ponad przełykiem, oraz z szeregu zwojów na brzusznej stronie ciała również o budowie parzystej. Mózg z pierwszym zwojem brzuszny łączy się zapomocą dwóch bocznych spoidel, przez co przełyk otoczony jest jakby obrączką nerwową, zaś sąsiednie zwoje brzuszne łączą się z sobą zapomocą pary podłużnych spoidel nerwowych. Z mózgu i zwojów brzusznych wychodzą nerwy do różnych narządów. Oczy są umieszczone na głowie i najczęściej mają budowę złożoną, a mianowicie składają się z bardzo wielu drobnych jakby oczek, z których każde ma swoją własną rogówkę i stożek przezroczysty (t. zw. kryształiczny) łamiący światło. U wielu stawonogów istnieją też narządy równowagi w głowie lub w innych miejscach ciała, także narządy węchowe i smakowe.

Przewód pokarmowy składa się, jak u innych zwierząt, z przełyku, żołądka i jelita uchodzącego na zewnątrz odbytem. **Oddychają** albo zapomocą rozgałęzionych rurek czyli t. zw. tchawek (*tracheae*), które rozprowadzają powietrze wewnątrz ustroju, a uchodzą na zewnątrz otworkami z boków ciała, albo też zapomocą skrzeli (*branchia*), które znajdują się na powierzchni ciała zwykle w związku z odnóżami. Dlatego też odróżniamy stawonogi tchawkodyszne (*Tracheata*) i skrzelodyszne (*Branchiata*). Pierwsze, do których należą n. p. owady i wije, są lądowe; drugie, do których należą skorupiaki, są wodne.

Układ krążenia stawonogów nie jest zamknięty, to znaczy, że krew nie płynie wyłącznie w rurkach zamkniętych czyli w naczy-

niach krwionośnych, lecz przenika z tych naczyń albo też wprost z serca do jamy ciała i krąży wolno pomiędzy trzewiami. W sercu znajdują się otworki, którymi przenika do niego krew z jamy ciała, przyczem serce mieści się zawsze po stronie grzbietowej ciała, w przeciwieństwie do kręgowców. U skrzelodysznych czyli skorupiaków istnieje para nerek t. j. organów wydzielniczych, które samodzielnie uchodzą na zewnątrz w przedniej części ciała; u tchawkodysznych zaś, n. p. u wijów, owadów, czynności nerek spełniają szczególne rurki, otwierające się do tylnego oddziału jelita, t. zw. cewki Malpighiego. U wielu stawonogów młode różnią się bardzo od dorosłych, inaczej mówiąc, są larwami i podlegają przeobrażeniom.

Dzielimy stawonogi na dwie główne grupy:

A) Tchawkodyszne (*Tracheata*), do których należą trzy gromady:

I. Owady (*Insecta*).

II. Wije (*Myriopoda*).

III. Pajęczaki (*Arachnoidea*).

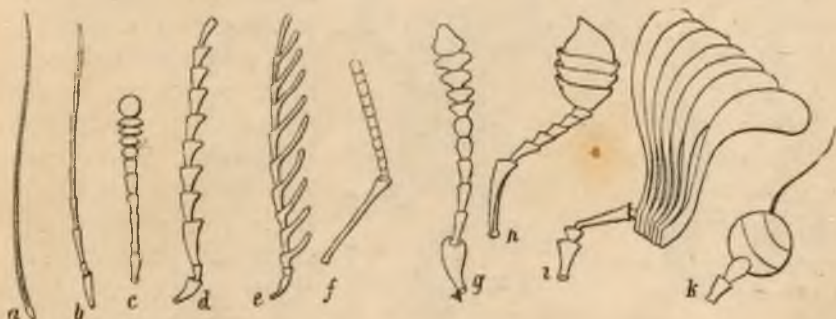
B) Skrzelodyszne (*Branchiata*), do których należy jedna tylko gromada:

IV. Skorupiaki (*Crustacea*).

A) Tchawkodyszne (*Tracheata*).

Gromada I. OWADY (*Insecta*). 6. —

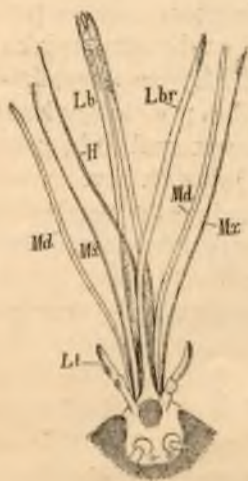
Owady, których budowę możemy rozpatrzeć n. p. na chrabąszczu, mają ciało wyraźnie zróżnicowane na głowę, tułów i odwłok.



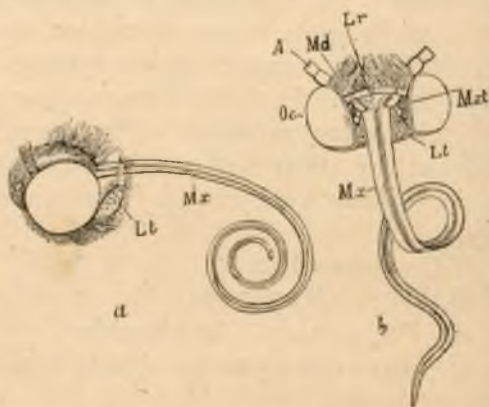
Ryc. 136. Różne rodzaje rożków (czułków) u owadów, n. p. a — u pasikonika, b — u szczypicy, c — u mącznika, d — u sprężyka, f — u pszczoły, g — u sylfy, h — u grobarza, i — u chrabąszcza.

Na głowie znajdują się: para rożków (*antennae*), blaszkowata nieparzysta warg górna (*labrum*) oraz trzy pary przysadek stanowiących główne uzbrojenie paszczy. Pierwsza para nosi nazwę żuw a-

czek (*mandibulae*), które są silne i zazębione; druga para to szczęki (*maxillae*), opatrzone z boku wyrostkiem członkowanim czyli głaszczką (*palpus*), wreszcie trzecia para przyssadek, mniej lub więcej zrosła z sobą w jedną całość, jako tak zwana warga dolna czyli szczęki drugiej pary (*labium*), opatrzone również z boków



Ryc. 137. Części paszczowe samicy komara. *Lbr* — górna warga, *Lb* — dolna warga (szczęka 2-ej pary), *Lt* — głaszczki wargowe, *Md* — żuwaczka, *Mr* — szczęka 1-ej pary, *H* — podgardle.



Ryc. 138. Części paszczowe motyli: *a* — z boków, *b* — od przodu. *A* — rożki (czułki), *Lr* — warga górna, *Md* — wyrostki górnej wargi, *Mr* — szczęka 1-ej pary, *Mrt* — głaszczki tychże, *Lt* — głaszczki wargowe (w *b* odcięte).

głaszczkami. Tak są zbudowane części paszczowe n. p. u chrząbaczki, karakona i innych owadów gryzących. U tych zaś owa-



Ryc. 139. Części paszczowe karakona. *a* — głowa z przodu, *Oc* — przyoczek, *Mrt* — głaszczki szczękowe, *Lt* — głaszczki wargowe, *b* — warga górna (*labrum*), *c* — żuwaczki (*Md*), *d* — szczęki (pierwszej pary), *C*, *St* — dwa człony podstawowe szczęk (*cardo* i *stipes*), *L. in*, *L. ex* — płat wewnętrzny i zewnętrzny, *e* — warga dolna czyli szczęki 2-ej pary, złożone z dwóch połów.

dów, u których części paszczowe służą do nakłuwania, ssania lub lizania pokarmu, wymienione części są odpowiednio zmienione, a niektóre z nich są w zaniku. Podobnie jak u innych stawonogów, skóra owadów jest pokryta twardą chityną, na granicy zaś sąsiednich pierścieni, gdzie skóra tworzy sfaldowania, jest ona bardzo miękka i nader uboga w chitynę.

Tułów (*thorax*) owadów składa się z trzech pierścieni, zwanych przedtułowiem (*prothorax*),

śródtułowiem (*mesothorax*) i za-
tułowiem (*metathorax*), które czę-
sto są z sobą silnie zrośnięte w jedną
całość. Do każdego pierścienia tułowia
przytwierdza się para kończyn,
których zatem owad posiada trzy pa-
ry. Każda noga jest członkowana
i składa się z pięciu głównych czę-
ści: biodra (*coxa*), krętarza (*tro-
chanter*), uda (*femur*), goleni (*tibia*)
i stopki lub podymu (*tarsus*), któ-
ry składa się jeszcze z pewnej liczby
drobniutkich członeczków. Nadto u
owadów opatrzonych dwiema parami

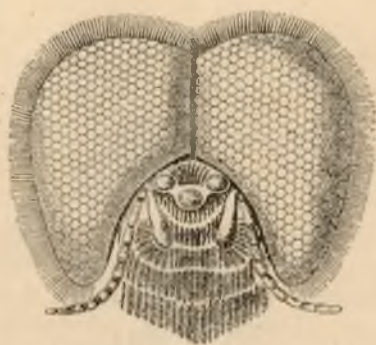
skrzydeł, n. p. u chrabaszczu, pierwsza para (która tutaj jest twarda
i nosi nazwę pokryw skrzydłowych) przymocowuje się do śródtu-
łowia, druga para (u chrabaszczu miękka, błoniasta) do zatulowia.

Odwłok (*abdomen*) jest beznogi i najczę-
ściej składa się z 10 pierścieni.

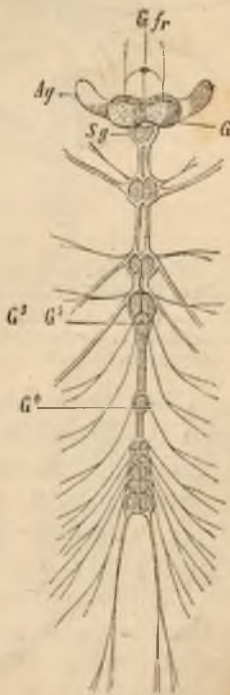
Na głowie znajduje się para oczu zło-
zonych. Oprócz tego u wielu owadów na
wierzchu głowy znajdują się jeszcze drobne
oczy pojedyncze, t. zw. przyoczka, w rozma-
itej ilości. U niektórych owadów prostoskrzy-
dłych odkryto narząd uważany za słuchowy.
Na rożkach mieści się organ węchu, który
u wielu owadów jest doskonale rozwinięty;
wiadomo, że muchy plużki zlatują się nieraz
z wielkiej odległości do gnijącego mięsa, na
którym składają jaja, a są wyłącznie wabione
wonią.

Układ nerwowy owadów, jak u innych
stawonogów, składa się z mózgu, obrączki oko-
łoprzełykowej i łańcucha zwojów brzusznych,
połączonych podłużnymi spoidłami.

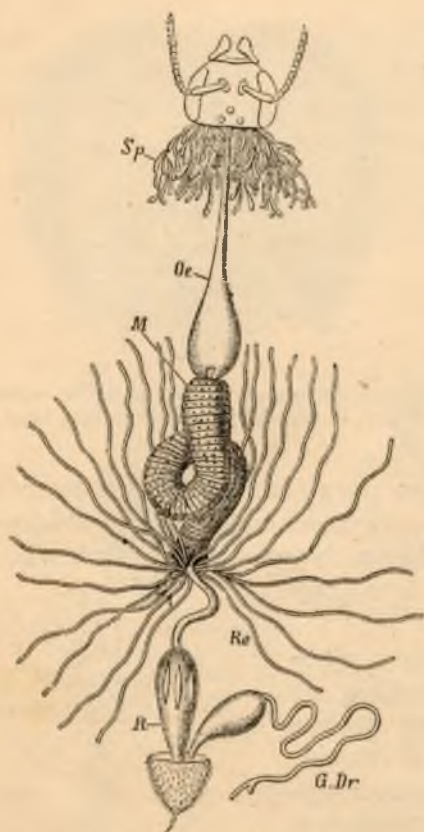
Przewód pokarmowy składa się z paszczy,
do której uchodzą przewody ślinianek, z prze-
łyku, żołądka i jelita, którego część końcowa
zowie się jelitem odbytowem; u początku tegoż
otwierają się cewki Malpighiego czyli na-
rządy wydzielnicze. Owady **oddychają** zapomocą
tchawek (*tracheae*). Są to nader delikatne
rurki, wystane wewnątrz spiralnie skręconą



Ryc. 140. Głowa trutnia, na której widać
parę oczu złożonych, trzy przyoczka i rożki
(czułki).



Ryc. 141. Układ nerwowy błędnika. Ag — zwoje oczne,
G — mózg, Gfr — t. z. zwój czołowy, Sg — zwój podprze-
łykowy, G³, G¹, G² — zwoje brzuszne. (Pow.).



Ryc. 142. Przewód pokarmowy pszczoły. *Sp* — gruczoły ślinowe, *Oe* — przełyk z wolem, *M* — jelito środkowe, t. z. mleczkowe, *Re* — cewki Malpighiego, *R* — odbytnica wraz z gruczołami odbytowymi, *G. Dr.* — gruczoły jadowe.

nitką chitynową, dzięki czemu ścianka ich jest sprężysta i nie zapada się. Tchawki zaczynają się otworami z boków pierścieni ciała, t. zw. przetchlinkami (*stomata*) i początkowo tworzą grube pnie, lecz w miarę, jak coraz bardziej się rozgałęziają i przenikają w głąb ciała pomiędzy różne trzewia, stają się coraz cieńsze; powietrze przenika przez nie do wnętrza ciała. U pszczoł i niektórych innych owadów tchawki tworzą tu i ówdzie pęcherzowate rozszerzenia pomiędzy trzewiami (p. ryc. 147.).

Długie serce owadów znajduje się na stronie grzbietowej i składa się z wielu komór oddzielonych od siebie przewężeniami i opatrzonych z boków otworami, przez które krew z jamy ciała przenika do ich wnętrza. Przez skurcz tych komór, idący od tyłu ku przodowi, krew posuwa się w tymże kierunku wewnątrz serca, na przodzie zaś wylewa się z krótkiej tętnicy do jamy ciała, krążąc pomiędzy trzewiami. U owadów krążenie jest więc otwarte.

Niektóre owady wylęgające się z jajeczek różnią się od dorosłych tylko brakiem skrzydeł i niedojrzałością narządów rozrodczych, a pobierając ciągle pokarm, rosną i otrzymują postać ostateczną, jak to widzimy n. p. u karakona, pasikonika. Jest to t. zw. przeobrażenie niezupełne. Inne natomiast wylęgają się z jaj jako larwy czyli gąsienice zupełnie niepodobne do dorosłych, zwykle wydłużone, robakowate, beznogie (n. p. czerwce much) lub nóżkami opatrzone (n. p. gąsienice motyli) i żywiące się inaczej niż owad dorosły. Następnie gąsienica przestaje pobierać pokarm i poruszać się, przechodzi w stan poczwarki (*pupa*), z której dopiero wylega się owad dojrzały (*nympha*). Bardzo często gąsienice przed przepoczwarczeniem snują naokoło siebie nitkę, z której powstaje oprzęd czyli kokon osłaniający poczwarkę, jak to n. p. widzimy u motyli prządek. Takie przeobrażenie nazywamy zupełnem. Niektóre

owady, n. p. oleice, przechodzą w swym rozwoju kilka stanów gąsienic i poczwerek, ich więc przeobrażenie jest bardzo złożone.

Liczmy setki tysięcy gatunków owadów, a liczne z nich odgrywają bardzo doniosłą rolę w ekonomii przyrody i w życiu człowieka. Pomiedzy nimi istnieją bardzo liczne szkodniki, n. p. filoxera, niszcząca winograd, chrząszczyk kolorado, niebezpieczny niszczyciel kartofli, drukarz, niszczący najpiękniejsze lasy iglaste, oraz liczne szkodliwe dla drzew i warzyw gąsienice motyli. Inne znów są szkodnikami dlatego, iż dokuczają ludziom i zwierzętom, n. p. moskitosy lub komary, które przez ukłucie przenoszą do krwi zarazki chorób, n. p. widliszek (*Anopheles*), przenoszący do krwi ludzkiej zarazki malarji. Z drugiej strony owady są bardzo pożyteczne przez to, że przyczyniają się do przenoszenia pyłku kwiatowego i zapłodniania kwiatów. Niektóre przynoszą wielki pożytek człowiekowi, n. p. pszczoły dostarczające miodu i wosku, jedwabniki, których kokony dają jedwab, galasówki, które, nakłuwając liście dębowe, dostarczają narosli garbnikowych. Wreszcie owady zasługują na szczególną uwagę z powodu wielu niezmiernie interesujących instynktów u nich napotykanym, głównie u postaci towarzysko żyjących, n. p. u pszczoł i mrówek.

Dzielimy je na następujące najważniejsze rzędy:

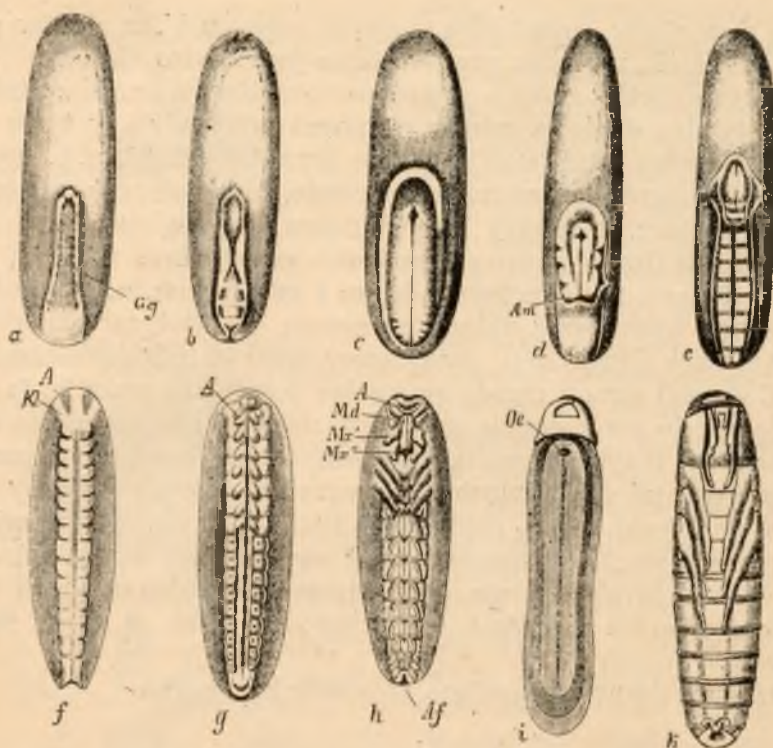
Rząd 1. CHRZĄSZCZE (Coleoptera).

Części paszczowe służą do żucia; skrzydła pierwszej pary twarde (pokrywy), drugiej — miękkie, błoniaste; przeobrażenia zupełne. Ogromnie są liczne, znamy bowiem około 90.000 gatunków.

Do pięcioczłonkowych (*Pentamera*), t. j. posiadających pięcioczłonkowe podymy nóg, należą szczypawki czyli biegacze (*Carabidae*), pływaki (*Dytiscidae*), oraz drobne krętaćzki (*Gyrinidae*). Z kolei zaliczamy tu skórniki (*Dermestidae*), chrząszczyki udające martwe za dotknięciem, gąsienice ich niszczą futra, skóry, zbiory owadów i t. p.; blaszkorogie (*Lamellicornia*), o rożkach z końcowymi członkami zwykle wachlarzowato rozpostartymi, do których należą największe, n. p. jelonek (*Lucanus cervus*), rohatyniec (*Oryctes nasicornis*), chrabaszcz (*Melolontha*); dalej sprężyki (*Elateridae*), n. p. *Agriotes segetis*; wreszcie zmiękowate (*Malacodermata*), o miękkim pokryciu ciała, do których należy świetlik świętojański (*Lampyrus noctiluca*).



Ryc. 143. Kafuznica czarna (a), jej gąsienica (b) i poczwarka (c).



Ryc. 144. Stadya rozwoju jaja kałużnicy czarnej (*Hydrophilus piceus*). Gg — rosnące ku sobie brzegi paska zarodkowego dla utworzenia błony ochronnej (Am), Kl — płaty głowowe, A — rożki, Md — żuwaczki, Mr, Mr'' — szczęki pierwszej i drugiej pary, Af — odbył. W f, g, h widać, że początkowo zarodek zajmuje na jaju wązki pasek. (Pow.).

Do chrząszczy **nierównoczlunkowych** (*Heteromera*), posiadających podymy tylnej pary nóg czteroczłonczkowe, pozostałych zaś nóg pięcioczłonczkowe, należą kantaryda, zwana także muchą hiszpańską (*Lytta vesicatoria*), po wysuszeniu dostarczająca materiału na wezykatorye, oleica (*Meloe*). Oleica, jak i bardzo pokrewny gatunek *Sitaris*, odznaczają się nader złożonym biegiem przeobrażeń (kilka postacią gąsienic i poczwarek).

Do chrząszczy **czteroczłonkowych** (*Tetramera*), posiadających wszystkie podymy o czterech członkach



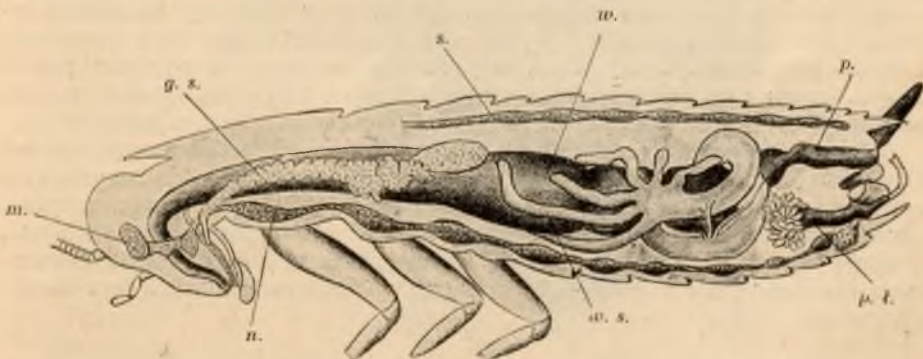
Ryc. 145. Przeobrażenia chrząszcza *Sitaris humeralis*. a — pierwsza postać gąsienicy, b — druga postać gąsienicy, c — stadium spoczywającej gąsienicy (pozwornej poczwarki), d — ostatnia postać gąsienicy, e — poczwarka.

kach, należą ryjkowce (*Curculionidae*), o głowie wyciągniętej w długi ryjek, zakończonej otworem paszczowym; pomiędzy nimi wiele szkodników, n. p. wolek zbożowy (*Calandra granaria*); korniki (*Bostrychidae*), których gasienice przebywają pod korą drzew, ryjąc tu chodniki, przez co niszczą najpiękniejsze nieraz lasy, n. p. kornik drukarz (*Bostrychus typographus*). Nadto należą tu kózki (*Cerambycidae*), gasienice ich toczą drzewa, n. p. piżmówka wierzbowka (*Aromia moschata*) i kozioróg wielki (*Cerambyx heros*). Wreszeie zaliczamy do czteroczłonkowych złotki (*Chrysomelidae*) o ciele wypukłym, zwykle metalicznie błyszczącym, n. p. złotka kolorado (*Doryphora decemlineata*) z Ameryki północnej, wielki niszczytel kartofli i stonka (*Chrysomela*).

Wreszeie do chrząszczy trójczłonkowych (*Trimera*), posiadających wszystkie podymy nóg o trzech członeczkach, należą biedronki (*Coccinellidae*), o ciele wypukłym; za dotknięciem popadają w rodzaj omdlenia i wydzielają ostrą ciecz żółtą; przynoszą pożytek przez tępienie mszyc, n. p. biedronka siedmiopłukowana (*Coccinella septempunctata*).

Rząd 2. PROSTOSKRZYDŁE czyli SZARAŃCZAKI (Orthoptera).

Skrzydła pierwszej pary twardsze, skórkowate, wąskie, drugiej — błoniaste, szerokie, wachlarzowato złożone i w czasie spoczynku ukryte pod pierwszemi. Części paszczowe gryzące, jak u chrząszczy, przeobrażenia niezupełne.



Ryc. 146. Budowa anatomiczna karakona. m. — zwój mózgowy (nadprzełykowy), g. s. — gruczoł ślinowy, w. — wole, w. s. — wyrostki palcowate jelita środkowego, p. — jelito proste, p. t. — narząd pętlowy, n. — łańcuch nerwowy brzuszny, s. — serece.

Tu należą: skórki (*Forficulidae*) z krótkimi skrzydłami pierwszej pary i dużemi ciężkami na końcu odwłoka, karakony (*Blattidae*), szarańcze (*Acrididae*) o różkach krótkich i nogach trzeciej pary silnie wydłużonych, n. p. szarańcza wędrowna (*Pachytylus migratorius*) i konik polny (*Stenobothrus, Acridium*), pasikoniki (*Locustidae*), podobne do poprzednich, lecz o różkach długich, n. p. pasikonik zielony (*Locusta viridissima*), samce eierkają, trac pokrywę skrzydłową jedną o drugą; świerszcze (*Gryllidae*), n. p. świerszcz (*Gryllus*) i turkuć podjadek (*Gryllotalpa*). Z prostoskrzydłych, żyjących w kra-

jach ciepłych, zasługują na uwagę liściec (*Phyllium sicifolium*) i konarek (*Phasma*), naśladowujące postać ciała i barwą liść albo też suchą gałązkę, co stanowi t. zw. naśladownictwo czyli mimikryę.

Rząd 3. SIATKOSKRZYDŁE czyli SIECIARKI (Neuroptera).

Dwie pary skrzydeł jednakowych, błoniastych, siatkowato żyłkowanych; części paszczowe gryzące, przeobrażenia zupełne.

Tu należą: mrówkolew (*Myrmeleon*), którego gąsienica jest znana z tego, że kopie w piasku lejkaty dołek, gdzie czatuje na wpadające do niego mrówki, które wysysa zapomocą szczęk sierpowatych; dalej złotook (*Chrysopa*), chróściki (*Phryganidae*), których gąsienice zamieszkują wody, sporządzając sobie misterne pochowki z kawałków drzewa, mchu, piasku, kamyków, muszelek i t. d., które dźwigają z sobą.

Rząd 4. PRASIIATNICE (Pseudoneuroptera).

Skrzydła i części paszczowe, jak u sieciarek, lecz przeobrażenia niezupełne. Dorosłe owady latają nad wodami i znane są powszechnie.

N. p. świtezianka (*Calopteryx*), ważka (*Libellula*), szklarz (*Aeschna*); gąsienice przebywają w wodzie i są bardzo drapieżne; warga dolna gąsienicy przekształcona jest w t. zw. maskę, narząd chwytny osadzony na długiej łodyżce, która może się składać i wyciągać nakształt ręki zginanej i rozginanej w stawie łokciowym. Dalej należą tu jętki (*Ephemeridae*) o odwłoku zakończonym trzema długimi szczecinkami; gąsienice ich żyją przez kilka lat w wodzie, owad dorosły zaledwie kilka godzin lata i zaraz po złożeniu jaj ginie.

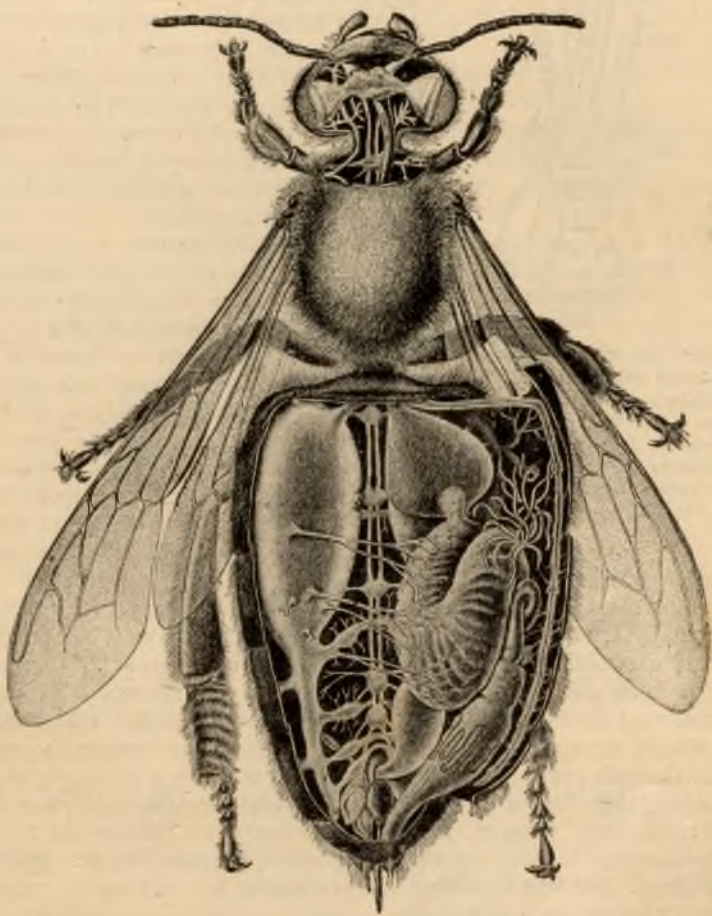
Z wymienionemi prasiatnicami spokrewnione są **termity** czyli **bielce** (*Termitidae*) zamieszkujące kraje gorące przeważnie w Ameryce i Afryce; żyją gromadnie, a roje ich składają się ze skrzydlatych samców i samic, robotnic i żołnierzy; zakładają gniazda w pniach drzewnych, na drzewach lub ziemi, a budują je nieraz w postaci wielkich kopców; niszczą często ludzkie zabudowania drewniane, nie nadwierżając zewnętrznej powierzchni ścian, lecz tocząc je wewnątrz.

Rząd 5. BŁONKOSKRZYDŁE czyli BŁONKÓWKI (Hymenoptera).

Błonkówki, których najbardziej znaną przedstawicielką jest pszczoła, posiadają uzbrojenie paszczowe złożone z żuwaczek do żucia oraz ze szczęk i wargi dolnej, silnie wydłużonych i przekształconych w przyrząd do zlizywania; u samicy pszczoły i wielu innych błonkówek ostatnie pierścienie odwłoka są przekształcone w żądło, które pozostaje w związku z gruczołem jadowym, u niektórych zaś gatunków tworzą t. zw. pokładełko czyli cewkę do składania jaj. Lot nader wytrwały dlatego, że podczas niego oba skrzydła każdej

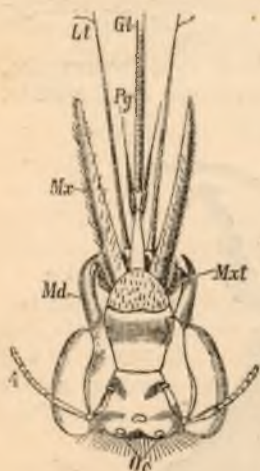
strony zczepiają się z sobą brzegami zapomocą delikatnych haczyków, tworząc jedną jakby błonę. Przeobrażenia zupełne.

Niektóre **pszczołowate**, n. p. pszczoła miodonośna, żyją towarzysko, a w towarzystwach takich występują trzy rodzaje osobników: samce czyli trutnie, samice (królowe) oraz robotnice; te ostatnie są właściwie samicami z zanikłymi narządami rozrodczymi. Dla zbierania pyłku kwiatowego znajdują się u robotnic na zewnętrznej stronie goleni tylnych nogi zagłębienia zw. koszyczkami, a na pierwszym stawie podymów są szczoteczki. Z pobranego nektaru kwiatowego robotnice pod wpływem śliny swej wyrabiają miód, воск zaś wydzielają się z gruczołków na dolnej stronie odwłoka u robotnic. Towarzystwa czyli roje pszczoł składają się z jednej samicy-matki (królowej), z 200–300 trutniów i z 10.000 do 30.000 robotnic. Rój obiera sobie za miejsce pobytu dziuple drzew, rozpadliny skał lub też ule budowane przez człowieka. Robotnice budują z wosku plastry pionowo zawieszane i utworzone z dwóch warstw sześciennych komórek, pomiędzy którymi odróżniamy duże i małe, a na brzegach plastra są one beczułkowate i zwane kolebkami. Gdy królowa składa jaja, a z nich wylęgają się larwy czyli czerwie, robotnice karmią je mleczkiem złożonym głównie z pyłku kwiatowego i miodu. Z czerwi zakrytych przez robotnice denkiem woskowem, a zawartych w małych komórkach, wylęgają się robotnice, w dużych komórkach trutnie, a w kolebkach królowe. Ku je-



Ryc. 147. **Anatomia pszczoły.** W głowie odsłonięty jest mózg, w odwłoku widać odsłonięte: przewód pokarmowy (z prawej strony), środkowy łańcuch nerwowy, workowate rozszerzenia tchawek (z lewej strony); w części grzbietowej odwłoka odgiętej na stronę prawą widać rurkę serca.

Wielkie komórki służą do przechowywania miodu, a małe do przechowywania pyłku. W kolebkach znajdują się jaja, a w nich czerwie. Robotnice karmią je mleczkiem złożonym głównie z pyłku kwiatowego i miodu. Z czerwi zakrytych przez robotnice denkiem woskowem, a zawartych w małych komórkach, wylęgają się robotnice, w dużych komórkach trutnie, a w kolebkach królowe. Ku je-



Ryc. 148. Części paszczowe owadu pszczołowego *An-tophora*. A — czułki (rożki), Oc — przyoczek, Md — żuwaczki, Mr — szczęki, Mxt — głaszczki szczękowe, Lt — głaszczki wargowe, Gl — języczki, Pg — przyjęzyczki.

sieni trutnie bywają zakłuwane żądłami i wyrzucane z ula przez robotnice, by podczas zimy nie uszczuplały przygotowanych zapasów pokarmowych. Gdy wylęga się młoda królowa, stara opuszcza zwykle swój ul, otoczona rojem pewnej liczby wiernych jej pszczół, a młoda zajmuje jej miejsce w dawnym ulu.

Z innych owadów pszczołowych zasługują na uwagę: gęsto owłosiony trzmiel (*Bombus*), osa (*Vespa*), grzebacz (*Bembex*, *Sphex*), gromadzące w komórkach swych gniazd żywe zapasy pokarmu dla gąsienic pod postacią różnych zwierząt stawonogich, n. p. much, koników polnych, gąsienic motyli i t. d., które ubezwładniają na pewien czas przez nakłucie żądłem ich układu nerwowego.

Mrówki (*Formicidae*) żyją towarzysko, tworząc mrowiska, gdzie znajdujemy skrzydlate postacie samców i samic oraz bezskrzydłe robotnice, w tyle odwłoka opatrzone gruczołem jadowym, który wydziela jad zawierający kwas mrówkowy. Nieliczne tylko gatunki opatrzone są prócz tego żądłem. Mrówki odznaczają się wysokim rozwojem władz intelektualnych, budują gniazda, zawierające galerie i korytarze, hodują w swych mrowiskach pewne owady, n. p. mszyce, których wydzieliny zjadają; nadto w mrowiskach żyją różni tak zwani goście, którymi mrówki opiekują się; utrzymują n. p. w gniazdach swych i karmią niedo-
łęznego chrząszczyka rodzaju *Claviger*. Niektóre gatunki mrówek są bardzo wojowniczo usposobione względem innych, staczają z nimi zacięte walki i porywają ich poczwarki, a wylęgające się z tych ostatnich robotnice pełnią rolę niewolników w gniazdach swych zwycięzców. Niektóre gatunki hodują w swych gniazdach pewne pleśnie, które dostarczają im pożywienia i służą za materyał do kunsztownych jakby ogrodów z pleśni zakładanych. Dalej pewne gatunki używają do budowy gniazd swych liści zszytych zapomocą nitki wydzielanych przez gąsienice mrówcze, a robotnice trzymają w szczękach te gąsienice, jakby żywe igły, z których wciąż wydziela się nitka do szycia używana. Mrówki tego samego gniazda rozpoznają się doskonale i odróżniają osobniki pochodzące z innego gniazda zapomocą zmysłu węchu świetnie u nich rozwiniętego. Istnieje bardzo wiele gatunków, jak mrówka ruda (*Formica rufa*), czarna, żółta i t. d.

Z innych błonkówek zasługują jeszcze na uwagę **owadziarki** (*Entomophaga*) mające odwłok połączony szypułką z tułowiem oraz pokładełko u samic. Tu należą gąsieniczniki (*Ichneumonidae*), których samice zapomocą pokładełka znoszą jaja do ciała gąsienic motyli lub innych owadów, oraz galasówki (*Cynipidae*) składające swe jaja w ciała różnych owadów, a najczęściej w tkanki roślinne, które wskutek tego tworzą narośle w postaci orzeszków (galasy). Tkanką tych nabrzmień odżywiają się gąsienice; n. p. galasówka dębowa (*Cynips tinctoria*) tworzy galasy na liściach dębowych, a g. różana (*Rhodites rosae*) tworzy orzeszki na gałęziach róży pokryte meszkowatymi włóknami.

Wreszcie należą też do błonkówek **rośliniarki** (*Phytophaga*) o odwłoku na całej szerokości połączonym z tułowiem, n. p. trzpiennik żółty (*Sirex gigas*), którego samica składa pokładełkiem jaja w pnie jodły, sosny, świerka, a wylęgające się gąsienice toczą i niszczą drzewo.

Rząd 6. PLUSKWIAKI czyli PÓŁPOKRYWE (Hemiptera).

Części paszczowe w postaci stawowatej rynienki (wargi dolnej) i ukrytych w niej szczecin (żuwachek i szczęk) służą do nakłuwania i ssania. Skrzydła w ilości dwóch par albo też są szczątkowe. Przeobrażenia po większej części niezupełne.

Tu należą:

1. **Pluskwiaki różnoskrzydłe**, najczęściej o dwóch parach skrzydeł, z których pierwsza po części skórkowata, druga całkiem błoniasta, n. p. kowal (*Pyrrhocoris apterus*) czyli czerwona pluskwa drzewna oraz inne pluskwy drzewne, pluskwa domowa (*Acantia lectularia*), jakkolwiek bezskrzydła, spokrewniona blisko z należącymi tu owadami. Wszystkie one wydają woń przykrą pochodzącą od cieczy wydzielanej przez pojedynczy lub parzysty gruczoł skórny w tyle tułowia. Tu należą też pluskwy wodne, n. p. pluskolec (*Notonecta glauca*) oraz płoszczyca (*Nepa cinerea*), pospolite w wodach naszych.

2. **Pluskwiaki równoskrzydłe**, o dwóch parach skrzydeł błoniastych. Tu należy pienik (*Aphrophora spumaria*), którego żółtawa larwa otacza się pienistą wydzieliną wyglądającą jak ślina. W Europie południowej żyją piewiki (*Cicadidae*), których samce wydają bardzo donośne cierkania. Pewne z nich, nakłuwając drzewa, powodują wyciekanie soku, który tężeje na powietrzu jako rodzaj manny, n. p. mannik (*Cicada orni*).

3. **Mszycowate** (*Aphididae*), drobne owadki o czterech lub dwóch skrzydłach błoniastych albo też bezskrzydłe; pasożytują na roślinach; często bardzo szkodliwe. Tu należy mszyca (*Aphis*, *Chermes*); w ciągu lata spotykamy same tylko samice żyworodne, dopiero pod jesień pojawiają się samce i samice, pierwsze zwykle skrzydlate, a ostatnie pospolicie bezskrzydłe. Słynnym szkodnikiem winnic jest filoxera (*Phylloxera vastatrix*).

Pożyteczne są: koszelina (*Coccus cacti*) żyjąca na kaktusach, dostarcza barwika karminu, lakowiec (*C. lacca*) nakłuw drzewa figowe, powodując wyciek soku tężejącego jako szellak. Niedgdyś w Polsce hodowano czerwca (*C. polonica*), z którego wyrabiano czerwoną farbę.

Rząd 7. MUCHÓWKI czyli DWUSKRZYDŁE (Diptera).

Części paszczowe zamienione na smoczek niestawowaty, służący do nakłuwania i ssania. Smoczek ten jest utworzony z wargi górnej i dolnej wydłużonych w rynienkę, wewnątrz których ukryte są żuwaczki i szczęki przekształcone w klujące szczeciny. Skrzydeł jedna para; druga para przekształcona jest w t. zw. przezmianki, t. j. łodyżki opatrzone na wierzchołku główkowatymi zgrubieniami. Niekiedy całkiem brak skrzydeł. Na końcu odnóży pomiędzy pazurkami znajduje się na stronie spodniej para nabrzmień przyssawkowych wydzielających lepłą ciecz, dzięki której muchówki mogą chodzić po pionowych ścianach (n. p. po szybach okien) lub grzbiecie na dół. Przeobrażenia zupełne, gąsienice są beznogie, robakowate (t. zw. czerwie).

Tu należą:

Muchówki długorogie (*Nematocera*) o rożkach długich, n. p. komar kłujący (*Culex pipiens*), którego samica wysysa krew u ludzi i zwierząt; jaja rozwijają się w wodzie, gąsienice są wydłużone, oszczecione, z cewką tchawkową na końcu ciała, poczwarki o grubej, krępej przedniej części ciała, z dwiema cewkami tchawkowymi na głowie; jedne i drugie żyją w wodzie; komar widliszek (*Anopheles*), jest przenosicielem zarazki malarii. W okolicach podzwrotnikowych słynne są liczne gatunki moskitów dokuczające ludziom i zwierzętom. Komarnica (*Tipula*) podobna do komara, lecz znacznie większa, o bardzo długich nogach, nie kłuje wcale.

Muchówki krótkorogie (*Brachycera*) o rożkach krótkich. Tu należą baki (*Tabanus*) i ślepaki (*Chrysops*), wysysające krew różnych zwierząt domowych i człowieka, giez, zwłaszcza giez koński (*Gastrophilus equi*), składa jaja na skórze konia, wyłęgające się czerwie drażnią skórę, a koń zlizuje ranę, przez co czerwie dostają się do żołądka, gdzie długi czas żyją uczepione do ścianki jego, poczem wydalone wraz z kałem na zewnątrz zamieniają się w ziemi na poczwarki. Mucha domowa (*Musca domestica*), bolimuszka (*Stomoxys calcitrans*) wysysa krew z koni, bydła i człowieka, przenosząc często zarazki pewnych chorób, n. p. węglikę ze zwierząt chorych na zdrowe; mucha plujka (*Musca vomitoria*) i ścierwnica (*Sarcophaga carnaria*) znoszą jaja na rozkładające się mięso, na trupy i w rany otwarte; czerwie są białe, robakowate, jak u innych muchówek.

Z muchówkami są nieco spokrewnione **pchły** (*Siphonaptera*), n. p. pchła ludzka (*Pulex irritans*), tunga (*Sarcopsylla penetrans*) okolic podzwrotnikowych, której samica wchodzi pod skórę nóg człowieka lub zwierząt, gdzie jej odwłok znacznie nabrzmiwia, powodując bolesny wrzód.

Rząd 8. MOTYLE czyli ŁUSKOSKRZYDŁE (Lepidoptera).

Dwie pary wielkich skrzydeł pokrytych delikatnymi, częstokroć różnobarwnymi łuseczkami, które przy schwytaniu motyla pozostają nam na palcach jako pyłek. Rożki zawsze długie, wieloczłonkowe, żuwaczki szczytkowe, szczęki zaś pierwszej pary bardzo wydłużone i rynienkowato wgłębione, przyczem obie rynienki, przylegając swymi brzegami, tworzą trąbkę cewkowatą, która służy do wysysania płynnego pokarmu z kwiatów. W stanie nieczynnym trąbka jest zwinęta sprężynkowato. Z szczęk drugiej pary czyli wargi dolnej zachowują się tylko głaszczki, niekiedy dosyć duże. Motyle podlegają przeobrażeniom zupełnym. Larwy zwane gąsienicami lub liszkami mają części paszczowe służące do żucia, trzy pierwsze pierścienie tułowia opatrzone krótkimi, członkowanymi nogami, a nadto krótkie nieczłonkowane odnóża znajdują się też na niektórych pierścieniach odwłokowych w liczbie dwóch do pięciu par. Gąsienica przekształca się w nieruchomą poczwarkę, na której ciełe przebijają z pod chityny rożki, odnóża i skrzydła przyszłego motyla. Gąsienice niektórych gatunków, objadając liście, są wielkimi szkodnikami, natomiast bardzo są pożyteczne gąsienice jedwabników, wytwarzające oprzęd

czyli kokon, który otacza poczwarkę. Kokony te służą do wyrobu jedwabiu. Liczne motyle przyczyniają się także do przenoszenia pyłku z jednych kwiatów na drugie.

Motyle dzienne. Latają w dzień, poczwarki mają bez oprzędu, zawieszono wolno na różnych przedmiotach (n. p. na parkanach); ubarwienie często nader świetne.

Do krajowych należą n. p. paź królowej (*Papilio machaon*), rusałka admirał (*Vanessa atalanta*), żałobnik (*Vanessa anthiopa*), pokrzywnik (*V. urticae*), pawik dzienny (*V. Jo.*), żeglarek (*Papilio podalirius*), kapustnik (*Pieris brassicae*), perłowiec (*Argynnis aglaja*) i liczne inne. Niektóre z rusałek naszych, n. p. kratnik (*Vanessa levana*), występują w ciągu lata w dwóch rozmaiście ubarwionych pokoleniach, w wiosennem i jesiennem; pierwsze pochodzi z poczwarek, które przezimowały, drugie zaś z letnich. Doświadczenia wykazały, że z poczwarek pokolenia wiosennego, hodowanych sztucznie w wyższej temperaturze, rozwija się wiele osobników podobnych z ubarwienia do postaci jesiennej, podczas gdy poczwarki pokolenia jesiennego, hodowane w chłodnej temperaturze, dają zawsze pewną ilość motyli o ubarwieniu wiosennem. Z doświadczeń tych wynika, że warunki otaczającej ciepłoty wywierają wpływ niemały na ubarwienie motyli.

Zmierzchnikowce o skrzydłach długich, gąsienice zwykle z rogiem na końcu; latają o zmierzchu lub w nocy, lot mają szybki; piją nektar z kwiatów, zawisają na skrzydłach w powietrzu. Tu należą n. p. trupiagłówka (*Acherontia atropos*), zawisak (*Sphinx pinastri*), zmrocznik półpawik (*Smerinthus ocellatus*) i liczne inne.

Przędkówki, o odwłoku grubym, skrzydłach szerokich; gąsienice najczęściej kosmate, które, przechodząc w poczwarkę, otaczają się oprzędem. Tu należą n. p. prządka pierścienica (*Bombyx neustria*), białka (*Liparis*), barczatka (*Gastropacha*) i liczne inne, wśród których wiele jest szkodników. Z pożytecznych najważniejsze są: jedwabnik morwowy (*Bombyx mori*), jedwabnik japoński (*Attacus Yama-Mai*) i inne dostarczające jedwabiu.

Nocniówki o ciele grubym, ubarwieniu szarem, latają nocą, n. p. sówka (*Hadena basilinea*), błyszczka (*Plusia gamma*), wstęgniaki (*Catocala*) o przednich skrzydłach szarych, tylnych zaś z pięknymi smugami czerwonymi lub niebieskimi.

Miernikowce, tak nazwane dlatego, że ich gąsienice, chodząc, przysuwają tył ciała do głowy, zginając się łukowato ku górze, poczem wyprostowują się, mierzając jakby swem ciałem przebytą drogę. N. p. agrestowiec (*Abraxas grossularia*); tu też należy charakterystyczny motylek *Hexaptera*, posiadający oprócz dwóch zwykłych jeszcze trzecie dotatkowe skrzydełko z każdej strony ciała.

Zwójkówki są to drobne motylki, których gąsienice zwijają oprzędem liść w tutkę, gdzie się przepoczwarczają. N. p. owocówka jabłeczna (*Carpocapsa pomonella*), zwójka (*Tortrix*) i inne.

Moliki są również drobnymi motylkami o wazkich skrzydełkach; niektóre z nich to wielkie szkodniki, n. p. mól kozusznik (*Tinea pelionella*), mól sukiennik (*Tinea sarcinella*) i inne, których gąsienice żywią się futrem, tkaninami wełnianymi i t. d., robiąc sobie pochewkę z tych materyi, oraz mól ziarnik (*Tinea granella*), którego gąsienica żywi się ziarnem zbożowym.

Ostatnie dwie grupy motyli, z powodu drobnych rozmiarów ciała, zwane są motylkami (*Microlepidoptera*) w przeciwstawieniu do właściwych motyli (*Macrolepidoptera*).

Rząd 9. SKOCZOGONY czyli OWADY BEZSKRZYDŁE (Thysanura).

Szczęki szczątkowe, skrzydeł brak, ciało owłosione lub pokryte łuseczkami, w tyle ciała szczecinki skoczne. Przeobrażeniom nie podlegają; przeważnie drobne.

N. p. rybnik cukrowy (*Lepisma saccharina*), barwy srebrzystej, wydłużony, częsty w mieszkaniach. Na wodach skaczą często skoczogonki wodne (*Podura aquatica*).

Gromada II. WIJE (Myriopoda).

Ciało długie, złożone z głowy i z długiego szeregu jednakowych odcinków (pierścieni), z których każdy jest opatrzony parą lub dwiema parami nóg członkowanych. Na głowie para rożków, paszcza uzbrojona szczękami do żucia. Oddychają, jak owady, tchawkami; wewnętrzna ich budowa jest wogóle bardzo zbliżona do organizacyi owadów. Zwierzęta lądowe, przebywają pod korą drzew, w mchu, pod kamieniami. Odróżniamy dwa rzędy:



Ryc. 149. a — Wij skulica (*Glomeris marginata*), b — części paszczo-
we wijy krocionoga (*Julus terrestris*).



Ryc. 150. Wij drewniak (*Lithobius forficatus*).

Rząd 1. PARECZNIKI (Chilopoda).

Na każdym pierścieniu po jednej parze nóg, paszcza uzbrojona parą żuwaczek, dwiema parami szczęk, a pierwsza para nóg pozagłowych przekształcona w zakrzywione szczękonoże zawierające u nasady gruczoł jadowy, którego przewód otwiera się na szczycie szczękonoża. Szybko biegają.

Z krajowych zasługują na uwagę drewniak (*Lithobius forficatus*), zieminka świecąca (*Geophilus electricus*); w Europie południowej żyje wielka, do 9 cm długa skolopendra (*Scolopendra morsitans*).

Rząd 2. DWUPARCE (Diplopoda).

Na każdym pierścieniu, wyjąwszy kilka przednich, po dwie pary nóg; części paszczowe więcej zmienione, aniżeli u pareczników; za dotknięciem stulają się.

Z naszych zasługują na uwagę: krocionóg (*Julus terrestris*) i skulica (*Glomeris marginata*).

Gromada III. PAJĘCZAKI (Arachnoidea).

Głowa i tułów zrosnięte w jedną całość, zw. głowotułowiem, poza którem następuje odwłok. Brak rożków i skrzydeł, otwór paszczowy uzbrojony w dwie pary szczękowatych przysadek zwanych szczękorożkami i szczękonóżkami. Pierwsza para czyli szczękorożki składają się z podstawowego członka i ruchomego szponu, niekiedy mają postać kleszczyków; u wielu pajaków na szczycie szponu otwiera się przewód gruczołu jadowego. Pajęczaki oddychają tchawkami lub też płucotchawkami, które są tylko pewną modyfikacyą tchawek. Niektóre posiadają na końcu odwłoka gruczoły przednie wydzielające ciecz, która na powietrzu tężeje jako nitka pajęczyny. Liczne z pajęczaków są drapieżne, niektóre są pasożytnicze i te mają budowę znacznie uproszczoną.

Ważniejsze rzędy są następujące:

Rząd 1. NIEDŹWIADKOWATE (Scorpionina).

Tu należy niedźwiadek (*Scorpio europaeus*) pospolity w Europie południowej oraz skorpion afrykański (*Buthus afer*). Szczękorożki kleszczowate, głaszczki szczękonózek również kleszczykowate; członkowany odwłok składa się z oddziału przedniego, szerszego (przedodwłok) i tylnego, znacznie węższego (zaodwłok), którego ostatni człon zakończony jest haczykowatym kolcem; na szczycie tegoż uchodzi przewód gruczołu jadowego. Niedźwiadki ukrywają się pod kamieniami, w rozpadlinach skał i murów; kolcem zadają swej zdobyczy bolesne rany.

Do niedźwiadkowatych pod pewnym względem są nieco zbliżone zaleszczotki (*Pseudoscorpionina*), do których należy zaleszczotek książkowy (*Chelifer cancroides*), drobny pajęczak napotykaný często w księgozbiorach, gdzie żywi się małymi owadami niszczącymi książki. Różni się od



Ryc. 151. Serce i naczynia krwionośne tarantuli. P — płuco. C — serce, Ao — aorta, O — oczy.

niedźwiadków tem, że odwłok ich nie dzieli się na przed- i zaodwłok, lecz jest jednolity, oraz tem, że brak im kolca jadowego; głaszczki szczególnoówek bardzo długie i zakończone kleszczami.

Rząd 2. PAJĄKI WŁAŚCIWE (Arachnina).

Do tych należą zwykłe nasze pająki, n. p. domowy lub krzyżak; posiadają odwłok jednolity czyli niepodzielony na pierścionie, zwężoną częścią połączony z głowotułowiem, szczękorożki z ruchomym szponem i przyrządem jadowym, a na końcu odwłoka dwie lub trzy pary brodawek przednich czyli kądziołek. Na wierzchołku każdej kądziółki znajdują się bardzo liczne rureczki, które wypływają wydzieliny wielu gruczołków przednich tężejące na powietrzu jako delikatne niteczki; z wszystkich tych niteczek pająk przedzie nić pajęczyny, do czego pomagają mu grzebykowate pazurki na nogach. Pajęczyna ma różną postać u rozmaitych gatunków. Pająki oddychają tchawkami oraz płucotchawkami, t. j. woreczkami skórnymi, których ścianka tworzy wewnątrz liczne sfałdowania listeczkowate, jakby kartki książki; płucotchawki uchodzą na zewnątrz

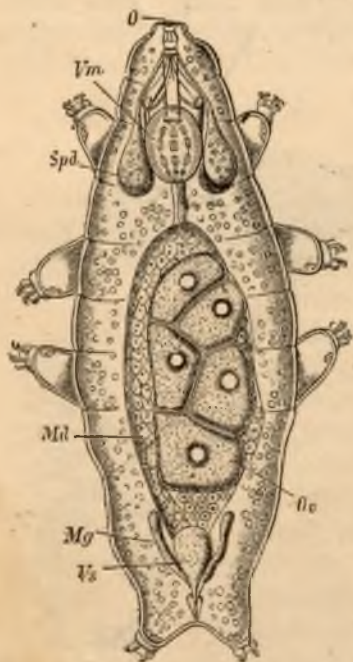
na odwłoku w liczbie jednej lub dwóch par. Serce wydłużone znajduje się na stronie grzbietowej; szereg zwojów nerwowych leży na stronie brzusznej, z wyjątkiem zwoju mózgowego leżącego nad przełykiem, jak u owadów. W związku z jelitem znajdują się w tyle naczynka Malpighiego (narządy wydzielania), jak owadów i innych tchawkodysznych.

Do pajaków należą n. p. wielki ptasznik (*Mygale avicularia*) południowo-amerykański, zdunek (*Nemesia caementaria*), pająk domowy (*Tegenaria domestica*), wodny pająk topik (*Argyroneta aquatica*), pias (*Sallicus*), pogonisz (*Lycosa*), tarantula; niektóre z naszych pajęczków snują w młodym wieku w jesieni cieniutką pajęczynę, która wiatrem unoszona tworzy t. zw. „babie lato“.

Z pajakami właściwymi spokrewnione są **kosarze**, n. p. pospolity u nas kosarz ścienny (*Phalangium opilio*), o bardzo cienkich, długich, nitkowatych, łatwo odpadających nogach.

Rząd 3. ROZTOCZE (Acarina).

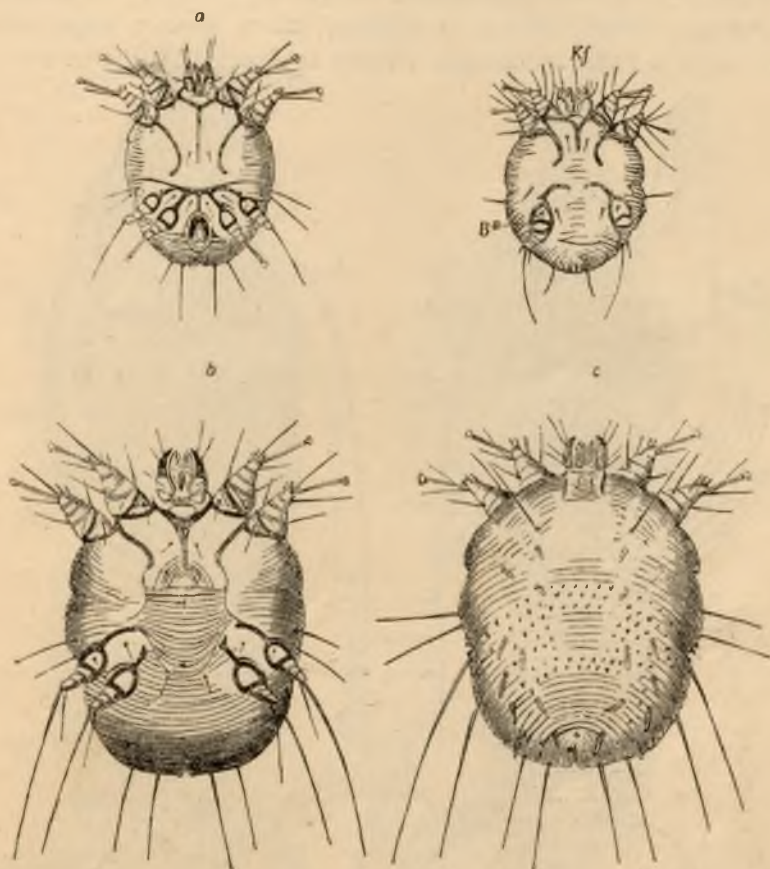
Drobne pajęczaki o odwłoku niestawowatym, połączonym w jedną



Ryc. 152. **Niesporczak** *Macrobiotus* Schultzei. O — usta, Vm — połyk, Md — żołądek, Spd — ślinianki, Ov — jajnik, Mg — cewki Malpighiego, Vs — gruczoł dotkowy. (Pow.).

całość z głowotułowiem; części paszczowe służą do kłanian lub ssania.

Niektóre żyją wolno, n. p. piękny, ponsowy, jakby aksamitny pajęczek lądowy lądzień (*Trombidium*) lub pięknie czerwona wodna wodpójka (*Hydrachna cruenta*); inne są pasożytami, n. p. świerzbowiec (*Scarcoptes scabiei*),



Ryc. 153. Świerzbowiec (*Scarcoptes scabiei*). a — samiec od spodu, b — samica od spodu, c — samica z góry, d — larwa; Kf — szczękorożki, B''' — trzecia para nóg. (Pow.).

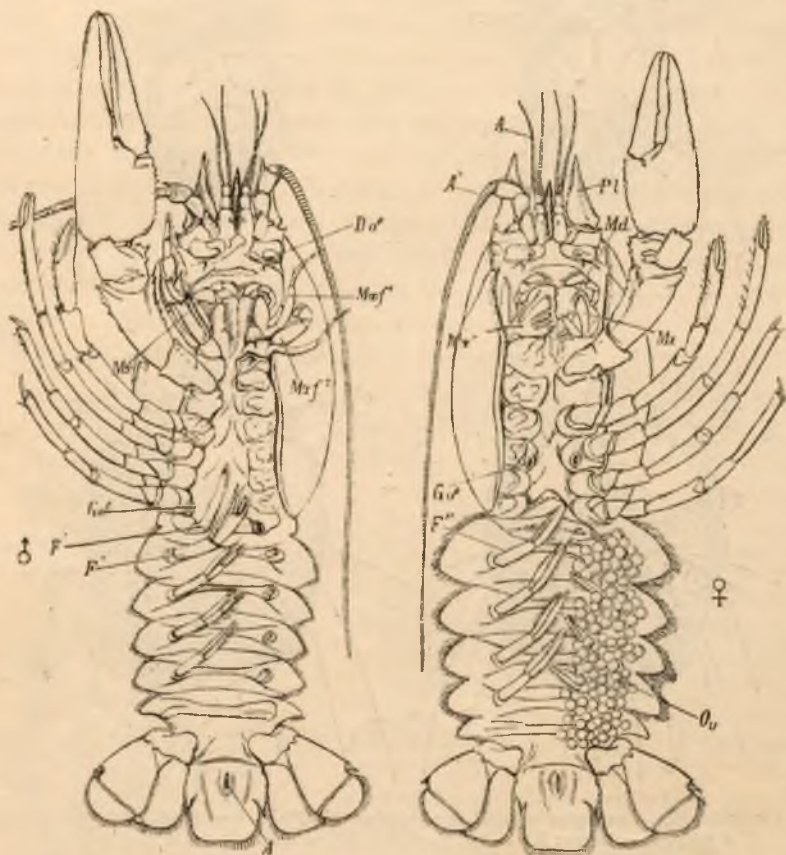
który ryje sobie chodniki w skórze ludzkiej, powodując świerzb, świerzbowiec koci (*S. cati*), płaszyniec (*Dermanyssus avium*), pasożytujący na ptakach; na chrząszczach, n. p. na żuku krówce, spotkać można często liczne, drobne, żółtawe roztocze pasożytne zw. żukowcami (*Gammasus coleopterorum*); kleszcz psi (*Ixodes ricinus*) często napotyka się na psie. W starych serach żyje niekiedy roztocz serowiec (*Acarus siro*).

Z roztoczami spokrewnione są drobnutkie pajęczaki zwane niesporczakami (*Tardigrada*, ryc. 152.), które żyją n. p. w mchu wilgotnym; odznaczają się tem, że mogą niemal całkiem wyschnąć, a znalazłszy się znów w wilgoci, powracają do pełni życia; poruszają się bardzo powoli (stąd nazwa).

B) Stawonogi skrzelodyszne (Branchiata).

Gromada IV. SRORUPIAKI (Crustacea).

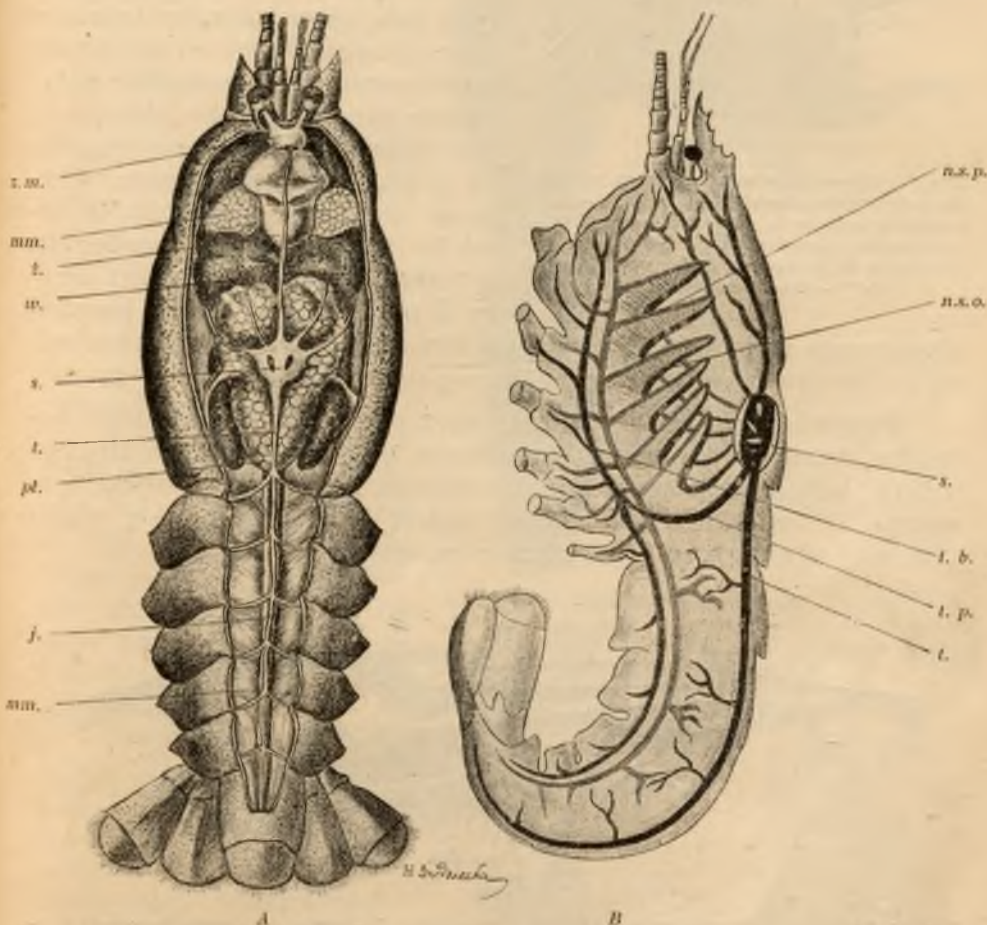
Skorupiaki, których najbardziej znanym przedstawicielem jest rak rzeczny (*Astacus fluviatilis*), obejmują bardzo wiele różnorodnych postaci. Skóra obfituje w chitynę, która tworzy często twardy pancerz, n. p. u raka rzecznego. Głowa zrosnięta z tułowiem w głó-



Ryc. 151. Samiec (♂) i samica (♀) raka rzecznego, widziane od spodu. U samca usunięte są nogi chodowe i odwłokowe strony lewej, u samicy oprócz nóg strony prawej także szczękonoża obu stron. A' — przednie. A'' — tylne czułki (rożki). Pl — łuska tychże. Md — żuwaczka. Mr¹, Mr² — szczęki pierwszej i drugiej pary. Mr³ — szczękonoża pierwszej do trzeciej pary, Goe — otwór płciowy, Doe — ujście nerki czyli gruczołu zielonego, F¹, F² — pierwsze i drugie odnóże odwłokowe, Ov — jaja, A — odbyt.

wotułowiu lub tułogłowie (*cephalothorax*), za którym następuje członkowany zwykle odwłok (*abdomen*). Na głowie dwie pary rożków, para oczu, a dokoła ust para żuwaczek, dwie pary szczęk oraz często kilka przednich par odnóży tułowiowych zamienionych w rodzaj

szczęk, a zwanych szczękonożami. Na tułowiu nogi tułowiowe, na odwłoku odwłokowe. Oddychają zapomocą skrzeli, t. j. zewnętrznych wyrostków skórnych, znajdujących się najczęściej w związku z nasadą odnoży. Dla bliższego poznania organizacyi skorupiaków przypatrzmy się budowie raka rzecznoego.



Ryc. 155. **Anatomia raka rzecznoego.** A — rak z góry widziany po usunięciu grzbietowej części pancerza: z. m. — zwój mózgowy, m. m. — mięśnie, ż. — żołądek, w. — wątroba, s. — serce, t. — tętnica wybiegająca z serca ku odwłokowi, pt. — narząd płciowy, j. — jelito, mm. — mięśnie. B — schemat organów krążenia krwi: s. — serce, t. — tętnica odwłokowa, t. p. — tętnica biegnąca w poprzek na stronę brzuszną, t. b. — tętnica brzuszna (obok niej jaśniejsza — żyła brzuszna), n. s. p. — naczynia skrzelowe, przywodzące krew do skrzeli, n. s. o. — naczynia skrzelowe, odwodzące krew utlenioną ze skrzeli ku sercu.

Głowa wraz z tułowiem zrosnięte są w wielkie tułogłowie opatrzone twardym pancerzem okrywającym go od strony grzbietowej i z boków.

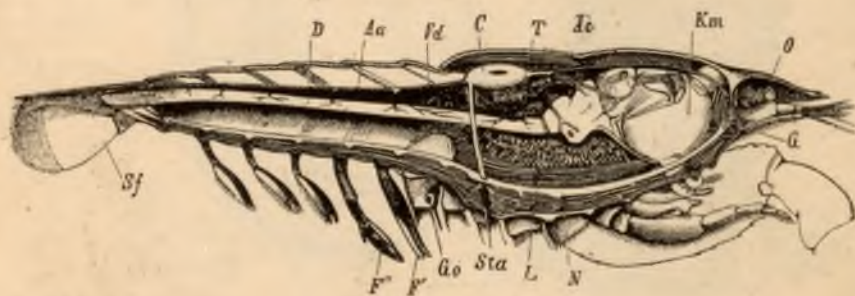
Odwłok składa się z 7 wyraźnie odgraniczonych pierścieni. Na głowie dwie pary rożków — zewnętrzne większe i wewnętrzne mniejsze, otwór ust uzbrojony w parę żuwaczek, dwie pary szczęk, trzy pary szczękonoży. Na tułowie 5 par nóg krocznych, z których trzy pierwsze zakończone są kleszczykami. Pierwsza para nóg tułowiowych posiada wielkie nożycowate kleszcze. U podstawy nóg tułowiowych znajdują się skrzela piórkowate przysłonięte bocznymi częściami pancerza. Na odwłoku drobne nogi dwudzielne, u samca w liczbie 6 par, u samicy 5 par; nogi ostatniej pary są



Ryc. 156. Głowotułów raka rzecznoego po odjęciu pokrywy skrzelowej. K — skrzela, R — dzióbowa przedłużenie głowy, O — oczy, Mp — płytkowata przysadka szczęk 2-ej pary (która poruszając się, pędzi wodę do jamy skrzelowej), Mxf'' — trzecie szczękonoże.

płytkowato rozszerzone i wraz z płytkowatym, ostatnim członem odwłoka tworzą wachlarzowatą płytkę ogonową.

Przewód pokarmowy składa się z przełyku, obszernego żołądka opatrzonego wewnątrz ząbkami chitynowymi oraz długiego jelita uchodzącego na zewnątrz odbytem, pod spodem płytki ogonowej. W związku z początkową częścią jelita znajduje się wielki gruczoł wątrobowy o budowie parzystej.



Ryc. 157. Przecięcie podłużne przez ciało raka rzecznoego. C — serce, Ac — aorta głowowa, Ao — aorta odwłokowa, u której początku wybiega tętnica mostkowa (Sta), Km — żołądek żwacz, D — jelito, L — wątroba, T — jądra, Vd — nasieniowód, Go — otwór płciowy, F', F'' — dwie pierwsze pary nóg odwłokowych, G — mózg, N — łańcuch brzuszny nerwowy, O — oko, Sf — boczna część wachlarza ogonowego.

Serce na stronie grzbietowej, na środku, pod pancerzem głowotułowiowym; jest ono woreczkowate, a tętnice wybiegające zeń ku przodowi i tyłowi roznoszą krew po ciele. Krew krąży w jamie ciała, przenika do skrzeli, stąd po utlenieniu powraca żyłami do

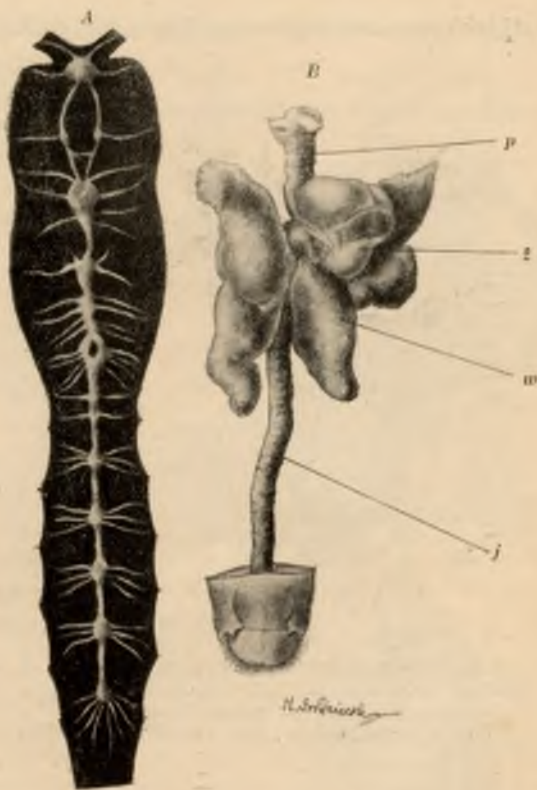
szczególnej zatoki okołosierdnej i przez otworki w ścianie serca przenika znów do jego wnętrza.

Układ nerwowy, jak u owadów, składa się z mózgu, obrączki okołoprzełykowej oraz z szeregu połączonych ze sobą zwojów brzusznych. Z narządów zmysłowych najsilniej rozwinięte są oczy, które są złożone i osadzone na słupkach ruchomych.

Narządy wydzielania stanowią parę t. zw. gruczołów zielonych (nerek) umieszczonych w głowie i na zewnątrz uchodzących.

Samica raka rzecznego nosi z sobą jaja przyklejone do nóg odwłokowych aż do wylęgu młodych, które podobne są do dorosłych, różniąc się od nich tylko drobnymi wymiarami; rak więc nie podlega przeobrażeniu.

Natomiast bardzo wiele innych skorupiaków podlega przeobrażeniu, przyczem najbardziej jest rozpowszechnioną postać młodociana czyli larwa zw. pływikiem (*nauplius*), opatrzona tylko 3 parami odnóży stanowiącymi zawiązki przyszłych dwóch par rożków i żuwaczek oraz oczkiem nieparzystym na przodzie. W miarę rozwoju larwa ta wy-

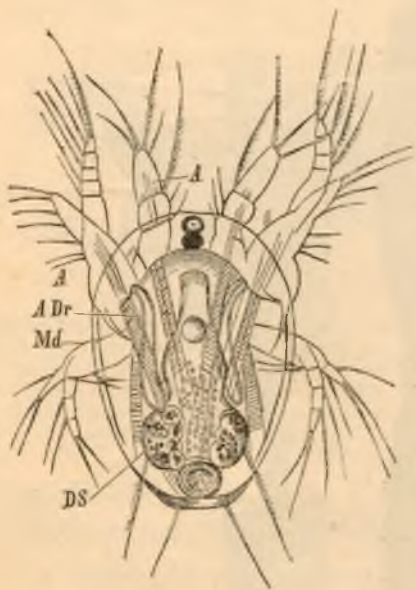


Ryc. 158. Organizacja raka rzecznego. A — układ nerwowy. B — przewód pokarmowy: p — przełyk, z — żołądek, w — wątroba, j — jelito (w tyle widać płytkę gonową telson, na której spodzie uchodzi na zewnątrz jelito odbytowe). (Oryg.).



Ryc. 159. Narządy płciowe raka rzecznego: a — samice, b — samce. Ov — jajnik, Od — jajowód, Va, Oe — ujścia płciowe. T — jądra, Vd — nasieniowód, F^{III}, F^V — trzecia i piąta noga tułowiowa.

dłuża się, a z kolei występują na niej dalsze pary odnóży. Niektóre wyższe skorupiaki lęgną się czasami w postaci larw o 7 parach odnóży, z kolcowatymi wyrostkami na głowie; jest to t. zw. żywik (zoëa).



Ryc. 160. Pływik (*Nauplius*) oczlika (*Cyclops albidus*). *A Dr* — gruczoł rożkowy, *A'*, *A''*, *Md* — zawiązki dwóch par rożków i żuwaczek, *DS* — wypukliny jelita. (Pow.).



Ryc. 161. Postać młodociana skorupiaków czyli larwa zwana żywikiem (*Zoëa*).

Skorupiaki zamieszkują morza i wody słodkie; niektóre, n. p. stonóg, są lądowe. Dzielą się one na dwie grupy, a mianowicie wyżej uorganizowane zw. pancerzowcami, i niższej budowy, zwane członowcami.

Do pancerzowców należą:

Rząd 1. SŁUPKOOKIE (Podophtalmata).

Oczy złożone, osadzone na słupkach ruchomych, jedne mają odwłok długi (długoodwłokowe), inne zaś krótki (krótkoodwłokowe).



Ryc. 162. Krab *Telphusa fluviatilis*.

Do pierwszych należą: rak rzeczny (*Asiatus*), homar (*Homarus*), ocieźnik czyli langusta (*Palinurus*), pustelnik (*Pagurus*) o miękkim odwłoku, który ukrywa w pustej muszli ślimaków morskich. Dalej drobne jadalne krewetki morskie (*Crangon*, *Palaemon*). Do krótkoodwłokowych należą kraby morskie, n. p. raczyniec (*Carcinus*), jeżokrab (*Maja squinado*), *Telphusa* i liczne inne o krótkim odwłoczku pod spód zagiętym i przytulonym do głowotułowia.

Większość należących tu skorupiaków nosi nazwę dziesięcionogów (*Decapoda*), z powodu posiadania pięciu par nóg krocnych na tułowiu.

Rząd 2. SIADŁOOKIE (Edriophthalmata).

Oczy złożone, siedne t. j. nicosadzone na słupkach; pierścienie tułowia nie objęte wspólną tarczą pancerza, jak u większości słupkooków; po większej części 7 par nóg chodowych (kroczy-nych).

Tu należą dwie grupy: *a) równonogi (Isopoda)*, n. p. stonóg (*Oniscus murarius*) lądowy, ośliczka słodkowodna (*Asellus aquaticus*), rybosz (*Cymoloha*) pasożytujący na ciele ryb morskich; oraz *b) obunogi (Amphipoda)*, n. p. słodkowodny kielż zdrojowy (*Gammarus pulex*), kielż studzienny (*Niphargus puteanus*) i bardzo liczne gatunki morskie.

Do członowców należą:

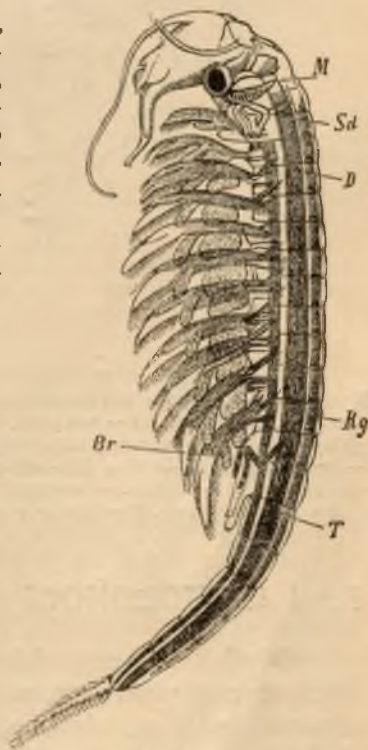
Rząd 3. LIŚCIONOGI (Phyllopoda).

Ciało krótkie lub wydłużone, najczęściej osłonięte dwuklappowym zdwojeniem skóry, cztery do dziesięciu par nóg listkowatych powycinanych w płatki; żyją przeważnie w wodach słodkich.

Tu należą: rozwielitka (*Daphnia*), o krótkim, przezroczystym ciele, z dwuklappowym zdwojeniem skóry, drobny skorupiak występujący nieraz gromadnie i służący za pokarm ry-
bom; z adychra (*Branchipus*) bez zdwojenia skóry, o ciele wydłużonym i przekopnica (*Apus cancriformis*), pokryta płaskim, tarczowatym

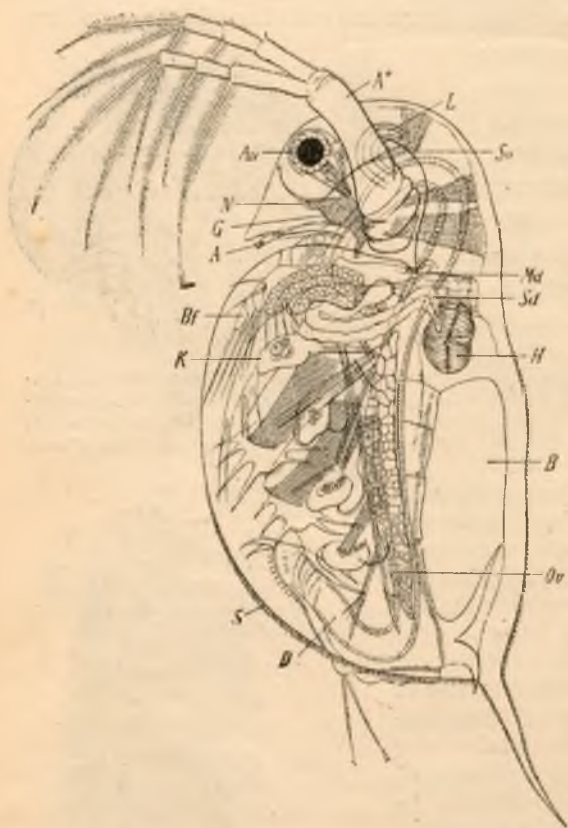


Ryc. 164. Kielż zdrojowy (*Gammarus pulex*) z jajami pod tułowiem. A, A' — rożki, Kf — szczękonoża, F¹, F² — siedmi par nóg tułowiowych, Sf — pierwsza noga pływająca odwłoka. (Pow.).



Ryc. 165. Samiec zadychry (*Branchipus pisciformis*). Rg — serce, D — jełito, M — żuwaczki, Sd — gruczoł skorupowy, Br — przysadki skrzelowe, T — jądro. (Pow.).

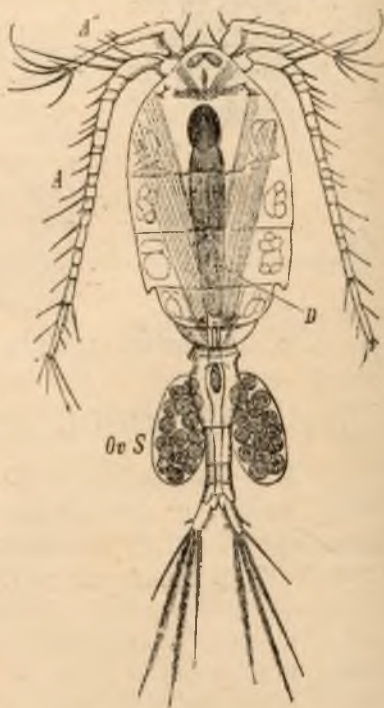
zdlwojeniem skóry od strony grzbietowej. Ostatnie z wymienionych postaci mają bardzo wiele nóg (do 40 par), często zamieszkują latem wysychające kałuże; złożone w mule jaja zimują i z wiosną się rozwijają.



Ryc. 166. Samica rozwielitki (*Daphnia*). A, A'' — pierwsza i druga para rożków, Md — żuwaczki, Bf — pierwsza noga tułowiowa, K — woreczki skrzelowe, S — skorupa, B — jama łęgowa, G — mózg, N — oko pływikowe, Au — oko złożone, D — jelito, L — woreczek wątrobowy, Sd — gruczoł skorupowy, H — serce, Ov — jajnik. (Pow.).



Ryc. 167. Przekopnica (*Apus caneriformis*).



Ryc. 168. Samica oczlika (*Cyclops fuscus*) od strony grzbietowej. A', A'' — rożki pierwszej i drugiej pary, D — jelito, Ov S — woreczki z jajami. (Pow.).

Rząd 4. WIDŁONOGI (Copepoda).

Odwłok bez nóg, ciało wydłużone, pięć par nóg pływanych, widłowato rozszczepionych; są drobne, w wodach słodkich bardzo pospolite.

Oczlik (*Cyclops*) o jednym oku, splewka (*Argulus foliaceus*) o ciele spłaszczone, pasożytuje na rybach naszych.

Rząd 5. WĄSONOGI (Cirrhipedia).

Ciało niewyraźnie członkowane, sześć par nóg dwudzielnych, wąsowatych, cienkich, spiralnie skręconych, fałd skóry osłaniający ciało z boków wytwarza skorupkę wapienną. W wieku dojrzałym są nieruchomo przytwierdzone głową do przedmiotów podmorskich lub są pasożytami o bardzo uwstecznionej budowie; w stanie młodocianym (larwy) wolno pływają jako pływiki (*nauplius*).

Tu należą: kaczenica (*Lepas anatifera*) i pąkla (*Balanus*).



Rząd 6. MAŁŻORACZKI (Ostracoda).

W wodach naszych bardzo pospolite, drobnutkie skorupiaki, osłonięte dwuklapkowym fałdem skóry nakształt skorupki, nóg najczęściej tylko trzy pary.

Grzypik (*Cypris*) owalnej postaci.

Ryc. 169. Organizacja kaczenicy (*Lepas*) po usunięciu z jednej strony pokryw ciała. A' — rożki pierwszej pary, Cd — gruczoł cementowy, L — przysadki wątrobowe przewodu pokarmowego, T — jądra, Vd — nasieniowód, P — prącie, Ov — jajnik, Od — jajowód, Cf — nogi wąsowate, Te, Sc, C — części skorupki, M — mięsień przywodzący.



Ryc. 170. a — *Skrzypłocz Limulus moluccanus* od strony grzbietowej; O — oczy, St — kołec ogonowy. b — *L. rotundicauda* od strony brzusznej; A — szczękonoża, B — nogi, K — skrzela, Op — pokrywka skrzelowa, Af — odbył.

Rząd 7. OSTROGONY (Xiphosura).

Obejmują jeden tylko rodzaj: skrzypłocz (*Limulus*), wielki skorupiak mórz podzwrotnikowych, o tarczowatym głowotułowiu i odwłoku zakończonym długim, ruchomym kołcem, z 6 parami szczękowatych nóg na głowotułowiu i 6 parami listkowatych szerokich nóg odwłokowych; pierwsza para nóg odwłokowych stanowi pokrywkę dla następnych par, czynnych jako skrzela.

W systemie sylurskim i dewońskim pospolite były zaginione już dziś trójliczki czyli trylobi-

ty o ciele wydłużonem, podzielonem na trzy części, o licznych bardzo odnóżach dwudzielnich. Są one najbliżej spokrewnione z zadychrą i przekopnicą.

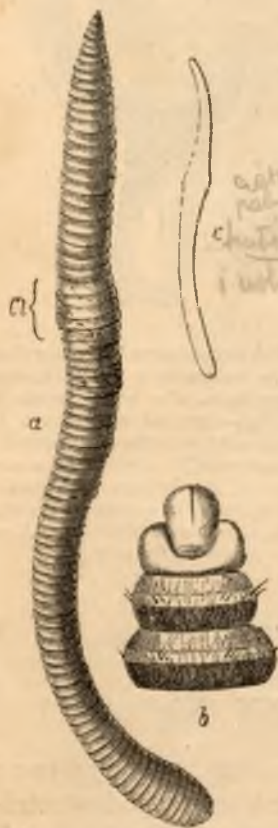
Typ V. PIERŚCIENICE (Annelides).

Pierścienice wraz z następnym typem t. zw. czerwiochowatymi (*Scolecida*) bywają często zaliczane do jednego wspólnego typu robaków (*Vermes*), lecz pierwsze, n. p. dżdżownica lub pijawka, są znacznie wyżej uorganizowane od czerwiochowatych, n. p. tasiemca lub innych pasożytnych robaków, dlatego też jest bardziej uzasadniony podział robaków na dwa samodzielne typy.

Pierścienice, których najbardziej znanym przedstawicielem jest dżdżownica (*Lumbricus*), mają ciało bardzo wyraźnie członkowane, dwuhocznie umiarowe, długie, robakowate, złożone z głowy uzbrojonej zwykle w czułki i twory szczełkowate oraz z długiego szeregu jednakowych pierścieni. Pierścienie ciała są opatrzone albo parami nieczłonkowanych nóżek oszczecionych (t. zw. *parapodia*) albo, jak u dżdżownicy, samemi tylko szczecinkami lub wreszcie pierścienie ciała są pozbawione i nóżek i szczecinek, jak u pijawki. Od stawonogów różnią się więc wybitnie tem, że nóżki ich, o ile istnieją, nigdy nie są członkowane. Skóra zrasta się z mięśniami ścianki ciała w jedną całość, t. zw. wór skórnomięśniowy. Na głowie znajduje się otwór ust wiodący do przewodu pokarmowego, który zwykle przebiega prosto i kończy się w tyle odbytem.

Układ nerwowy jest zbudowany jak u stawonogów, zwłaszcza zaś jak u wijów, a więc odróżniamy parzysty zwój mózgowy nad przełykiem, obrączkę nerwową otaczającą przełyk oraz długi szereg zwojów brzusznych, połączonych z sobą podłużnymi spoidłami nerwowymi: ze zwojów wybiegają parzyste nerwy.

Gdy przetniemy ściankę ciała dżdżownicy, pijawki lub innej jakiej pierścienicy, zauważymy, że środkowa jama ciała jest podzie-

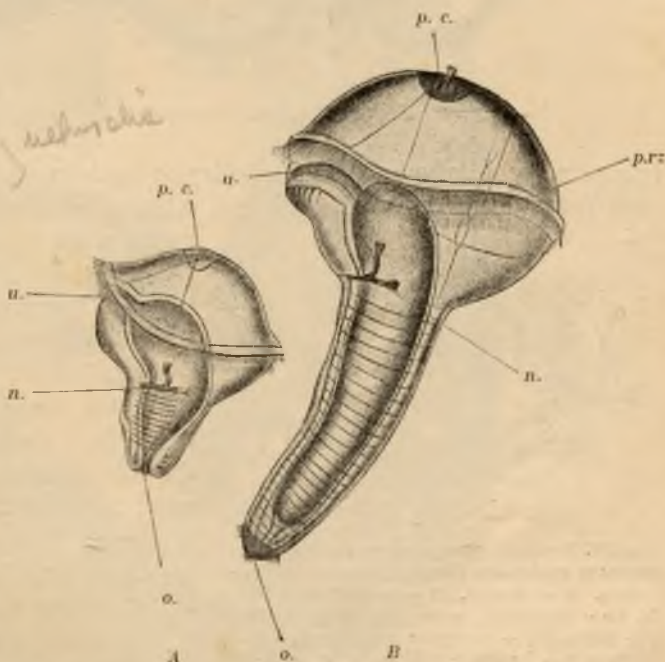


Ryc. 171. Dżdżownica (*Lumbricus rubellus*). a — w całości, b — przedni koniec ciała od strony brzusznej, c — pojedyncza szczecinka. (Pow.).

lona zapomocą szeregu poprzecznych przegród znajdujących się na granicy każdego dwóch sąsiednich pierścieni na osobne jakby komory. Przewód pokarmowy i brzuszny łańcuch nerwowy przebijają oczywiście wszystkie te przegrody, albowiem biegną wzdłuż całego ciała. Na każdą komorę przypada jeden zwój łańcucha nerwowego, a jelito tworzy też często w każdej komorze parę bocznych wypuklin. Nadto na każdą komorę jamy ciała przypada para skręconych cewek uchodzących na zewnątrz z boków ciała, a zakończonych od strony wewnętrznej czyli ku jamie ciała otwartem lejkowatym rozszerzeniem. Są to narządy wydzielnicze czyli nerki.

Układ krążenia krwi składa się z naczyń krwionośnego grzbietowego i brzuszego, a często też i z pni bocznych, zwykle połączonych z sobą kolistymi spoidłami w każdym pierścieniu ciała. U dżdżownicy widać przebijające przez skórę naczynia grzbietowe i brzuszne, ponieważ zawierają krew czerwoną. Dżdżownica, jak i inne pierścienice, jest obupłciowa, t. j. w każdym osobniku znajdują się samcze i samiczne narządy rozrodcze. W okresie dojrzałości pojawia się na ciele dżdżownicy zgrubienie obrączkowe czyli siodełko wytwarzające rodzaj kokonu, w którym zawarte są jaja składane następnie do ziemi. Dżdżownica i większość innych lądowych oraz słodkowodnych pierścienic rozwija się bez przeobrażeń, morskie zaś podlegają przeobrażeniom, a ich kopułkowata larwa, opatrzona przewodem pokarmowym oraz pierścieniem rzęs na powierzchni ciała, zowie się rzęsokrążkiem (*trochofora*).

Pierścienice dzielą się na kilka rzędów, z których najważniejsze są dwa następujące:



Ryc. 172. Larwa robaka *Polygordius*, zwana trochoforą. A — w młodszym wieku. B — w starszym: o. — otwór odbytowy, u. — otwór ust, p. c. — płytki ciemieniowa, p. rz. — pierścień rzęskowy, n. — nerka.

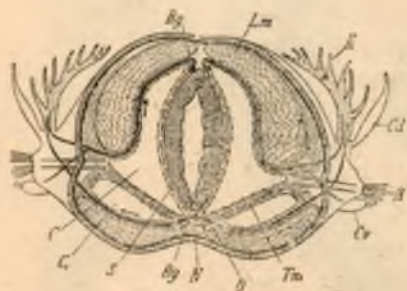
Rząd 1. SZCZECIONOGI (Chaetopoda).

Posiadają nieczłonkowane nóżki oszczecione, po jednej parze na każdym pierścieniu ciała, albo też same tylko szczecinki wprost na



Ryc. 173. *Arenicola marina* (piscatorum).

łoszczety (*Polychaeta*), do których należą bardzo liczne pierścienice morskie, opatrzone nóżkami, a na głowie często skrzelami, n. p.



Ryc. 174. Przekrój poprzeczny przez ciało wieloszczeta morskiego *Eunice*. *Lm* — mięśnie podłużne, *K* — skrzela, *R* — szczecinki nóżek, *Cd*, *Cv* — wąsowate szczecinki (cirri) tychże, *D* — jelito, *Bg* — naczynia grzbietowe, *Bg* — brzuszne, *S* — naczynie jelitowe, *C*, *C₁* — jama ciała *Tm* — mięśnie poprzeczne, *N* — łańcuch nerwowy brzuszny.

skórze osadzone. Opatrzone nóżkami są obficie oszczecione, beznózkowe zaś mają mało szczecinek; dlatego dzielimy je na wie-

lurówka (*Serpula*), nereida (*Nereis*), *Arenicola*, *Eunice* i inne, oraz skąposzczety (*Oligochaeta*) bez nówek, ze skąpo tylko rozwiniętymi szczecinkami, zwykle osadzonemi wzdłuż ciała w czterech rzędach, dwóch grzbietowych i dwóch brzusznych, n. p. dżdżownica (*Lumbricus*), pożyteczna w rolnictwie z powodu, że rozpuszcza grunt, rurkowiec (*Tubifex*), długi i cienki robaczek barwy czerwonej, żyjący gromadnie w mule wód słodkich oraz inne.

Rząd 2. PIJAWKI (Hirudinei).

Ciało mają spłaszczone, od strony grzbietowej nieco wypukłe, od brzusznej płaskie; z przodu otwór ust na dnie małej przyssawki, przyczem u pijawki lekarskiej i niektórych innych gatunków otwór ten jest uzbrojony trzema blaszkowatymi i ząbkionymi szczękami, które są trójpromienisto ustawione i dlatego ranka zadana przez pijawkę ma kształt trójpromienisty. W tyle ciała znajduje się druga, znacznie większa przyssawka, ponad którą mieści się otwór odbytowy. Przewód pokarmowy składa się z przełyku, jelita środkowego opatrzonego bocznymi, ślepiami wypuklinami oraz jelita odbytowego. Układ nerwowy, przegrody w jamie ciała oraz nerki w odciinkach ciała, jak u dżdżownicy.

Do pijawek należą: pijawka lekarska (*Hirudo medicinalis*), pijawka końska (*Aulostomum gulo*) i inne.

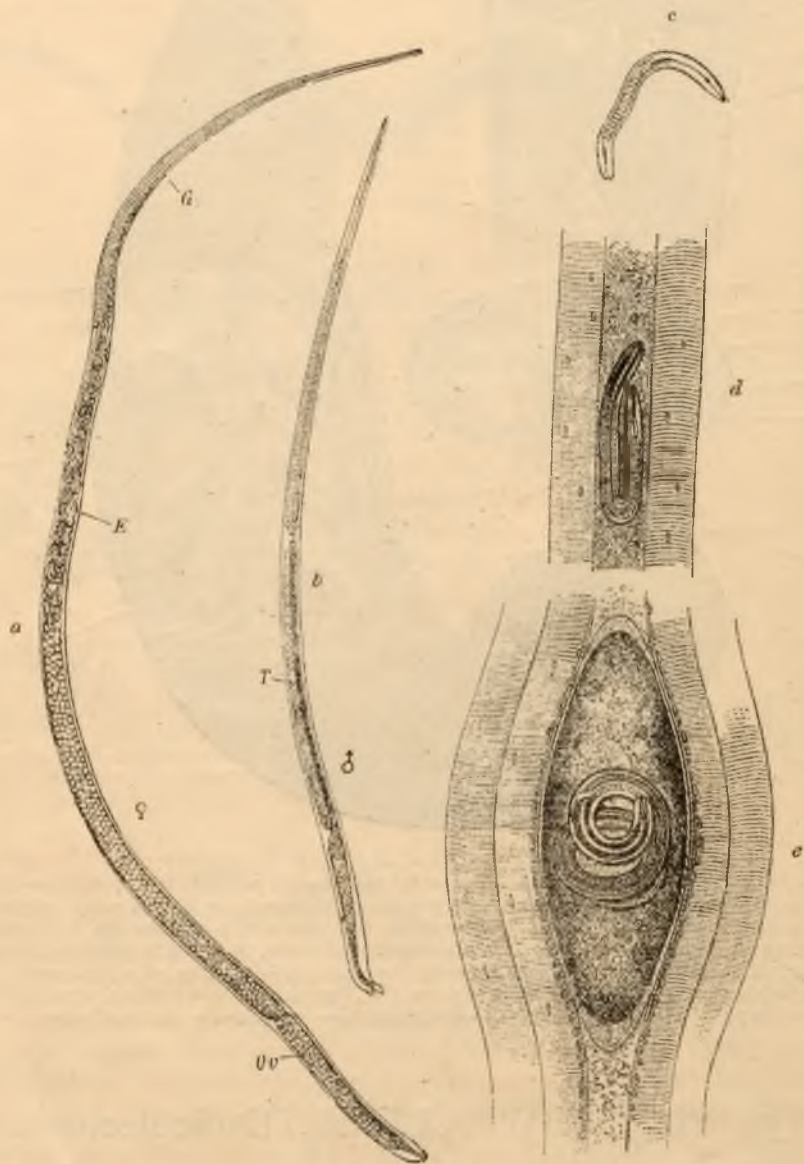


Ryc. 175. Anatomia pijawki lekarskiej. A — przedni koniec ciała od spodu (odpreparowane 3 szczęki sz., oraz otworzony przełyk p.). B — przecięcie poprzeczne (schemat), na którym widać mięśnie woru skórno-mięśniowego okrężne (m.) oraz podłużne (m'), przewód pokarmowy (p. k.), nerki i pęcherzyki moczowe (p. m.) oraz naczynia krwionośne: grzbietowe, boczne i brzuszne (n. k.), w którymto ostatniem zawarty jest łańcuch nerwowy brzuszny. C — pijawka od spodu, część ścianki ciała wykrojona, przez co widać narządy płciowe (pł.), łańcuch nerwowy (ł. n.), wypukliny przewodu pokarmowego (w. p. p.); n. — otwór ust, sz. — szczęki, o. — otwór odbytowy.

Typ VI. CZERWIOCHOWATE (Scolecida).

Zwierzęta o ciele po większej części dwubocznie umiarowem, robakowatym, wydłużonem, obłym lub płaskim, bez segmentacji, to znaczy nie złożonem z szeregu pierścieni (odeinków) oraz bez

wszelkich śladów odnoży. Mięśnie ciała wraz ze skórą tworzą w ór skórnomięśniowy. Przewód pokarmowy opatrzony otworem ustnym i odbytowym albo też tylko ustnym; u niektórych postaci pasożytnych przewód ten jest całkiem zanikły. Dzieli się na trzy najważniejsze gromady: obleńcowate, wrotki i płazińcowate.



Ryc. 176. **Włosień** (*Trichina spiralis*). *a* — samica, *Ov* — jajnik, *G* — otwór płciowy, *E* — zarodki; *b* — samiec, *T* — jądra; *c* — postać młodociana; *d* — taż postać we włóknie mięsnem. *e* — skręcona i otorbiona we włóknie mięsnem. (Pow.).

Gromada I. OBLEŃCOWATE (Nemathelminthes).

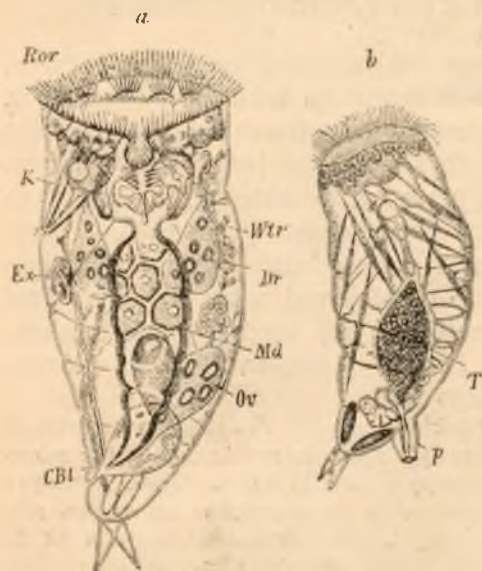
Tu należą liczne postaci po największej części pasożytne, a jako wybitny ich przedstawiciel służyć może włosień (*Trichina*). Ciało mają walcowate czyli obłe, zwykle zwężone na obu końcach, z przodu ciała otwór ust, w tyle odbył, przewód pokarmowy prosty. Rozpatrując przekrój poprzeczny przez ciało obleńca, widzimy, że mięśnie zrosnięte ze skórą tworzą dwie smugi grzbietowe i dwie brzuszne, z boków ciała jest przerwa międzymięśniowa, t. zw. linie boczne, a także przerwa na stronie grzbietowej i brzusznej na linii środkowej. W liniach bocznych mieszczą się narządy wydzielnicze, nerki, wzdłuż linii grzbietowej i brzusznej ciągną się dwa główne pnie nerwowe. Układu naczyniowego brak.

Tu należy: włosień spiralny (*Trichina spiralis*), drobnutki robaczek od 1—4 mm długości. Jeżeli n. p. człowiek spożyje niedostatecznie ugotowane mięso wieprzowe zarażone włosniami, t. j. zawierające zarodki ich otorbione wewnątrz włókien mięsnych, wówczas zarodki te uwalniają się w żołądku człowieka, gdy sok żołądkowy strawi otaczające je torebki. Uwolniony robaczek przenika do kiszek ludzkich i tu samica wydaje żywe młode, przyczem bardzo jest płodna, bo rodzi aż około 1500 osobników. Te młodociane postaci wnet rozpoczynają wędrówkę po ciele człowieka, przyczem w znacznej mierze roznosi je prąd krwi i limfy; gdy dochodzą do mięśni, sadowią się w nich, skręcają spiralnie i otorbiają, a torebki te wyglądają jak małe cytrynki. W stanie otorbionym (t. zw. trychina mięśniowa) mogą przetrwać niezmiennie przez wiele lat i dalej się tutaj nie rozwijają, aż dopóki znów przypadkowo dostaną się do żołądka jakiegoś ssaka (człowieka, świni, szczura, myszy), gdzie dojrzewają i rozmnażają się. Świnie najczęściej zarażają się trychinami, spożywając szczury, w których mięsie znajdują się otorbione włosienie. Człowiek znów zaraża się przez spożycie trychinowego mięsa wieprzowego, w którym zarodki nie zostały zabite przez dostateczne gotowanie. Choroba wywołana przez trychinę jest bardzo niebezpieczna; człowiek może się od niej zabezpieczyć, nie jadając surowej szynki z podejrzanego pochodzącej źródła (ryc. 176.).

Nitkowiec podskórny (*Filaria medinensis*), w okolicach podzwrotnikowych, przeszło 1½ m długi, cienki jak struna, pasożytuje pod skórą człowieka, wielkie sprawiając cierpienia. W kiskach człowieka pasożytuje wielka glista (*Ascaris lumbricoides*) oraz drobny owsik (*Oxyuris vermicularis*), pospolity zwłaszcza u dzieci.

Gromada II. WROTKI (Rotatoria).

Wrotki są to drobne zwierzątka wielkości mikroskopowej, pospolite w wodach słodkich, szybko się poruszające zapomocą wysuwalnego przyrządu wrotnego, który jest umieszczony z przodu dokoła ust i przedstawia szczególnie kurczliwe tarczki pokryte rzęsami. U niektórych wrotków można odróżnić przednią szerszą część ciała zawierającą trzewia oraz tylną, jakby odwłokową, węższą i obręczkowaną, zakończoną jednym lub dwoma kolcami. Przewód pokarmowy opatrzony otworem ustnym i odbytowym, n. p. *Rotifer*, *Hydatina*.



Ryc. 177. **Wrotek** (*Hydatina senta*). *a* — samica, *b* — samiec. *Ror* — narząd wrotny, *K* — żołądek i żwacz, *Dr* — gruczoł trzustkowy, *Md* — żołądek, *Ov* — jajnik, *Wir* — lejkwate ujście do jamy ciała narządów wydzielniczych (*Ex*), *CBl* — pęcherz kurczliwy, *T* — jądra. (Pow.).

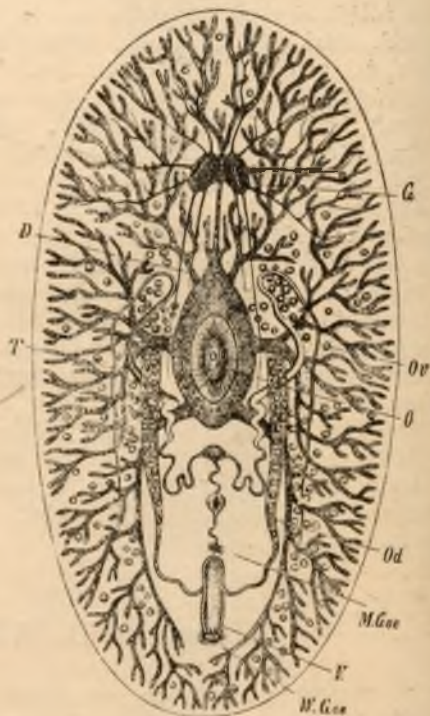
Tu należą trzy główne rzędy: wirki, smocznice i taśmowce.

Rząd 1. WIRKI (Turbellaria).

Na liściach naszych roślin wodnych lub na podwodnych kamieniach strumieni górskich można często spotkać delikatne, rozlewające się jakby, mlecznobiałe lub czarniawe zwierzątka wielkości kilkucentymetrowej. Są to wypławki (*Planariae*) należące do wirków. Ta ostatnia nazwa pochodzi stąd, że skóra ich pokryta jest delikatnymi falującymi rzęsamami, które powodują wir wody. Na stronie brzusznej otwór ust prowadzi do przełyku i rozgałęzionego zwykle jelita, odbytu brak, jama ciała wypełniona mięsowatą tkanką. W morzach żyją liczne, bardzo pięknie ubarwione gatunki wirków, n. p. *Leptoplana*.

Gromada III. PŁAZIŃCOWATE (Plathelminthes).

Robaki te mają ciało mocno spłaszczone, jednolite lub też złożone z szeregu t. zw. członów, tworzących jakby zbiór czyli kolonię osobników, od której mogą się odrywać. Niektóre żyją swobodnie w wodach, n. p. wirki, większość atoli prowadzi życie pasożytnicze, jak przywry, taśmowce (solitery). Przewód pokarmowy, o ile istnieje, posiada jedynie otwór ustny, często wszakże brak tego przewodu.

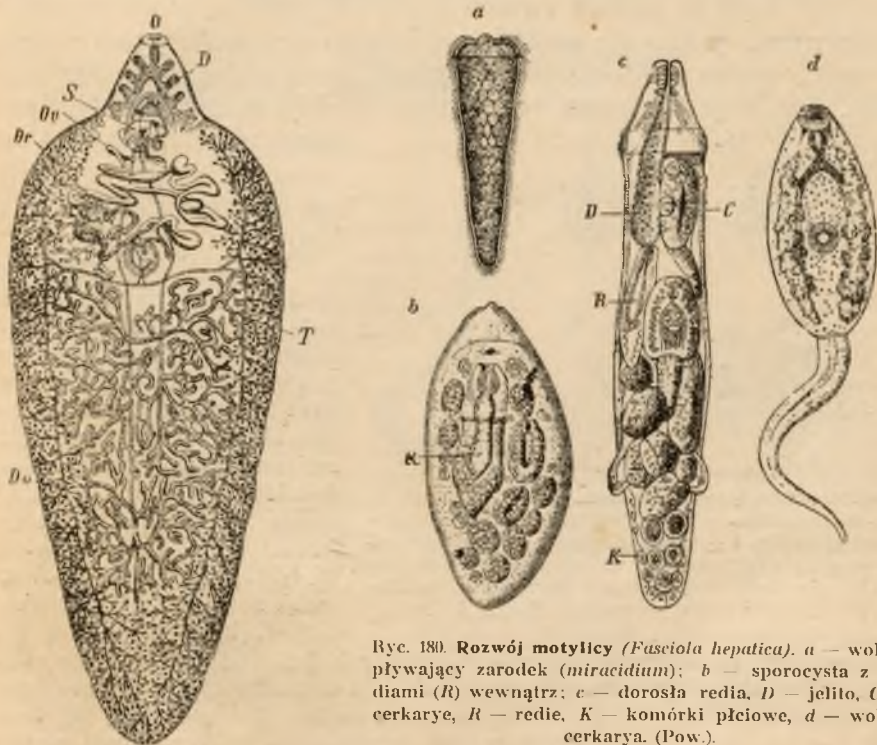


Ryc. 178. **Anatomia wirka** *Leptoplana pallida*. *G* — zwój mózgowy, *O* — usta, *D* — rozgałęzienia jelita, *Ov* — jajniki, *Od* — jajowód, *V* — pochwa, *W. Goe* — żeński otwór płciowy, *T* — nasieniowód, *M. Goe* — męski otwór płciowy (Pow.).

Rząd 2. SMO CZNICE (Trematodes).

Ciało płaskie, jednolite, opatrzone jednym, dwoma lub kilkoma smoczkami (przyssawkami). Prowadzą życie pasożytnicze.

Najważniejsza jest motyllica wątrobowa (*Distomum s. Fasciola hepatis*), robak płaski owalnego kształtu, opatrzony z przodu dwiema przyssawkami na stronie brzusznej; na dnie przedniej znajduje się otwór prowadzący do przełyku, za którym następuje jelito o dwóch rozgałęzionych odnogach; odbytu brak.



Ryc. 179. **Motyllica wątrobowa** (*Fasciola hepatica*). O — usta, D — jelito (początkowa część), S — ssawka brzuszna, T — jądro, Dv — gruczoły żółtkowe, Ov — jajowód, Br — gruczoł płciowy. (Pow.).

Ryc. 180. **Rozwój motyllicy** (*Fasciola hepatica*). a — wolno pływający zarodek (miracidium); b — sporocysta z rediami (R) wewnątrz; c — dorosła redia, D — jelito, C — cercarye, R — redie, K — komórki płciowe, d — wolna cercarya. (Pow.).

zarodki swobodnie pływające. Ażeby mogły dalej się rozwijać, muszą dostać się do ciała ślimaka wodnego z rodzaju błotniarki (*Limnaea truncatula*), gdzie przeksztalcają się w workowate twory, zw. sporocystami, w których lęgną się liczne drobniejsze zarodki, t. zw. redie, opatrzone już otworem ust i jeliem. Sporocysta zamiera, a młode redie opuszczają jej ciało i wytwarzają nowe pokolenia redii, aż wreszcie w końcu lata ostatnie ich pokolenie, opatrzone ruchomymi ogonkami (jak główce), a zwane cercaryami, opuszcza ciało ślimaka i zaczyna znów swobodnie pływać w wodzie. Wreszcie cercarye wylazą na rośliny wodne, tu się otorbiają, a gdy n. p. owce zjadają wraz z roślinami owe

Pasożyt ten żyje w przewodach żółciowych wątroby człowieka i niektórych zwierząt domowych, zwłaszcza owiec, powodując bardzo niebezpieczną chorobę. Z jaj motyllicy, które dostają się do wody, lęgną się drobnutkie orzeszone

otorbione zarodki, te ostatnie uwalniają się w ich żołądku i przekształcają w młode motylce, które wędrują do przewodów żółciowych, gdzie ostatecznie już dojrzewają.

Rząd 3. TAŚMOWCE (Cestodes).

Są to również pasożyty, a niektóre gatunki osiągają kilku metrów długości. Ponieważ przebywają w jelitach człowieka i różnych zwierząt czyli w jelitach swoich żywicieli, gdzie są otoczone sokami pożywными, przeto nie posiadają własnego przewodu pokarmowego, a części pożywne dostają się wprost przez skórę do mięs ich ciała. Nie mają też narządów krążenia i oddychania, posiadają natomiast układ nerwowy i rurkowate narządy wydzielnicze ciągnące się wzdłuż całego ciała.

W jelitach ludzkich najpospolitszy jest tasiemiec czyli soliter uzbrojony (*Taenia solium*) 2—3 m długi, wstęgowaty, złożony z licznych t. zw. członów. Na samym przodzie posiada małą kulistą główkę, gdzie umieszczone są 4 przyssawki oraz wieniec haczyków, którymi tasiemiec przymocowuje się do ścianki jelita swego żywiciela. W tyle poza główką powstają wciąż nowe człony, początkowo drobne, które stopniowo rosną

Ryc. 181. Stadya rozwoju tasiemca (a—c — *Taenia solium*, d — *T. saginata*). a — jaje, w którym widać zarodek otoczony skorupką, b — wolny zarodek t. zw. *Oncosphaera*, c — wąż z wypukłym na zewnątrz czerwiochem (*scolex*), d — wąż w przekroju z czerwiochem wpuklonym jeszcze do wnętrza. (Pow.).

i wypełniają się dziesiątkami tysięcy dojrzałych jaj. Najbardziej tylne człony, jako najwcześniejsze utworzone, są najdojrzalsze, a oderwawszy się od reszty ciała, wydostają się z kałem żywiciela swego na zewnątrz. Dalszy rozwój jaj zawar-

tych w tych członach jest tylko wówczas możliwy, gdy dostaną się przypadkowo do żołądka świni, która stanowi t. zw. pośredniego żywiciela, podczas gdy człowiek, jak powiadamy, jest ostatecznym żywicielem tasiemca uzbrojonego. W żołądku świni twarda skorupka jaja ulega strawieniu, a wylęgnięty drobny zarodek o sześciu haczykach wędruje po ciele świni przeważnie za pośrednictwem krwi, dostaje się do mięśni lub innych narządów i tu przekształca się w kulistą pęcherzyk zw. wągrem (*cysticercus*). Część ścianki pęcherzyka, wpuklona do wnętrza, otrzymuje przyssawki i haczyki, tworząc główkę przyszłego tasiemca. Jeżeli teraz człowiek spożyje niedostatecznie

ugotowaną wągrowatą wieprzowinę, wągry rozwiną się dalej w jego żołądku i jelitach, główka wypukli się na zewnątrz, reszta pęcherza ulegnie strawieniu.

Ryc. 182. Główka tasiemca uzbrojonego (*T. solium*). (Pow.).

Przyczepiwszy się przyssawkami i haczykami do ściany jelita ludzkiego, główka tworzy poza sobą jakby przez pączkowanie cały łańcuch członów tasiemca.



Ryc. 183. Tasiemiec nieuzbrojony (*Taenia saginata*).

W jelitach ludzkich żyje także tasiemiec nieuzbrojony (*Taenia saginata*), pozbawiony haczyków, którego żywicielem pośrednim jest bydło, zażarcie zatem człowieka może nastąpić wskutek spożycia wągrowatej wołowiny. Nadto w jelitach ludzkich przebywa brzozdłowiec szeroki (*Bothriocephalus latus*), którego żywicielem pośrednim są ryby łososiowate.

W jelitach psa przebywa drobny, tylko 3–6 mm długi tasiemiec psi (*Taenia echinococcus*), którego węgier zw. bąblowcem tworzy pęcherz z licznymi wpuklinami wtórnymi o wielu główkach, osiągając wielkości głowy dziecięcej. Gdy taki wielki bąblowiec pojawi się w płucach lub wątrobie człowieka albo bydła rогatego, wywołuje niebezpieczną chorobę. U psa żyje inny jeszcze tasiemiec (*Taenia coenurus*), którego węgier zw. kręcką mózgową przebywa w mózgu owiec, wywołując chorobę zw. kołowacizną.



Ryc. 184. Człony dojrzałe tasiemca gotowe do oderwania się. a — *Taenia solium*, b — *T. saginata*, c — przewód wydzielniczy. (Pow.).

Typ. VII. SZKARŁUPNIE (Echinodermata).

Zwierzęta należące do wszystkich wyżej rozpatrzonych typów odznaczają się, jak wiemy, dwuboczną symetrią ciała. Szkarłupnie natomiast, n. p. rozgwiazda lub jeżowiec morski, mają budowę promienistą, t. z. że można przez ich ciało poprowadzić nie jedną, lecz więcej (5–10) płaszczyzn dzielących je na dwie połowy równe i symetryczne. W ciele ich odróżniamy t. zw. promienie (*radii*) czyli części ułożone promienisto dokoła osi głównej łączącej otwór ustny (pośrodku brzusznej strony) z otworem odbytowym (pośrodku grzbietowej strony ciała). Każde dwa promienie oddzielone są od siebie

t. zw. międzypromieniami (*interradii*). Podczas gdy jedne narządy, n. p. główne pnie nerwowe, nóżkowate organy ruchu czyli t. zw. nogowia przypadają na owe promienie ciała, to niektóre inne narządy, n. p. rozrodcze, mieszczą się w kierunku międzypromieni. U narysowanej na ryc. 185. rozgwiazdy rozwinięte są głównie



Ryc. 185. Rozgwiazda *Echinaster sentus* od strony brzusznej. O — usta, Af — nogowia.

promienie, między nimi zaś są tylko zawarte części tarczy środkowej; u jeżowca natomiast promienie i międzypromienie są jednako dobrze rozwinięte.

Szkarłupnie posiadają skórę twarłą zawierającą części wapienne, często w postaci regularnie ułożonych tabliczek, jak n. p. u jeżowca, nadto skóra często także opatrzona jest licznymi ruchomymi kolcami.

Najbardziej charakterystycznymi narządami ciała szkarłupni są t. zw. nogowia (*ambulacra*) czyli kurecziwe nóżkowate twory ułożone dwoma szeregami w kierunku każdego promienia ciała i opatrzone na końcach banieczkowatymi przyssawkami. Otóż zwierzę, wyciągnąwszy silnie nogowia, chwyci się temi przyssawkami różnych przedmiotów podwodnych, a gdy następnie nogowia kurczą się, pociągają za sobą całe ciało. Rozciąganie nogowia odbywa się dzięki temu, że do wnętrza ich przenika woda morska ze szczególnych przewodów promienistych czyli kanałów wodnych, które łączą się pośrodku ciała z przewodem kolistym; do tego ostatniego zaś woda przenika zapomocą osobnego kanału, uchodzącego na zewnątrz otworem opatrzonym czemś w rodzaju sitka (płytką sitowa albo madreporowa).

Przewód pokarmowy szkarłupnia posiada otwór ustny i najczęściej także odbytowy. Układ nerwowy składa się ze środkowego

pierścienia, który otacza otwór ust, oraz z nerwów promienisto z pierścienia wybiegających. W rozwoju szkarłupnie ulegają zwykle złożonym przeobrażeniom.

Do nich należą następujące cztery gromady: rozgwiadzy, jeżowce, liliowce i strzykwy.

Gromada I. ROZGWIAZDY (Asteroidea).

Ciało najczęściej o pięciu (u niektórych gatunków dziesięciu) promieniach wybiegających z tarczy środkowej, której części leżące na pograniczu każdego dwóch sąsiednich promieni stanowią międzypromienie (ryc. 185.). Pośrodku brzusznej strony tarczy otwór ust, naprzeciwko zaś po stronie grzbietowej zwykle otwór odbytowy. Skóra twarda zawierająca brodawki i kolce. Na brzusznej stronie każdego promienia istnieje bróзда, na której dnie osadzone są nogowia z przysawkami. Wewnątrz promieni wapienne płytki szkieletowe ustawione jedna za drugą szeregiem i ruchomo z sobą połączone. Otwór ust prowadzi do przełyku i żołądka, z którego wybiegają rozgałęzione wypukliny do każdego promienia; ku górze z żołądka wybiega jelito. Wzdłuż brózd w każdym promieniu biegną: naczynie krwionośne, przewód wodny i pień nerwowy; naczynie wodne wybiega z kolistego przewodu wodnego, krwionośne z pierścienia krwionośnego, nerw zaś z obrączki nerwowej, która znajduje się w środkowej tarczy ciała. Na końcach promieni mieszczą się plamki wzrokowe.

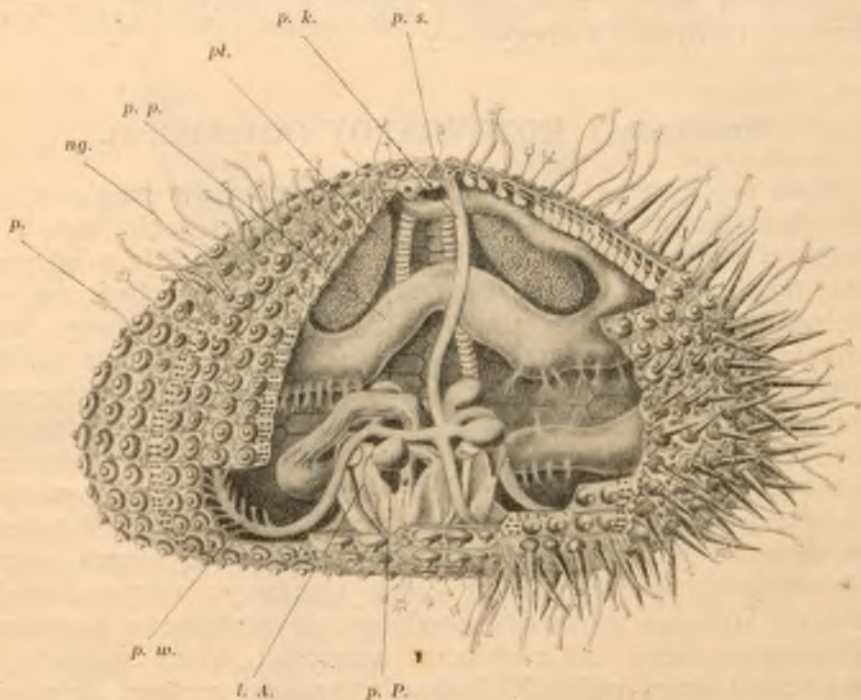
Rozgwiadzy są drapieżne, żywią się głównie ślimakami, często wysuwają daleko na zewnątrz swój przełyk, wynicowują go jakby i wprowadzają do wnętrza muszli mięczaka, ażeby pożreć jego ciało. Większość zamieszkuje płytkie miejsca w morzu, niektóre atoli żyją w wielkich głębiach.

Tu należy: rozgwiadza pomarańczowa (*Asterias rubens*), *Astropecten*, *Luidia* i inne. Z rozgwiadzami spokrewnione są t. zw. **wężowidła** (*Ophiuroidea*), n. p. wężowidło kručze (*Ophiotrich*), rozczochraniec (*Astrophylon*) o promieniach długich, cienkich, wybiegających z pięciokątnej tarczy środkowej, a niekiedy silnie rozgałęzionych. Rozgwiadzy odznaczają się zdolnością odradzania utraconych części ciała (regeneracja) tak, że z jednego nawet promienia odciętego od reszty odrodzić się może cała nowa rozgwiadza.

Gromada II. JEŻOWCE (Echinoidea).

Jeżowce, których przedstawicielem jest n. p. jeżowiec jadalny (*Echinus esculentus*), mają ciało mniej więcej kuliste, od dołu spłaszczone, od strony grzbietowej wypukłe. Jeżeli sobie wyobrazimy,

że w rozgwieździe wszystkie pięć promieni wzniosły się do góry i zeszyły wierzchołkami w jednym punkcie, a przestrzenie pomiędzy nimi zajęły międzypromienie, otrzymamy niejako kształt ciała



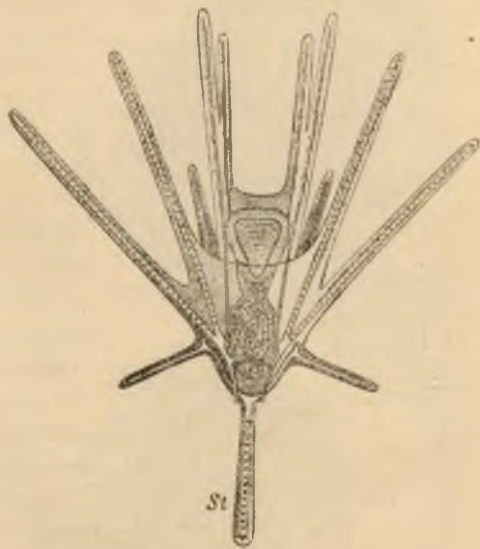
Ryc. 186. Organizacja jeżowca morskiego. Część skorupy została zdjęta dla pokazania wnętrza: z prawej strony zachowane zostały na skorupie igły, z lewej igły zostały usunięte, l. A. — latarnia Arystotelesa, ng. — nogowia (ambulacra), p. p. — przewód pokarmowy, p. l. — gruczoły płciowe, p. k. — przewód kamienny układu wodnego, p. s. — płytka sitowa (madreporowa), p. — szczypezyki chwytne, p. w. — przewód wodny promienisty, p. P. — zbiorniki na kolistym przewodzie wodnym.

jeżowca. W skórze znajdują się wielokątne płytki wapienne, ułożone w kierunku południków w dwadzieścia rzędów, z których połowa przypada na promienie, a druga połowa na międzypromienie, każdy zatem promień i każdy międzypromień zawiera ich dwa rzędy. Płytki promieniowe są przebite drobnymi otworkami, którymi nogowia przyssawkowe wychodzą na zewnątrz. Na skórze znajdują się liczne ruchome kolce, prócz tego szczególnie drobnutki szczypezyki, które chwytają różne obce ciała i zrzucają je z powierzchni ciała jeżowca, bezustannie oczyszczając je tym sposobem. Otwór ust na spodzie brzusznej strony ciała uzbrojony ząbkami, które stanowią części szczególnego wapiennego przyrządu żującego, zw. latarnią Arystotelesa. Przewód pokarmowy tworzy w ciele



Ryc. 187. Szczypezyki chwytne (pedicellarya) jeżowca.

zwierzęcia dwa obroty i pośrodku strony grzbietowej uchodzi na zewnątrz otworem odbytowym. W sąsiedztwie odbytu jest pięć płytek, na których mieszczą się szczątkowe narządy wzroku oraz płytka sitowa (madreporowa), przez którą woda morska dostaje się do układu wodnego, jak u rozgwiazdy. W kierunku promieni bieżą przewody wodne, krwionośne i nerwy, jak u rozgwiazdy, w kierunku międzypromieni znajdują się narządy rozrodcze. Płci są rozdzielone. Jedne gatunki żyją w miejscach płytkich, inne w znacznych głębiach. Żywią się pokarmem zwierzęcym, głównie mięczakami. Larwa ich zwana jest prętowcem (*Pluteus*). *opłomazę*
przechodzi w dorosłego kielichowca



Ryc. 188. Larwa zwana prętowcem (*Pluteus*) jeżowca.
St — pręcik łożyskowy.

Gromada III. LILIEWCE (Crinoidea).

Ciało zwykle kielichowate, najczęściej osadzone na członkowanej łożyżce, zwrócone brzusznią stroną do góry, z długimi promieniami, które są rozgałęzione zwykle w boczne gałązki. Pośrodku brzusznej strony kielicha, wzniesionej do góry i pokrytej miękką skórą, znajduje się otwór ust, a obok niego odbytu. Na stronie grzbietowej kielicha, zwróconej ku dołowi, znajdują się twarde płytki wapienne. Liliowce, niegdyś bardzo rozpowszechnione w oceanach, są obecnie rzadkie. Najpospolitszy jest liliowiec różowy (*Antedon rosacea*), który tylko w młodocianym wieku osadzony jest na łożyżce, w późniejszym zaś pływa swobodnie. Wspaniałe, przeważnie zielonawe liliowce tworzą miejscami całe jakby gąszcza na dnie wielkich otchłani oceanicznych, n. p. *Bathycrinus*.

Gromada IV. STRZYKWY (Holothurioidea).

Powiedziano wyżej, że jeżowiec posiada otwór ust na stronie brzusznej, odbytowy zaś na stronie grzbietowej. Wyobraźmy sobie, że w kierunku owej osi utsno-odbytowej ciało jeżowca bardzo sil-



Ryc. 189. **Liliowiec** *Isocrinus asteria*. O — usta, A — odbyt widziany na kielichu przedstawionym z góry (z powierzchni ustowej).

Taką właśnie postać ciała posiadają strzykwy, n. p. strzykwa cewkowata (*Holothuria tubulosa*), opatrzona dokoła otworu ust wieńcem wysuwalnych czułek, tęgą skórą z drobnymi zwapnieniami wewnętrznymi, odbytem na końcu ciała i pięcioma szeregami nogowii wzdłuż tegoż. Niektóre są jadalne, n. p. trepang (*Holothuria edulis*) z mórz południowych. Niektóre strzykwy, schwyte lub prześladowane, wystrzykują i wyrzucają przez odbyt znaczną część przewodu pokarmowego i innych trzewi, które im jednak wkrótce odrastają (regeneracya).

nie się wydłuży. Otrzymamy wówczas długie, jakby robakowate ciało z otworem ust na jednym końcu, z odbytowym zaś na drugim oraz z pięcioma rzędami nogowii ciągnącymi się wzdłuż ciała w kierunku odpowiadającym promieniom.



Ryc. 190. **Strzykwa** *Cucumaria Planci* z wyciągniętymi czułkami (T). Af — nogowia.

Typ. VIII. JAMOCHŁONY (Coelenterata).

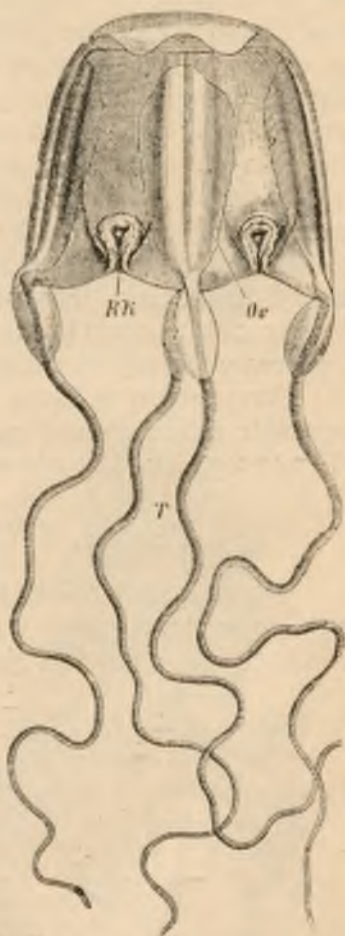
Zwierzęta jamochłonne, których przedstawicielami najbardziej znanymi są n. p. stułbie lub koralce, mają symetrię promienistą, bo ciało ich nie jedną, lecz kilkoma (4—6) płaszczyznami może być podzielone na dwie połowy równe i symetryczne. Drugą ważną właściwością jamochłonów jest brak otworu odbytowego; przez

otwór paszczowy zatem są wprowadzane do wnętrza cząstki pokarmu oraz są wydalone na zewnątrz resztki niestrawione. Po trzeciej: jamochłony nie mają osobnych naczyń krwionośnych, albowiem wprost z jamy pokarmowej wybiegają przewody, którymi krążą po ciele soki pożywne, pochodzące ze strawionych pokarmów. Powiadamy zatem, że jamochłony są pozbawione osobnego układu krążenia, lecz posiadają układ naczyniowo-pokarmowy. Niektóre wytwarzają w swym ciele wapienne części szkieletu (koralce), a często napotykamy zbiory czyli kolonie połączonych z sobą osobników. Przy rozmnażaniu wielu jamochłonów występuje t. zw. przemiana pokoleń, polegająca na tem, że pierwsze pokolenie czyli dzieci różnią się wyglądem i budową ciała od rodziców swych; wnuki dopiero otrzymują budowę podobną do budowy dziadków.

Jamochłony dzielą się na dwie wielkie grupy: parzydełkowce (*Cnidaria*) i gąbki (*Spongiaria*).

Grupa I. PARZYDEŁKOWCE (Cnidaria).

Najpospolitszym przedstawicielem ich jest stulbia (*Hydra*). Drobne to zwierzątko, mające około 1 cm długości, pospolite w naszych wodach, ma kształt rurkowaty, na wierzchołku posiada otwór ust, a dokoła tegoż wieniec z 6—8 długich, cienkich, promienisto ułożonych czułków. Nasadą przytwierdza się do różnych przedmiotów podwodnych. Otwór ust prowadzi do workowatej jamy pokarmowej, której światło przedłuża się także do wnętrza czułków. Ścianka ciała składa się z dwóch warstw komórek: zewnętrznej, skórnej czyli ektodermy oraz wewnętrznej czyli entodermy, wyściełającej jamę pokarmową. Dwie te warstwy oddzielone są od siebie cienką błoną jednolitą. W komórkach warstwy zewnętrznej, zwłaszcza



Ryc. 191. *Meduza Charybdea marsupialis*. T — czułki, Rk — ciałka brzośne, Ov — jajniki. (Do str. 187.).

zaś w czułkach zawarte są pęcherzykowate twory zw. parzydełkami i (stąd nazwa powyższa), mieszczące w sobie ostrą ciecz oraz długą, cienką nitkę. Gdy zwierzę jest przestraszone lub gdy samo napastuje zdobycz, owe nitki wysuwają się z pęcherzyków, ranią nieprzyjaciela, a ostra ciecz, przenikająca do ranki, może być zabójcza dla różnych drobnych zwierzątek. Stulbia jest bardzo żarłoczna i odznacza się wielką zdolnością regeneracyjną; może być pocięta na liczne części, a z każdej wkrótce odrodzi się całkowity organizm. Rozmnaża się za pośrednictwem jaj, a także drogą pączkowania, to znaczy, że na ciele jej powstają wypuklinki złożone ze wszystkich warstw ciała; pączki te otrzymują na wierzchołku otwór ust i czułki, a oderwawszy się od matki, tworzą osobniki samodzielne.

Parzydełkowce, które prócz hydry i kilku innych gatunków są wszystkie mieszkańcami mórz, dzielą się na następujące rzędy: stulbiopławy, krążkopławy, korale i żebroplawy.

3

Rząd 1. STUŁBIOPLAWY (Hydrozoa).

Oprócz stulbi należą tu liczne bardzo postaci morskie, u których po większej części występuje przemiana pokoleń (*metagenesis*), a mianowicie pojawiają się tu na przemian pokolenia: polipa i pława

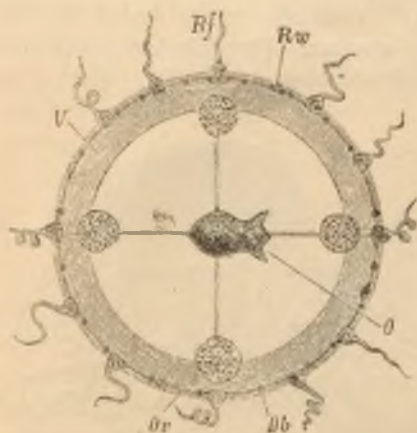
czyli meduzy. Polip jest zbudowany podobnie jak stulbia, ma ciało rurkowate, podstawą przytwierdzone do podłoża, u góry posiada otwór ust otoczony promienisto ułożonymi czułkami; jama pokarmowa workowata. Ścianka ciała składa się z warstwy skóry (ektodermy), warstwy wewnętrznej (entodermy) i zawartej między nimi cienkiej warstwy środkowej — mezodermy. Polip taki może się rozmnażać przez pączkowanie, a ponieważ powstałe w ten sposób osobniki potomne nie odrywają się, lecz pozostają w związku z rodzicem, osadzone na wspólnych łożyskach, przeto



Ryc. 192. Kolonia stulbiopława *Podocoryne carnea*. P — polipy, M — pączkujące meduzy na polipach rozrodczych, S — osobnik (zoid) spiralny, Sk — osobnik (polip) szkieletowy, wszystkie razem połączone z sobą przez podstawową masę miękką (t. zw. *coenosarc*).

tworzą się drzewiasto rozgałęzione zbiory czyli kolonie polipów, których jamy pokarmowe łączą się z sobą.

Niekiedy kolonie składają się z kilku rodzajów osobników, n. p. u *Podocoryne*, gdzie widzimy zwykłe polipy cewkowate, spiralnie skrócone, szkieletowe (ryc. 192.).

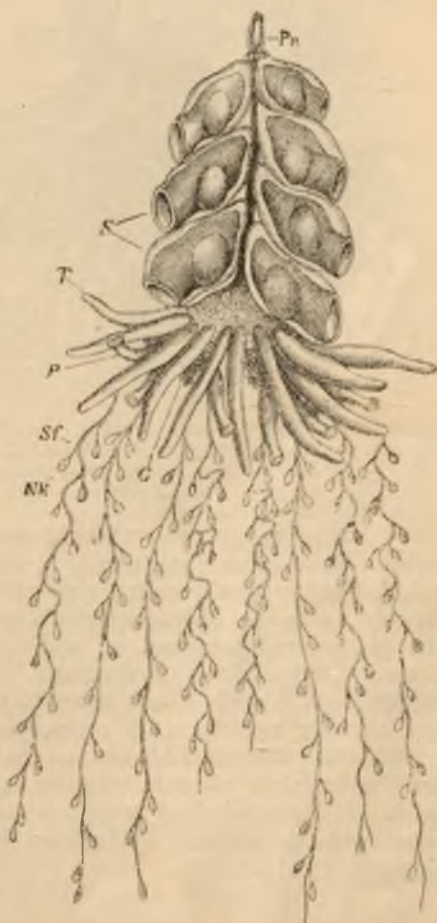


Ryc. 193. Meduza *Phialidium variabile* widziana od strony podkrążkowej. V — żagiel (velum), O — usta, Ov — jajniki, Ob — ciała zmysłowe (statocysty), Rf — czułki brzeżne.

Po pewnym czasie na łodyżkach kolonii pojawiają się kuliste pączki, które otrzymują dzwonkowatą postać, odrywają się od kolonii i swobodnie pływają w morzu jako t. zw. pławy czyli meduzy. Meduza zatem ma postać dzwonka, u góry jest wypukła, od dołu wklęsła i stąd zwiesza się rurczka opatrzona u spodu otworem ust; na brzegu dzwonka zwieszają się promienisto ułożone nitkowate czułki brzeżne oraz znajdują się tu narządy zmysłowe (oczy lub zmysły równowagi) i pierścień nerwowy podskórny. Często także otwór ust jest otoczony czułkami. Prowadzi on do jamy pokarmowej, która składa się ze środkowej części oraz z wybiegających z niej promienisto przewodów, które blisko brzegu dzwonka łą-

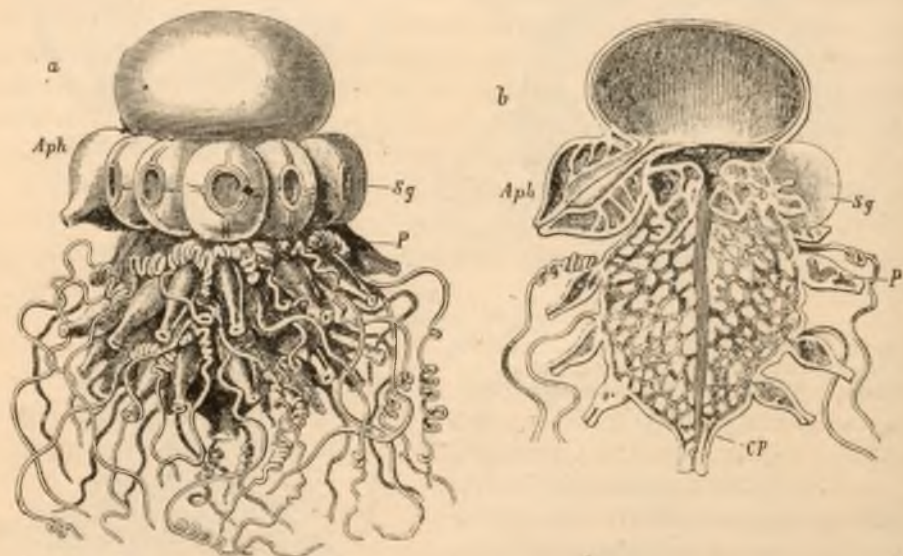


Ryc. 194. Meduza *Podocoryne carnea*.



Ryc. 195. Cewioplaw *Physophora hydrostatica*. Pn — pęcherzyk powietrzny, S — dzwonki pławne, T — czułki, P — cewki żołądkowe, Sf — nici chwytne z parzydełkami (Nk), G — gronka płciowe.

czą się z sobą zapomocą przewodu okrężnego. Od spodu brzegiem dzwonka ciągnie się błoniasta obwódka zw. żaglem (*velum*) (ryc. 193.). Kurcząc i rozkurczając ciało, meduza pływa skokami. Składa ona jaja, z których znów rozwijają się polipy, te ostatnie zaś z kolei wytwarzają przez pączkowanie pokolenie meduz. Przykłady gatunków: *Tubularia*, *Campanularia*, *Phialidium*, *Podocoryne* (ryc. 192., 193., 194.).



Ryc. 196. **Cewioptław** *Stephania corona*. *a* — widok z boku, *b* — przecięcie; *Aph* — wywodzący oddział pęcherza powietrznego (u góry), *Sg* — dzwonki pławne, *P* — cewki żołądkowe wraz z nimi chwytanymi, *CP* — środkowa cewka żołądkowa.

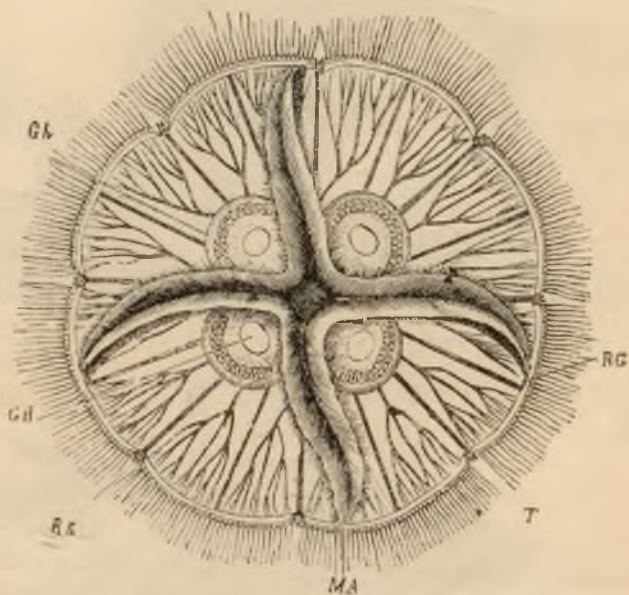
Szczególą grupę stulbiopławów stanowią t. zw. **cewioptawy** (*Siphonophora*). Są to kolonie różnorodnych osobników spełniających rozmaite czynności i zbudowanych według typu polipów albo meduz; są one wszystkie osadzone na wspólnej łodydze. Kolonia taka pływa swobodnie w morzu w położeniu pionowym, ponieważ u wierzchołka łodygi znajduje się pęcherzyk pławny wypełniony powietrzem. Pomiędzy tymi osobnikami zbiorowymi odróżniamy: 1) meduzowate dzwonki pławne, 2) meduzowate osobniki zawierające narządy rozrodcze, 3) polipowate jednostki opatrzone otworem ustnym, 4) jednostki spłaszczone bez otworu ust, mające kształt daszków obronnych, 5) osobniki w kształcie długich czułków mających w skórze liczne skupienia parzydełek. W kolonii takiej widzimy więc niejako podział pracy pomiędzy poszczególnymi grupami osobników. Przykłady: *Agalma*, *Forscalia*, *Physophora*, *Stephania* (ryc. 195., 196.).

Rząd 2. KRAŻKOPLAWY (*Acalephae*).

Tu należą ustroje o postaci meduzowatej, lecz wyżej uorganizowane od meduz pławów. Mają one kształt wielkich nieraz

krążków o ciele galaretowatym z potężnymi zwykle czułkami u otworu ust umieszczonego na końcu rurki zwieszającej się ze spodniej strony krążka. Nadto na brzegu tego ostatniego istnieją także czułki. Żagla brak, a narządy zmysłowe promienisto rozmieszczone na brzegu krążka są wysoko rozwinięte; każdy z nich zawiera jedno lub kilka oczek oraz pęcherzyk z kamykiem wewnątrz, będący zmysłem równowagi, t. zn., że zwierzę zapomocą tych narządów od czuwa położenie ciała i utrzymuje równowagę podczas ruchów. Ze środkowej części jamy pokarmowej wybiega zwykle wiele przewodów promienistych, często rozgałęzionych. Rozmnażają się za pośrednictwem jaj, lecz u wielu postaci rozwija się z jaja na przód osobnik o budowie polipa, który przymocowuje się nasadą do podłoża i przez szereg przewężów rozpada się na liczne krążki, jeden pod drugim, które oddzielają się i uwalniają jako meduzy. I tutaj więc mamy często przemianę pokoleń.

Przykłady: pelagia świecąca (*Pelagia noctiluca*), wydająca światło fosforescencyjne, chełbia modra (*Aurelia aurita*), korzenioustka (*Rhizostomum Cuvieri*), *Charybdea marsupialis* (ryc. 191., 197.).

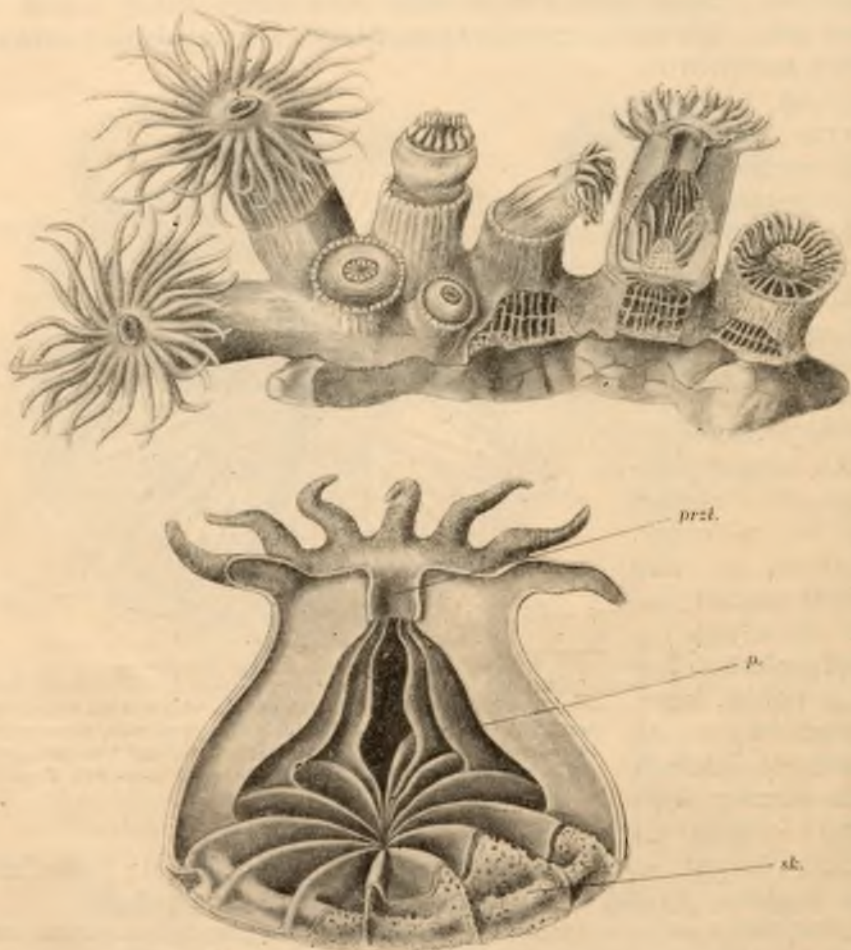


Ryc. 197. Chełbia modra (*Aurelia aurita*) widziana od strony brzusznej. MA — cztery czułki (ramiona) otaczające usta, Gh — gruczoły rozrodcze, GH — ujścia jam znajdujących się pod tymi gruczołami, RG — naczynie brzeżne, Rk — ciała brzeżne zmysłowe, T — czułki brzeżne.

Rząd 3. KORALE (Anthozoa).

Są one zbudowane według typu polipa, t. j. mają ciało workowate, przytwierdzone nasadą do podłoża, opatrzone u góry otworem ust z wieńcem czułków dokoła. Różnią się atoli od polipów stułbiopławów n. p. od stułbi tem, że mają ciało mięsiste z powodu silnego rozwoju środkowej warstwy (mezodermy), a dalej tem, że

otwór ustny prowadzi tu naprzód do przełyku, a ten dopiero ucho-
dzi do właściwej jamy pokarmowej, która zapomocą przegród pro-
mienisto ustawionych dzieli się na pewną liczbę komór połączo-
nych z sobą pośrodku. Jedne osobniki żyją pojedynczo i te są



Ryc. 198. Korale wieloczułkowe. U góry (25 razy powiększony) mały zbiór (kolonia) osobników ro-
dzaju *Astroides* (*A. calycularis*); z lewej strony dwa osobniki z wyciągniętymi czułkami, a poniżej
osobniki z wciągniętymi czułkami; z prawej strony sam szkielet jednego osobnika, w którym wi-
dać blaszkę ścienną, przegrody promieniste i pośrodku słupek. U spodu przy silniejszym powięk-
szeniu jeden młody osobnik w przekroju podłużnym, zaraz po przytwierdzeniu się do podłoża,
tak, iż szkielet (*sk.*) tylko co zaczyna się tworzyć jako przegrody wrastające od spodu na dolnej
powierzchni tarczy nożnej; *p.* -- miękkie przegrody ciała (*septae*); *przł.* -- przełyk otoczony czułkami.

zwykle wielkich rozmiarów, dosięgając wysokości kilku lub kilku-
nastu cm; często świetne mają barwy i wyglądają jak kobierce
kwiatów na dnie morskiem; są to t. zw. ukwiały (*Actiniae*). Inne

tworzą zbiory czyli kolonie złożone z tysięcy osobników, których jamy pokarmowe łączą się z sobą. Te postaci zbiorowe wytwarzają zwykle szkielet wapienny. Szkieleciki oddzielnych



Ryc. 199. Gałązka koralu czerwonego (*Corallium rubrum*). P — polip.



Ryc. 200. Gałązka koralowiny *Madrepora eurystoma*.



Ryc. 201. Gałązka koralowiny *Oculina speciosa*.

osobników, zrastając się z sobą w wielkie masy drzewiaste, tworzą t. zw. koralowinę, z której często powstają podwodne rafy lub całe wyspy koralowe.



Ryc. 202. Część koralowiny *Maeandrina arabica*.



Ryc. 203. Część koralowiny *Astraea pectinata*.

Najbardziej znane gatunki koralu, tworzących rafy, są: *Madrepora*, *Maeandrina*, *Astraea*; koral czerwony (*Corallium rubrum*), wytwarza małe krzaczki koralowiny, z której szlifują ozdobne koral czerwony. U *Oculina* osobniki pojedyncze osadzone są daleko jeden od drugiego.

Rząd IV. ŻEBROPLAWY (Ctenophora).

Różnią się od wszystkich innych parzydełkowców tem, że nie mają w skórze właściwych parzydełek, lecz t. zw. komórki lepkie osadzone na nitczkach skręconych. Ciało workowate, n. p. u *Beroe*, lub wstęgowe, n. p. u *Pasa*



Ryc. 204. Żebroptaw *Beroe ovata*. *Ol* — narząd zmysłowy, t. z. statolitowy, *Tr* — lejek.

Wenery (*Cestum Veneris*). Swobodnie pływają, zwrócone otworem ust ku dołowi i opatrzone zwykle dwoma rozgałęzionymi czułkami. Wzdłuż ciała ciągnie się ośm żeberek utworzonych każde z szeregu orzęsionych płytek, zapomocą których poruszają się. W kierunku tych ośmiu żeberek ciągnie się ośm głównych przewodów jamy pokarmowej, połączonych ze środkową czyli osią jej częścią. Na kopułowatym szczycie ciała, naprzeciwko otworu ust, znajduje się narząd nerwowo-zmysłowy.

N. p. *Beroe*, *Cestum*, *Callianira*.



Ryc. 205. Żebroptaw *Callianira bialata*.

Grupa II. GĄBKI (Spongiaria).

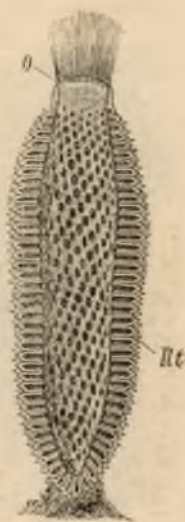


Ryc. 206. Schemat budowy gąbki wapiennej *Leucon*. *P* — otworki, przez które woda wcieka, *G* — komory rzęskowe, *Or* — jama środkowa, *A* — osculum czyli otwór wyciekowy.

Najprościej zbudowaną gąbką jest t. zw. mi es z e k (*Ascon*), żyjący w morzach. Ma on ciało workowate o cienkiej ściance; u nasady przymocowany do podłoża. W górze znajduje się otwór wyrzutowy (*osculum*), a w ściance ciała mnóstwo drobnych otworków (*pori*), przez które woda morska wraz z cząstkami pokarmu wpada do jamy trawiącej wysłanej komórkami orzęsionymi. Ruch rzęsek wypędza następnie tę wodę przez otwór wyrzutowy i w ten sposób przez ciało ustroju wciąż przepływa woda. Inne gąbki posiadające znacznie grubszą ściankę ciała mają również środkową jamę trawiącą, uchodzącą na zewnątrz otworem wyrzutowym, a liczne otworki skórne prowadzą do całego układu kanalików prostych lub rozgałęzionych, połączonych ze środ-

kową jamą trawiącą. Kanaliki te albo są wysłane na całej długości orzęsionymi komórkami, albo też w pewnych tylko miejscach, bardziej rozszerzonych niż inne, czyli w komorach rzęskowych. Dzięki ruchom tych rzęs woda wpadająca z zewnątrz przez otworki skórne do kanalików przepływa do środkowej jamy trawiącej, skąd znów wydostaje się na zewnątrz, n. p. w rodzaju dzbańca (*Leucon*). W ciele bardzo wielu gąbek wytwarza się szkielet z igieł wapiennych, krzemionkowych lub rogowo-włóknistych. Gąbka używana w życiu codziennem stanowi rogowo-włóknisty szkielet gąbki zwyczajnej (*Euspongia officinalis*), poławianej głównie w morzu Adryatykiem.

W wodach słodkich żyje jedyny gatunek gąbki: nadecznik (*Spongilla*), z krzemionkowymi igiełkami szkieletu. Wskutek zrastania się wielu osobników gąbek nadeczniki, jak i inne gąbki, przybierają nieraz najrozmaitsze postaci i dochodzą często do znacznej wielkości; gąbka powstała ze zlania się wielu osobników posiada także wiele otworów wyrzutowych.



Ryc. 207. Gąbka *Syconda raphanus* w przecięciu podłużnem. O — osculum. Rt — kanaliki promieniste w ścianie ciała, otwierające się jednym końcem na zewnątrz, drugim do jamy pokarmowej.

2- Typ IX. PIERWOTNIAKI (Protozoa).

Pierwotniaki są to istoty mikroskopijnie małe, złożone zwykle z jednej tylko komórki, rzadziej z grupy komórek luźnie z sobą połączonych i nie tworzących jeszcze żadnych tkanek (patrz str. 6.). W ciele każdego pierwotniaka będącego komórką organiczną odróżniamy zaródź czyli protoplazmę z jądrem pośrodku, częstokroć błonkę zewnętrzna, a bardzo



Ryc. 208. Promieniówiec *Thalassicolla pelagica*. (Pow.).



Ryc. 209. Wirczyk (*Vorticella microstoma*) w czasie sprężania się z mniejszym osobnikiem (K). N — jądro, c — łodyżka.

często rzęski lub wici będące wytworami plazmy. Te ostatnie pokrywają z zewnątrz ciało pierwotniaka służą do ruchów. Niekiedy znów plazma tworzy tępe wypustki kureczliwe zw. nibynóżkami (*pseudopodia*). Liczne pierwotniaki wytwarzają szkieleciki, najczęściej krzemionkowe lub wapienne. Rozmnażają się drogą samopodziału. Dzieli się na cztery gromady: 1) wymoczki (*Infusoria*), 2) wiciowce (*Flagellata*), 3) korzenionóżki (*Rhizopoda*), 4) zarodnikowce (*Sporozoa*).

Gromada I. WYMOCZKI (*Infusoria*).

Ustroje jednokomórkowe po większej części pokryte rzęskami (*cilia*); są to szybko migające, krótkie, włoskowate jakby utwory plazmatyczne. Stały otworek w błonie zewnętrznej (*cytostoma*) służy do pochłaniania pokarmu. Obok głównego jądra istnieje jeszcze mniejsze dodatkowe. W plazmie znajduje się tętniący, wodnistym płynem wypełniony pęcherzyk, czyli banieczka kureczliwa. Jako przykład wymoczków rozpatrzmy wirczyka (*Vorticella*).

Piękny ten wymoczek ma ciało jakby kielichowate, u podstawy przechodzące w kureczliwą łodyżkę, zapomocą której przyczepia się do obcych przedmiotów. W górnej części ciała znajduje się szeroka tarcza, pokryta rzęsami, a pod tą tarczą na dnie szczególnego rowu istnieje otworek służący do pobierania pokarmu, są to t. zw. „usta komórki“ (*cytostoma*). Otworek prowadzi do krótkiego jakby przewłoku, który otwiera się wprost do wnętrza zarodzi. Pokarm, otoczony wodnistą wydzieliną zarodzi, krąży w niej, dopóki nie zostanie strawiony, a resztki niestrawione są wydalane na zewnątrz w określonym miejscu ciała. Prócz tego wewnątrz zarodzi widzimy jądro mające kształt jakby rogalka, a obok niego drobniejsze jądro dodatkowe odgrywające ważną rolę przy rozmnażaniu się wirczyka. W sąsiedztwie jądra widzimy banieczkę tętniącą



Ryc. 210. *Stentor Roeselii*. PV — wodniczek tętniący, N — jądro wielkie.



Ryc. 211. Małżynek (*Stylonychia mytilus*) w czasie sprężania się dwóch osobników. N — jądro.

wypełnioną wodnistą wydzieliną, która co pewien czas jest wydalana na zewnątrz przez skurec banieczki, po czym ta znów się cieczą napełnia. W łodyżce spostrzegamy kurczliwy mięsień, dzięki któremu, gdy zwierzątko jest podrażnione, łodyżka kurczy się jak sprężynka, a cały kielich przysiadła i wciąga swe rzęsy. Wirczyk rozmnaża się przez podział, a od czasu do czasu dwa osobniki, większy i mniejszy, łączą się z sobą czyli sprzęgają się, co przypomina proces zapłodnienia u wyższych ustrojów (ryc. 209.).

Oprócz wirczyka żyją u nas stentor, małżynek (*Stylonychia*) i inne (ryc. 210., 211., 212.).

Gromada II. WICIOWCE (Flagellata).

Należące tu pierwotniaki nie mają rzęs, lecz zwykle jedną lub kilka długich, wiotkich wici (*flagella*), poruszających się nakształt bicia.

Najpospolitszą jest euglena zielona (*Euglena viridis*), owalnego kształtu, z jedną wicią na końcu ciała; u nasady wici znajduje się plamka czerwona oraz otvorek ustny. Wewnątrz jest jądro i banieczka tętniąca, prócz tego zarodek zawiera liczne gałeczki chlorofilu czyli zieleni nadające zwierzątku barwę zieloną. Euglena występująca w wielkiej ilości w wodzie, n. p. w beczkach ogrodowych, nadaje jej często kolor zielonawy. W wodach naszych żyją także wiciowce zbiorowe, złożone z kilkunastu lub większej liczby komórek luźno z sobą połączonych; tworzą one zielone kulki, toczące się w wodzie wskutek ruchu wici; są to t. zw. toczki (*Volvocineae*).

Kulisty, gromadnie żyjący wiciowiec morski, zw. nocoświatlikiem (*Noctiluca miliaris*), wydaje silne światło fosforyczne. Niektóre wiciowce są pasożytami ludzi i zwierząt domowych, n. p. *Trypanosoma ugadense*, wywołująca w niektórych krajach podzwrotnikowych u ludzi niebezpieczną chorobę zw. śpiączką, która zwykle kończy się śmiercią.

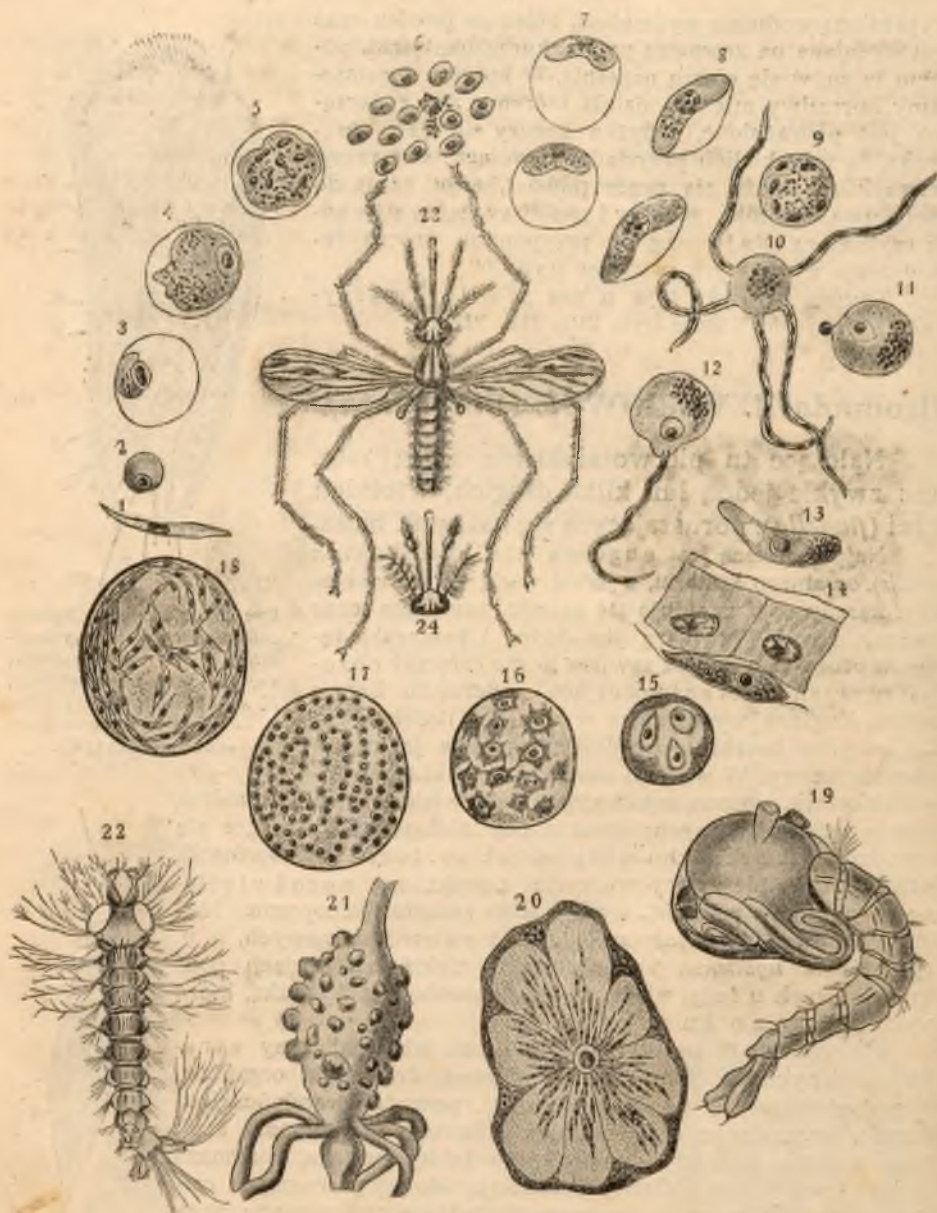
Do wiciowców pasożytnych jest dziś także zaliczany zarazek malaryczny (*Plasmodium malariae*), drobnutki organizm, który dostawszy się do krwi ludzkiej, powoduje wycieńczającą chorobę, zw. malarią czyli zimnicą. Choroba ta pochodzi stąd, że ów zarazek, podobny do drobnego jakby pelzaka, rozmnaża się we krwi bardzo obficie, a przenikając do jej czerwonych ciałek, niszczy je. A mianowicie wewnątrz takiego ciała czerwonego zarazek rozpada się na drobne osobniki potomne, które uwolnwszy się, przenikają do nowych ciałek krwi. Za każdym razem, gdy wylęga się nowe pokolenie zarazków napastujących czerwone ciała krwi, chory dostaje silnych dreszczy czyli paroksyzmu malaryi. Zarazki te przenosi na człowieka komar widliszek (*Anopheles*), który sam się zaraża, wysysając krew chorych ludzi; zarazki rozmnażają się w ciele komara i ostatecznie jako



Ryc. 212. Małżynek (*Stylonychia mytilus*) od strony brzusznej. Wz — rzęsy okołoustne, C — wodniczek tętniący, N, n — jądro wielkie i małe, A — chwilowo powstający otvorek odbytowy.



Ryc. 213. Wiciowiec *Euglena viridis*. s — otvorek ustny u nasady wici, o — banieczka tętniąca, N — jądro.



Ryc. 214. Rozwój zarazka malarycznego (*Plasmodium praecox*). 1 — t. z. sporozoity czyli zarodki przenikające do krwi ludzkiej ze śliną komara. 2-5 — sporozoit roznastający się wewnątrz krwinki (czerwonego ciała krwi), gdzie tworzy kuliste ciało (t. z. schizont) rozpadające się na liczne drobne zarodki t. z. merozoity (6), które znów napastują nowe krwinki. Merozoity po pewnej liczbie pokoleń roznastają się w krwinkach (7-8), tworząc w jednych elementy żeńskie (jufowe) (9, 11), u innych zaś męskie, które po opuszczeniu krwinki wytwarzają nitkowate plemniki (10). Gdy te elementy żeńskie i męskie dostają się do żołądka komara, który wysał krew z człowieka chorego na malarię, osobnik męski łączy się z żeńskim (12) i powstaje t. zw. ookinet (13), który wędruje do zewnętrznej powłoki ściany żołądka komara (14), poczem otorbia się i przez wielokrotny podział plazmy z jądrem wytwarza ostatecznie sporozoity (15-18), przenikające do gruczołu ślinowego komara, gdzie spoczywają (20) aż do chwili, gdy znów się do krwi ludzkiej dostaną: 21 — żołądek komara widliszka, z torebkami malarycznymi (t. z. oocystami). 22 — gąsienica i 19 — poczwarka komara widliszka. 23 — samica komara widliszka. 24 — głowa samca. (Pod mikroskopem).

malaryjny i malarialny

drobniutkie, nitkowate zarodki przenikają do jego gruczołów ślinowych. Gdy komar ten ukłuje i ssie krew zdrowego człowieka, zarazki te dostają się do niej z jego śliny i rozpoczynają dalszy swój rozwój. (Co do szczegółów p. objaśnienie ryc. 214.).

Ponieważ komary te przebywają w okolicach bagnistych, tam więc najczęściej panuje wśród ludzi malarya; jest ona częstą szczególnie w krajach ciepłych, n. p. w wielu okolicach Włoch lub Istrii, ale i u nas nierzadko się zdarza. W krajach podzwrotnikowych panują bardzo niebezpieczne gorączki malaryczne. Istnieje kilka gatunków, n. p. *Plasmodium malariae*, *Pl. praecox* i inne.

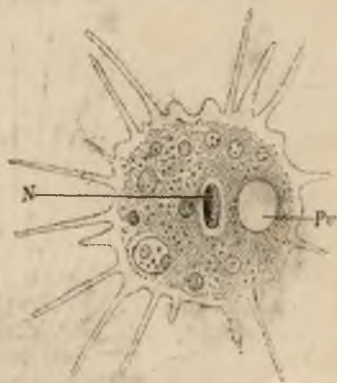
virex,

Gromada III. KORZENIONÓŻKI (Rhizopoda).

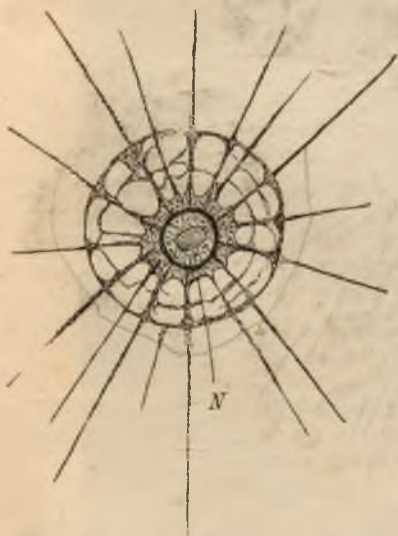
Są to istoty jednokomórkowe, których zaródź tworzy tępe lub nitkowate wypustki kureczliwe, często rozgałęzione; są to tak zwane



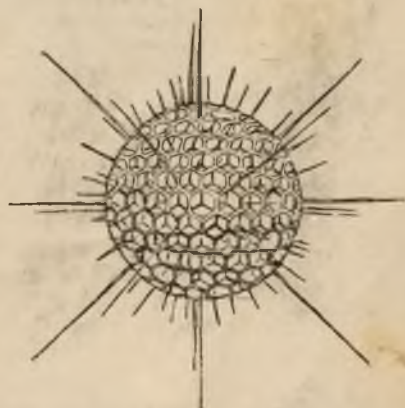
Ryc. 215. Kawałek wapienia numulitowego w przekroju poziomym, na którym widać pojedyncze numulity.



Ryc. 216. Petzak *Amoeba polyppodia*. N — jądro, Pv — wodniczek tętniący. (Pow.)



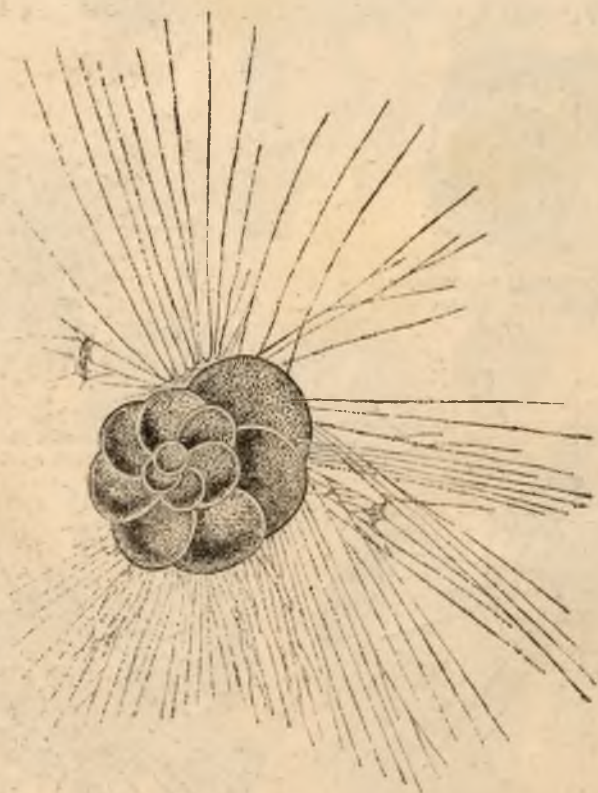
Ryc. 217. Młoda (jednojądrowa) słonecznica (*Actinosphaerium*). N — jądro. (Pow.)



Ryc. 218. Promieniowiec *Heliosphaera echinoides*. (Pow.)

nibynóżki (*pseudopodia*); zmieniają one swój kształt i służą do ruchu. Niektóre korzenionóżki wytwarzają skorupki, najczęściej wapienne lub krzemionkowe.

Najpospolitszy jest pełzak (*Amoeba*) żyjący w wodach słodkich. Jest to istota o zmiennej postaci, zaródź jej przedłuża się w tępe wypustki, które kurczą się i rozkurczają, służąc do pełzania oraz chwytania pokarmu. Wewnątrz zarodzi jest jądro i banieczka tętniąca. W wodach słodkich, a głównie w morzach żyją także liczne otwornice (*Foraminifera*), korzenionózki o długich nitkowatych wypustkach, które wychodzą z zarodzi przez otworki w wapiennej skorupce otaczającej ciało tych zwierzątek. Martwe skorupki otwornic na dnie dawniejszych oceanów dały początek pokładowi kredy lub wapniowi numulitowemu, zawierającemu skorupki dosyć duże t. zw. numulity, n. p. u wejścia do doliny Kościeliskiej w Zakopanem. I dziś jeszcze w niektórych morzach opadają na dno miliardy skorupek tworzących muł otwornicowy. Do pięknych otwornic należy n. p. pospolita w morzach *Discorbina* s. *Rotalia*.



Ryc. 219. Otwornica *Discorbina* (*Rotalia*) *veneta*. (Pow.).

W morzach żyją także promieniowce (*Radiolaria*) o nitkowatych (ryc. 208.) wypustkach zarodzi. Misterne ich szkieletyki zbudowane są zwykle z igieł promienisto ułożonych i połączonych (ryc. 218.) w sposób wielce skomplikowany w prześliczne siateczki najfantastyczniejszych postaci (tabl. IV.); tworzą w licznych miejscach na dnie oceanu muł promieniowcowy. Pokrewne promieniowcom żyją w naszych wodach t. z. słonecznice, których wypustki wybiegają z ciała jak promienie słońca, n. p. *Actinosphaerium* (ryc. 217.).

TABLICA IV.

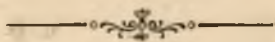


Promieniowce (*Radiolaria*) różnych gatunków o bardzo pięknych szkielecikach; u góry kulisty i walcowaty, na środku dzwoniowaty, u dołu pierścieniowaty szkielecik (z grupy *Cyrtidae*); delikatne niteczki to nibynóżki (*pseudopodia*) zarodki, czerwone ciało w środku to t. z. torebka środkowa, w której mieści się jądło; kulki żółte to t. z. ciała żółte, przedstawiające jednokomórkowe glony (roślinki) żyjące często w spółce z promieniowcami. (Pod mikroskopem).

Gromada IV. ZARODNIKOWCE (Sporozoa). ✓

Są to pierwotniaki pasożytne pozbawione otworka do pobierania pokarmu, nie posiadające rzęs, wici, ani też wyraźnych nibynózek. Rozmnażają się zapomocą drobnych ciałek zw. zarodnikami.

Do zarodnikowców należą hurmaczki (*Gregarinidae*), o ciele wydłużonem, zamieszkujące przewód pokarmowy i inne narządy członkonogów, robaków i niektórych innych zwierząt bezkręgowych, oraz kokcydye, pasożytujące w ścianie przewodu pokarmowego u zwierząt kręgowych i bezkręgowych, postaci najczęściej owalnej, n. p. pospolite u królika *Coccidium cuniculi*.



SPIS RYCIN.

Ryc.	Str.	Ryc.	Str.
1. Komórki zwierzęce	2	24. Prawa kość udowa — z przodu	20
2. Podział bezpośredni komórki, mianowicie pełzaka	4	25. Kości podudzia — z przodu	21
3. Podział mitotyczny (karyokinetyczny) komórki	5	26. Kości nastopka, stopy i palców nogi — z góry	21
4. Tkanka nabłonkowa	7	27. Czaszka ludzka — z przodu widziana	22
5. Tkanki łączne: włóknista i galaretowata	8	28. Czaszka ludzka — widziana z boku	23
6. Tkanka kostna i chrząstna	8	29. Czaszka noworodka — z góry	23
7. Tkanka mięsna	9	30. Przecięcie czołowe (poprzeczne) przez jamę nosa	24
8. Składniki tkanki nerwowej	10	31. Muskulatura głowy ludzkiej	26
9. Szkielet ludzki	13	32. Mięśnie piersiowe	27
10. Schemat stawu	14	33. Mięsień dwugłowy ręki w stanie rozkurczu i skurczu	27
11. Kręgosłup — z boku	15	34. Układ nerwowy człowieka	29
12. Dwa kręgi piersiowe — z boku	16	35. Część rdzenia pacierzowego — widziana z przodu	30
13. Krąg piersiowy ludzki z góry widziany	16	36. Mózg głowowy ludzki przecięty wzdłuż i widziany od strony przyśrodkowej	30
14. Krąg piersiowy ludzki z boku widziany	16	37. Mózg ludzki — widziany z boku (z lewej strony)	31
15. Pierwszy krąg szyjowy czyli dźwigacz z góry widziany	17	38. Mózg ludzki — widziany z dołu	31
16. Drugi krąg szyjowy czyli zwrotny człowieka z góry widziany	17	39. Mózg z góry widziany (obie półkule zostały sztucznie nieco rozdzielone)	32
17. Przecięcie przez staw barkowy	18	40. Schemat przedstawiający przekrój poziomy przez gałkę oczną człowieka	37
18. Prawa łopatka — od tyłu	18	41. Przecięcie przez gałkę oczną dla pokazania niektórych mięśni	38
19. Lewy obojczyk — od strony dolnej	18	42. Muszla (koncha uszna)	40
20. Prawa kość ramieniowa — z przodu	19	43. Budowa ucha ludzkiego (schematycznie)	41
21. Kości podramienia — z przodu	19		
22. Szkielet napięstka, dłoni i palców ręki — od strony grzbietowej	19		
23. Kości miednicy — z boku, z zewnątrz widziane	20		

Ryc.	Str.	Ryc.	Str.
44. Przecięcie poprzeczne przez skręty ślimaka (usznego) . . .	42	69. Schemat bródkowania jaja i tworzenia się listków zarodkowych	77
45. Przecięcie przez organ Cortiego w ślimaku ucha	42	70. Zarodek ssaka, na którym widać w przyszłej szyjowej okolicy ciała poza głową łuki i szczeliny skrzelowe	79
46. Schemat całego przewodu pokarmowego człowieka	44	71. Pratchawiec	81
47. Podniebienie miękkie wraz z języczkiem i łukami: podniebieniowo-językowym i podniebieniowo-gardzielowym	45	72. Anatomia pratchawca	82
48. Schemat przekroju przez ząb dwukorzeniowy — oraz przez kiel	45	73. Dwukształtność sezonowa motyla <i>Vanessa levana</i> samicy (postać zimowa i letnia)	85
49. Zęby ludzkie górne i dolne	46	74. Szkielet kończyny przedniej: orangutana, psa, świni, bydła, tapira i konia	87
50. Gruczoły ślinowe czyli ślinianki	47	75. Schematy budowy płuc u coraz wyższych kręgowców (płazów, gadów, ssaków)	90
51. Przecięcie przez jamę nosową, ustną, gardziel, przełyk i tchawicę	48	76. Schematy budowy serca u coraz wyższych kręgowców (ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków)	91
52. Żołądek i część dwunastnicy	48	77. Zarodek żarłacza opatrzonego pęcherzem żółtkowym, wystający ze skorupy jaja	92
53. Schemat mikroskopowej budowy kosmków jelitowych	51	78. Przecięcia podłużne przez końcową część palca: małpy (z paznokciem), kota (z pazurem) i konia (z kopytem)	94
54. Część siatki naczyń włoskowatych z krwinkami wewnątrz — oraz krwinki czyli czerwone ciała i białe czyli bezbarwne ciała krwi ludzkiej	54	79. Zęby trzonowe zwierząt kopytnych (o sfałdowanych koronach) i gryzoniów	95
55. Serce — z przodu	55	80. Ząb trzonowy mamuta	95
56. Przecięcie przez serce	55	81. Żołądek cielęcia	97
57. Schemat narządów krążenia krwi u człowieka	57	82. Schemat wskazujący, że przewód pokarmowy oraz przewód moczopłciowy mogą osobno otwierać się na zewnątrz albo też uchodzą do wspólnego steuku, który się już na zewnątrz otwiera	98
58. Płuca ludzkie	60	83. Szkielet goryla	100
59. Krtań ludzka — z przodu	62	84. Chwytna łapa tylna maki	101
60. Krtań ludzka — od tyłu (po usunięciu mięśni)	62	85. Szkielet rudawki	101
61. Rozgałęzienia tchawicy na oskrzela grube i na cieńsze pnie tychże w płucach	63	86. Głowa wampira	102
62. Lejki końcowe z pęcherzykami płucnymi płuca	63	87. Szkielet łapy tylnej kota	102
63. Nerki wraz z moczowodami widziane na tylnej ścianie jamy brzusznej	65	88. Szkielet lwa	103
64. Przecięcie podłużne przez nerkę ludzką	65	89. Czaszka wilka	103
65. Schemat przebiegu kanalików moczowych w nerce	66	90. Czaszka morsa	104
66. Skóra ludzka w przecięciu	67	91. Czaszka krowy morskiej	105
67. Proces zapłodnienia jaja uskarłupni	69		
68. Szereg kopalnych muszli rodzących żyworodki	74		

yc.	Str.	Ryc.	Str.
92. Czaszka wieloryba wraz z fiszbinami	105	122. Minog rzeczny, głowowa część ciała z boku i od spodu larwy tegoż, oraz późniejsze stadyum rozwojowe tejże larwy, z małemi oczami	133
93. Delfin	106	123. Głowa minoga morskiego — od spodu, w jamie paszczowej otwartej widać zębki rogowe	133
94. Szkielet wieloryba	106	124. Lancetnik	134
95. Czaszka końska	107	125. Przecięcie przez ciało lancetnika w okolicy skrzelowej	134
96. Czaszka dzika	107	126. Żachwa <i>Clavellina lepadiformis</i>	135
97. Głowa jelenia	108	127. Osłonica zbiorowa <i>Botryllus violaceus</i>	135
98. Przecięcie przez szczękę górną i zuchwę zajęcia	108	128. Sprzągła — z boku	136
99. Szkielet sępa	110	129. Anatomia ośmiornicy	137
100. Nazwy upierzenia w różnych okolicach ciała ptaka	111	130. Ośmiornica	138
101. Układ miejsc upierzonych i nieupierzonych u kura	111	131. Anatomia ślimaka winniczka (trzewia wypreparowane)	139
102. Czaszka dropia — z boku i od spodu	112	132. Przecięcie przez muszlę ślimaka winniczka	139
103. Mostki ptaków (ptaka drapieżnego z silnie rozwiniętym grzebieniem i strusia, bez grzebienia)	113	133. Budowa anatomiczna szczużki wyjętej z muszli (płaszcz i skrzela prawej strony usunięte, osierdzie otworzone, wątroba prawej strony nie narysowana, trzewia i układ nerwowy przedstawione nieco schematycznie)	140
104. Różne formy nóg ptasich	114	134. Schemat przecięcia poprzecznego przez ciało skójki	141
105. Przewód pokarmowy ptaka	115	135. Skrzydłonóg <i>Hyalaea complanata</i>	141
106. Jaje ptasie w przecięciu idealnem	116	136. Różne rodzaje rożków (czułek) u owadów (u pasikonika, szczypicy, mącznika, sprężynka, pszczoły, silfy, grobarza i chrabaszca)	143
107. Oko ptaka drapieżnego w przekroju podłużnym	117	137. Części paszczowe samicy komara	144
108. Dzioby różnych ptaków	118	138. Części paszczowe motyli — z boków i od przodu	144
109. Nielot (Kiwi)	119	139. Części paszczowe karakona	144
110. Szkielet żółwia <i>Emys orbicularis (europaea)</i>	122	140. Głowa trutnia, na której widać parę oczu złożonych, trzy przyoczka i rożki (czułki)	145
111. Szkielet głowy grzechotnika	123	141. Układ nerwowy biedronki	145
112. Szkielet żaby	125	142. Przewód pokarmowy pszczoły	146
113. Samiec żaby <i>Alytes obstetricans</i> ze skrzakiem owiniętym dookoła nóg tylnych	126	143. Kałużnica czarna, jej gąsienica i poczwarka	147
114. Przecięcie poziome przez skrzela i jamę skrzelową ryby spodoustej oraz ryby kostnoszkieletowej	127	144. Stadya rozwoju zarodkowego kałużnicy czarnej	148
115. Głowa ryby łaźca (pokrywa skrzelowa usunięta dla pokazania błędnika w kościach)	128		
116. Rogoząb, tegoż płytwa piersiowa i zuchwa z płytkami zębowemi gatunku <i>Ceratodus Forsteri</i>	129		
117. Prapłytwiec	130		
118. Szkielet karpia	130		
119. Szkielet głowowy okonia	131		
120. Anatomia śledzia	131		
121. Szkielet głowy żarłacza	132		

Ryc.	Str.	Ryc.	Str.
145. Przeobrażenia chrząszcza <i>Silaxis humeralis</i>	148	174. Przekrój poprzeczny przez ciało wieloszczeta morskiego <i>Eunice</i>	170
146. Budowa anatomiczna karakona	149	175. Anatomia pijawki lekarskiej (przedni koniec ciała od spodu, przecięcie poprzeczne (schemat), oraz pijawka od spodu (z częścią ciała wykrojona)	171
147. Anatomia pszczoły	151	176. Włosień (samica, samiec, postać młodociana, też postać we włóknie mięsnem oraz skręcona i otorbiona we włóknie mięsnem)	172
148. Części paszczowe owadu pszczołowatego <i>Antophora</i>	152	177. Wrotek (samica i samiec)	174
149. Wij skulica (<i>Glomeris marginata</i>) i części paszczowe wija krocionoga (<i>Julus terrestris</i>)	156	178. Anatomia wirka <i>Leptoplana pal-lida</i>	174
150. Wij drewniak	156	179. Motylca wątrobowa	175
151. Serce i naczynia krwionośne tarantuli	157	180. Rozwój motyli (wolno pływający zarodek, sporocysta z rediami wewnątrz, dorosła redia i wolna cercarya)	175
152. Niesporczak <i>Macrobiotus Schultzei</i>	158	181. Stadya rozwoju tasiemca <i>Taenia solium</i> i <i>Taenia saginata</i>	176
153. Świerzbowiec (samiec i samica od spodu, samica z góry i larwa)	159	182. Głowka tasiemca uzbrojonego	176
154. Samiec i samica raka rzeczne-go — widziane od spodu	160	183. Tasiemiec nieuzbrojony	177
155. Anatomia raka rzeczne-go	161	184. Człony dojrzałe tasiemca <i>T. so-lium</i> i <i>T. saginata</i> gotowe do oderwania się	177
156. Głowotułów raka rzeczne-go po odjęciu pokrywy skrzelowej	162	185. Rozgwiazda <i>Echinaster sentus</i> — od strony brzusznej	178
157. Przecięcie podłużne przez ciało raka rzeczne-go	162	186. Organizacja jeżowca morskiego	180
158. Organizacja raka rzeczne-go (układ nerwowy i przewod pokarmowy)	163	187. Szezyki chwytnie czyli pedicellaryje jeżowca	180
159. Narządy płciowe raka rzeczne-go (samice i samce)	163	188. Larwa jeżowca zwana pręto-wcem	181
160. Pływak oczlika	164	189. Liliowiec <i>Isocrinus asteria</i>	182
161. Postać młodociana skorupiaków czyli larwa zwana żywikiem	164	190. Strzykwa <i>Cucumaria Planci</i> z wy-ciągniętymi czułkami	182
162. Krab <i>Telphusa fluviatilis</i>	164	191. Meduza <i>Charybdea marsupialis</i>	183
163. Ośliczka wodna	165	192. Kolonia stulbiopława <i>Podocory-ne carnea</i>	184
164. Kielż zdrojowy z jajami pod tułowiem	165	193. Meduza <i>Phialidium variabile</i> — widziana od strony podkrąż-kowej	185
165. Samiec zadychry	165	194. Meduza <i>Podocoryne carnea</i>	185
166. Samica rozwielitki	166	195. Cewioplaw <i>Physophora hydro-statica</i>	185
167. Przekopnica	166	196. Cewioplaw <i>Stephalia corona</i> (wi-dok z boku i przecięcie)	186
168. Samica oczlika — od strony grzbietowej	166	197. Chęłbia modra — widziana od strony brzusznej	187
169. Organizacja kaczenicy (po usu-nięciu z jednej strony pokryw ciała)	167	198. Korale wieloczułkowe	188
170. Skrzypłocz <i>Limulus moluccanus</i> i <i>Limulus rotundicauda</i>	167		
171. Dżdżownica (w całości, przedni koniec ciała od strony brzusznej i pojedyncza szczećinka)	168		
172. Larwa robaka <i>Polygordius</i> zwa-na trochoforą (w młodszym wieku i starszym)	169		
173. <i>Arenicola marina</i>	170		

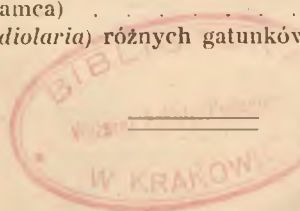
Ryc.	Str.	Ryc.	Str.
199. Gałązka koralu czerwonego	189	210. <i>Stentor Roeselii</i>	192
200. Gałązka koralowiny <i>Madrepora eurystoma</i>	189	211. Małynek w czasie sprzęgania się dwóch osobników	192
201. Gałązka koralowiny <i>Oculina speciosa</i>	189	212. Małynek — od strony brzusznej	193
202. Część koralowiny <i>Maeandrina arabica</i>	189	213. Wiciowiec <i>Euglena viridis</i>	193
203. Część koralowiny <i>Astraea pectinata</i>	189	214. Rozwój zarazka malarycznego (i komar widliszek)	194
204. Żebroplaw <i>Beroe ovata</i>	190	215. Kawałek wapienia numulitowego w przekroju poziomym, na którym widać pojedyncze numulity	195
205. Żebroplaw <i>Callianira bialata</i>	190	216. Pełzak <i>Amoeba polypodia</i>	195
206. Schemat budowy gąbki wapiennej <i>Leucon</i>	190	217. Młoda (jednojądrowa) słonecznica	195
207. Gąbka <i>Sycandra raphanus</i> — w przecięciu podłużnym	191	218. Promieniowiec <i>Heliosphaera echinoides</i>	195
208. Promieniowiec <i>Thalassicolla pelagica</i>	191	219. Otwornica <i>Discorbina (Rotalia) veneta</i>	196
209. Wirezyk w czasie sprzęgania się z mniejszym osobnikiem	192		

TABLICE BARWNE.

Tablica

Przy str.

I. Tablica ilustrująca szkodliwy wpływ alkoholu na ustrój ludzki	52
II. Naśladownictwo (<i>mimicry</i>) u owadów	84
III. Anatomia żaby (samca)	124
IV. Promieniowce (<i>Radiolaria</i>) różnych gatunków	196



Co tu szukasz co tu robisz
 Przyszłaś tu po coś
 I nie możesz znaleźć
 I nie możesz znaleźć



INDEKS.

A

Str.

Abraxas	155
Acalephae	186
Acanthias	132
Acantia	153
Acarina	158
Acarus	159
Accipenser	132
Acherontia	155
Acrididae	149
Actiniae	188
Actinosphaerium	196
Aepyornis	120
Aeschna	150
Agalma	186
Agrestowiec	155
Agriotes	147
Alaudidae	117
Alveolae	23
Alytes	126
Amoeba	196
Amphibia	124
Amphioxus	133
Amphipoda	165
Anabas scandens	127
Anas	119
Anguilla	131
Anguis	123
Annelides	168
Anodonta	140
Anopheles	154
Anser	119
Antedon	181
Anthozoa	187
Anthropopithecus	100
Antilope	108
Anura	124
Aorta	56
Aphididae	153
Aphrophora	153
Aptenodytes	119
Apus	165

Aquaeductus Sylvii

Aquila	117
Ara	117
Arachnina	158
Arachnoidea	157
Arbor vitae	31
Archeopteryx	120
Arctocebus	101
Arctomys	108
Ardeidae	119
Arenicola	170
Argonauta	138
Argulus	166
Argynnis	155
Argyroneta	158
Arion	139
Aromia	149
Arthropoda	142
Articulatio	14
Artiodactyla	107
Ascaris	173
Ascidia	185
Asellus	165
Astacus	160
Asteroidea	179
Astur	117
Ateles	100
Atlas	17
Atrium	55
Attacus	155
Auchenia	108
Aurelia	187
Aves	109
Axolotl	126

B

Balaena	106
Balanus	167
Barczatka	155
Barramunda	130
Bazantowate	119
Bak	154

Str.

Bekasy	119
Bembex	152
Beroe	190
Bezłotek	119
Bezogonowe płazy	124
Bebenek	40
Białka	155
Biegusy	119
Biodro	20
Bison	108
Blattidae	149
Błądnik	42
Błonkoskrzydłe	150
Błotniarka	139
Boa	124
Bóbr	108
Bociany	119
Bolimuszka	154
Bombinator	126
Bombus	152
Bombyx	155
Borsuk	104
Bos	108
Bostrychus	149
Bothriocephalus	177
Brachycera	154
Bradypus	109
Branchiata	159
Branchipus	165
Brodźce	119
Bronchi	63
Brózdogłowiec	177
Brzuchonogi	138
Bubo	117
Bufo	126
Bydło	108

C

Calandra	149
Callianira	190
Calopteryx	150
Cameleopardalis	108

	Str.		Str.		Str.
Camelus	108	Cnidaria	183	Dinornis	120
Campanularia	186	Coccidium	197	Diodon	131
Canidae	104	Coccinella	149	Diplopoda	157
Canis	104	Coccus	153	Dipnoi	129
Carabidae	147	Cochlea	42	Discorbina (Rotalia)	196
Carassius	131	Coelenterata	182	Distomum	175
Cardia	48	Coleoptera	147	Diugón	105
Carnivora	102	Columbae	118	Dobór naturalny	83
Carpocapsa	155	Colymbus	119	Dobór sztuczny	82
Carpus	19	Condylarthra	107	Doryphora	149
Castor	108	Coniunctiva	37	Dotyk	43
Casuarium	120	Copepoda	166	Draco	123
Catarrhina	100	Cor	54	Drapieżne	102
Catocala	155	Cornea	38	Drapieżne ptaki	117
Cavia	108	Corpus callosum	32	Drewniak	156
Cebus	100	Corpus quadrigemi-		Drętwa	132
Cellula	1	num	32	Drobie	119
Centrosoma	2	Corpus striatum	32	Dryocopus	117
Cephalopoda	137	Corliego organ	43	Drzewo życia	31
Cerambyx	149	Costae	17	Ductus thoracicus	51
Ceratodus	130	Coturnix	119	Dwudyszne ryby	129
Cercopithecus	100	Crangon	164	Dwunastnica	49
Cerebellum	30	Cricetus	108	Dwuskrzydłe	153
Cerebrum	30	Crinoidea	181	Dytiscidae	147
Cerkarya	175	Crocodylina	122	Dzbaniec	191
Cervus	108	Crossopus	102	Dzierzby	117
Cestodes	175	Crotalus	124	Dziecioty	117
Cestum	190	Crustacea	160	Dzik	107
Cetacea	105	Ctenophora	189	Dziobak	109
Cewiopławcy	186	Cuculidae	117	Dżdżownica	170
Cewiosierdne	133	Cucumaria	182		
Chaetopoda	170	Culex	154	E	
Chameleo	123	Curculionidae	149		
Charadriidae	119	Cursores	119	Echidna	109
Charybdea	187	Cyclops	166	Echinococcus	177
Chelifer	157	Cyclostomi	133	Echinodermata	177
Chelonia	121	Cygnus	119	Echinoidea	179
Chelbia	187	Cymothoa	165	Echinus	179
Chilopoda	156	Cynipidae	152	Edentata	109
Chiroptera	101	Cynocephalidae	100	Edriophthalmata	165
Chlonica	51	Cyprinus	131	Elateridae	147
Chomik	108	Cypris	167	Elephas	107
Chorioidea	38	Cysticerus	176	Entomophaga	152
Chromatyna	4	Czajka	119	Ephemeridae	150
Chromozomy	4	Czapla	119	Epidermis	66
Chróściki	150	Czepiak	100	Epistropheus	17
Chrysomelidae	149	Czerpakowata chrzą-		Equus	107
Chrysopa	150	stka	62	Erinaceus	102
Chrysops	154	Czerwiec	153	Esos	131
Chrząstkoszkieletowe	132	Czerwioch	176	Etmoidale os	22
Chrząszcze	147	Czerwiochowate	171	Euglena	193
Chylus	50	Czołowa kość	21	Eunice	170
Ciało prążkowane	32			F	
Ciało szkliste	39	D			
Cicadidae	153				
Ciconiidae	119	Daphnia	165	Falconidae	117
Ciemieniowa kość	21	Dasypus	109	Fasciola	175
Ciernik	130	Decapoda	164	Felidae	102
Cilia	3	Delfin	106	Femur	20
Cirrhipedia	167	Dendrocopus	117	Fibula	20
Cistudo	122	Dentes	45	Filaria	173
Clavicula	18	Dermestidae	147	Flagella	3
Clupea	131	Diaphragma	27	Flagellata	193

	Str.		Str.		Str.
Flądra	131	Halmaturus	109	Kajman	123
Foraminifera	196	Hapalidae	100	Kakadu	117
Forficulidae	149	Hemiptera	153	Kalong	102
Formicidae	152	Hepar	50	Kameleon	123
Fornix	32	Hippocampus	131	Kangur	109
Forscalia	186	Hirudinei	170	Kapustnik	155
Fringillidae	117	Hirundidae	117	Karaś	131
Frontale os	21	Holothurioidea	181	Karp	131
G					
Gacek	102	Homarus	164	Karyokineza	5
Gady	120	Humerus	18	Kieź	165
Galago	101	Hurmaczki	197	Klinowa kość	22
Galasówki	152	Hyaenidae	103	Kokeydye	197
Galeopithecus	101	Hyalaea	141	Kolano	21
Gallus	119	Hydra	183	Kolcobrzechy	131
Gammarus	165	Hydrachna	159	Kolezatka	109
Ganoidei	132	Hydrozoa	184	Kolibry	118
Gardforód	126	Hyla	126	Komar	154
Gardziel	47	Hylobates	100	Komarnica	154
Gasterosteus	130	Hymenoptera	150	Komora rombowa	30
Gastropacha	155	Hyoideum os	24	Komora sercowa	55
Gastrophilus	154	Hyomandibulare os	127	Komórka	1
Gastropoda	138	I			
Gawial	123	Ichneumonidae	152	Koń	107
Gąbki	190	Ichtyosaurus	124	Kopytne	106
Gemza	108	Iglica	131	Korale	187
Geophilus	156	Ilei ossa	20	Korzenionózki	195
Geś	119	Indri	101	Kosarz	158
Gibbon	100	Infusoria	192	Kosmki jelitowe	50
Giez	154	Insecta	143	Kostnoszkieletowe	130
Glandula thymus	64	Insectivora	102	Kostłuskie	132
Glandula thyreoidea	64	Iris	38	Kot morski	100, 104
Glires	108	Ischii ossa	20	Kotowate	102
Glista	173	Isopoda	165	Kowal	153
Glomeris	156	J			
Gładkonose	102	Jaje ptasie	116	Koza	108
Głownogi	137	Jajko	69	Kraska	118
Głuszcowate	119	Jajnik	69	Kratnik	155
Gnykowa kość	24	Jamochłony	182	Krażkopławcy	186
Goleń	20	Jarzmowa kość	23	Kret	102
Golab	118	Jaskółki	117	Krew	53
Gorilla	100	Jaszczórkowce	123	Krećka mózgowa	177
Goryl	100	Jaderko	2	Kreğostup	15
Grallatores	119	Jadra	69	Kreğouste	133
Gregarinidae	197	Jadro komórkowe	1	Kreğowce	86
Gronostaj	104	Jednootworowce	109	Krocionóg	157
Gruczoł grasicowy	64	Jedwabnik	155	Krokodyl	122
Gruczoł tarczowy	64	Jeleń	108	Krowa morska	105
Gruidae	119	Jelito	49	Krtań	62
Gryllidae	149	Jesiotr	132	Krucza kość	113
Gryllotalpa	149	Jeź	102	Kruki	118
Gryzonie	108	Jeżokrab	164	Kulszowa kość	20
Grzbietoród	126	Jeżowce	179	Kumka	126
Grzebacz	152	Jęczerek	45	Kuna	104
Grzebiące	119	Język	47	Kur	119
Grzechotnik	124	Julus	156	Kuropatwa	119
Grzępik	167	K			
Gyrinidae	147	Kaczenica	167	L	
H					
Hadena	155	Kaczka	119	Labiryntodonty	126
Halicore	105			Labium	45
				Lacerta	123
				Lacrimale os	24
				Lakowiec	153
				Lama	108
				Lamellibranchiata	140

	Str.		Str.		Str.
Lamellicornia	147	M		Muscidae	153
Lampart	103			Mustelidae	104
Lampyrus	147	Macrolepidoptera	155	Muszla uszna	40
Lancetnik	86, 133	Madrepora	189	Mutacye	85
Langusta	164	Macandrina	189	Mycetes	100
Laniidae	117	Maja	164	Mygale	158
Larus	119	Maki	101	Myriopoda	156
Larynx	62	Makrela	130	Myrmecophaga	109
Lemiesz	24	Malacodermata	147	Myrmeleon	150
Lemuridae	100	Małpiatki	100		
Lieniwiiec	109	Małpozwierze	100	N	
Lens	39	Małpy	99		
Lepas	167	Małże	140	Naczelne	99
Lepidoptera	154	Małżoraczki	167	Naczyniówka	38
Lepisma	156	Małżynek	193	Nagłośnia	48, 62
Leptocardii	133	Mammalia	96	Naja tripudinus	124
Leptoplana	174	Manatus	105	Napięstek	19
Lepus	108	Mandibula	24	Narwał	106
Leucon	191	Mandryl	100	Nasale os.	24
Lew	103	Manis	109	Naskórek	66
Libellula	150	Mannik	153	Nastopek	21
Lichanotus	101	Marsupialia	109	Natatores	119
Licowa kość	23	Maxilla superior	23	Nautilus	138
Lien	59	Maż stawowa	15	Nemathelminthes	173
Ligamenta	15	Medulla oblongata	30	Nematocera	154
Liliowce	181	Medulla spinalis	29	Nemesia	158
Limak	139	Meleagrina	141	Nepa	153
Limax	139	Meleagris	119	Nereida	170
Limfa	59	Meles	104	Nerki	65
Limnaeus	139	Meloe	148	Nerpa	104
Limulus	167	Melolontha	147	Nerwowy układ	28
Lin	131	Melopsittacus	117	Nerwy mózgowe	32
Lingua	47	Membrana cellulae	2	Neurilemma	11
Liparis	155	Metacarpus	19	Neuron	10, 33
Lis	104	Metatarsus	21	Neuroptera	150
Liścionogi	165	Mewa	119	Niedźwiadkowate	157
Listkonose	102	Microlepidoptera	155	Niedźwiedzie	104
Lithobius	156	Miednica	20	Nieparzystokopytne	107
Locustidae	149	Mięczaki	136	Niesporczaki	159
Lotoperz	101	Mięśnie	25	Nietoperze	101
Lucanus	147	Migdał	45	Niphargus	165
Lucioperca	130	Mimiery	84	Nitkowiec	173
Lumbricus	170	Minog	133	Nocek	102
Lupus	104	Mitoza	4	Noctiluca	193
Luscinia	117	Mleczko	50	Nosorożec	107
Lutra	104	Moliki	155	Nosowa kość	24
Lycosa	158	Mollusca	136	Notonecta	153
Lytta	148	Monodon	106	Nucleolus	2
		Monotremata	109	Nucleus	1
L		Mors	104	Nur	119
Łabędź	119	Most Varola	30		
Łasice	104	Motacillidae	117	O	
Łodzik	138	Motyle	154		
Łokieć	19	Motylica	175	Obłęcnowate	173
Łonowa kość	20	Mózg	30	Obojczyk	18
Łopatka	18	Mózdzek	30	Occipitale os	22
Łosoś	131	Mroczek	102	Ocieźnik	164
Łoś	108	Mrówki	152	Octopus	138
Łuskoskrzydłe	154	Mrówkojad	109	Oczlik	166
Łuskowiec	109	Mrówkolew	150	Oczodoł	23
Łuszczaki	117	Mszycy	153	Odbytница	52
Łzowa kość	24	Muchówki	153	Oddechowe narządy	60
Łzowe gruczoły	37	Mus	108	Oddźwiernik	48

	Str.		Str.		Str.
Odmieniec	126	Passeres	117	Pleura	63
Oesophagus	47	Patella	21	Pleuronectes	131
Ogoniaste płazy	126	Pavo	119	Plictolophus	117
Oko	37	Pawian	100	Pliszki	117
Okon	130	Pawik	155	Plusia	155
Okostna	14	Paznokcie	68	Pluskolec	153
Okularnik	124	Paź królowej	155	Pluskwiaki	153
Oligochaeta	170	Pakla	167	Pluteus	181
Oniscus	165	Pchły	154	Plaksa	100
Ophidia	123	Pelagia	187	Płaty mózgowe	32
Ophiuroidea	179	Pelecanus	119	Pławikonik	131
Opłucna	63	Pelias berus	124	Płazińcowate	174
Orangutany	100	Pelikan	119	Płazy	124
Orbita	23	Pełnoróżce	108	Płoszczyca	153
Ornithorhynchus	109	Perca	130	Pluco	63
Orthoptera	149	Perdix	119	Płytwonogi	104
Oryctes	147	Pericardium	55	Pływaki	119
Osierdzie	55	Periostium	14	Podiceps	119
Osiół	107	Perissodactyla	107	Podkowiec	102
Oskrzela	63	Peritoneum	49	Podocoryne	186
Ośliczka	165	Perkoz	119	Podophtalmata	164
Ostonice	134	Pertopław	141	Podramię	19
Ośmiornica	138	Pertowiec	155	Podudzie	20
Ostracoda	167	Petromyzon	133	Podura	156
Ostraea	141	Phalangium	158	Podział komórki	4
Ostrogony	167	Pharynx	47	Pogonisz	158
Ostryga	141	Phasianus	119	Pokrzywnik	155
Otaria	104	Phasma	150	Polychaeta	170
Otidæ	119	Phenacodus	107	Położnik	126
Otolienus	101	Phialidium	186	Pons Varoli	30
Otrzewna	49	Phoca	104	Powonienie	43
Otwornice	196	Pholas	141	Półpokrywe	153
Ovarium	69	Phryganidae	150	Prakopytne	107
Ovis	108	Phyllum	150	Prapłaziec	130
Owadożerne	102	Phyllopoda	165	Prapłytwiec	130
Owady	143	Phyllostoma	102	Prasiatnice	150
Owadziarki	152	Phylloxera	153	Pratchawiec	81
Owsik	173	Physophora	186	Primates	99
Oxyuris	173	Phytophaga	152	Pristis	132
		Picidae	117	Proboscidea	107
		Pieris	155	Processus articularis	16
		Pierścienice	168	Processus spinosus	16
		Pierścieniowata chrzą-		Processus transversus	16
		stka	62	Promień	19
Pachytylus	149	Pierwoszcz	1	Promieniowce	196
Padalec	123	Pierwotniaki	191	Prostoskrzydłe	149
Pagurus	164	Piewiki	153	Proteus	126
Pajaki	158	Pijawki	170	Protoplazma	1
Pajęczaki	157	Pila	132	Protopterus	130
Palatinum os	23	Pinnipedia	104	Protozoa	191
Palatum	45	Pipa	126	Prządka	155
Palce	21	Pisces	126	Prządkówki	155
Paludina	139	Piszczel	20	Przedsionek serca	55
Pancernik	109	Piętowa kość	21	Przekopnica	165
Papilio	155	Planorbis	139	Przelyk	47
Papio	100	Plasmodium	193	Przepiórka	119
Palaemon	164	Plathelminthes	174	Przepona	27
Palinurus	164	Platyrrhina	100	Przewód piersiowy	51
Papugi	117	Platysma	26	Przeżuwające	108
Paradiscidae	118	Plas	158	Pseudoneuroptera	150
Pareczniki	156	Plecotus	102	Pseudopodia	3
Paridae	117	Plemniki	69	Pseudoscorpionina	157
Parietale os	21	Plesiosaurus	124	Psittaci	117
Parzydełkowce	183				
Parzystokopytne	107				

	Str.		Str.		Str.
Szerokonose	100	Tumak	104	Włosień	173
Szew	21, 22	Tuńczyk	130	Włosy	67
Szkarłupnie	177	Tunicata	134	Wodociąg Sylwiusza	31
Szkielet ludzki	13	Tunga	154	Woskówka	113
Szpaki	117	Tur	108	Wpust	48
Szympanś	100	Turbellaria	174	Wróblowate	117
		Twardówka	38	Wydra	104
		Tygrys	103	Wyjec	100
				Wymoczki	192
T		U		Wyrostek robaczkowy	51
Tabanus	154	Ucho	40	Wzgórki czworacze	32
Talpa	102	Udo	20	Wzgórki wzrokowe	32
Tapirus	107	Ukwiały	188		
Tarantula	158	Ungulata	106	X	
Tarczycowa chrząstka	62	Unio	140	Xiphosura	167
Tardigrada	159	Ulna	19		
Tarsus	21	Upupidae	118	Z	
Tasiemiec	176	Urodela	126	Zadychra	165
Taśmowce	176	Ursidae	104	Zaleszczotki	157
Tchawica	63	Uvula	45	Zarodnikowce	197
Teleostei	130			Zaródz	1
Temporale os	22	V		Zaskroniec	124
Teredo	141	Vanellus	119	Zatoczek	139
Termitidae	150	Vanessa	155	Zębodół	23
Tetrodon	131	Vena cava	56	Zęby	45
Testes	69	Vena portae	50	Zdunek	158
Testudo	122	Ventriculus cordis	55	Zieminka	156
Tetraonidae	119	Vertebrata	86	Zimorodek	118
Tęczówka	38	Vespertilio	102	Zmierzchnikowce	155
Thalamus opticus	32	Vesperugo	102	Zmrocznik półpawik	155
Thylacinus	109	Volvocineae	193	Zwójka	155
Thynnus	130	Vomer	24	Zwójkówki	155
Thysanura	156	Vorticella	192	Zygomaticum os	23
Tinea	131	Vulpes	104		
Tinea	155	Vulturidae	117	Ż	
Tipula	154			Żrenica	38
Tkanki	6-10	W		Ż	
Toczki	193	Walenie	105	Żaba	126
Tonsilla	45	Wampir	102	Żachwa	135
Torbacze	109	Wargi	45	Żarłacz	132
Torbopieś	109	Wągiel	176	Żbik	102
Torpedo	132	Wąsonogi	167	Żebroplawy	189
Tortrix	155	Wątroba	50	Żeglarek	138
Trachea	63	Wązkonose	100	Żmija	124
Traszka	126	Węgorz	131	Żołądek	48
Trąbka Eustachego	41	Węże	123	Żółwie	121
Trematodes	175	Wężowidło	179	Żorawie	119
Trepang	182	Wiciowce	193	Żubr	108
Trichechus	104	Widliszek	154	Żuchwa	22
Trichina	173	Widłonogi	166	Żukowiec	159
Triton	126	Wielbłąd	108	Żyła czcza	56
Trochilidae	118	Wieloryb	106	Żyła wrotna	50
Trochophora	169	Wieloszczęty	170	Żyrafa	108
Trójliczki	167	Wiewiórka	108	Żyworodka	139
Trombidium	159	Więzadła	15		
Tropidonotus	124	Wije	156		
Trupiągłówka	155	Wilk	104		
Trylobity	167	Wirczyk	192		
Trzpiennik	152	Wirki	174		
Trzustka	50				
Tubularia	186				



*Tadeusz Kukulski

1 2 leży

Carroll & Co. 1871

30.

32195

UP - Kraków BG



1050243223

