

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

Vol. III, 4

SECTIO C.

10.III.1948

Z Zakładu Zoologii Ogólnej i Ewolucjonizmu Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego U. M. C. S.
Kierownik prof. dr Henryk Raabe

Robert TOWARNICKI

**Badania anatomiczne nad naczyniami krwionośnymi
mózgu ryb kostnoszkieletowych**

**Anatomic Researches on the Blood - Vessels
of the Brain in Teleostians**

Tablice I — IX — Plates I — IX

TREŚĆ — CONTENTS:

Wstęp.

- | | |
|---|----|
| 1. Ujęcie zagadnienia (The approach to the problem) | 53 |
| 2. Materiał i metody badania (Material and methods) | 54 |

I. Naczynia podstawy czaszki (The vessels of the skull basis)

- | | |
|--|----|
| 1. Szczupak (the pike) | 54 |
| 2. Okoń (the perch) | 56 |
| 3. Karp (the carp) | 56 |
| 4. Zestawienie porównawcze naczyń podstawy czaszki
(A comparative analysis of the vessels of the skull basis) | 57 |

II. Naczynia mózgowe (The cerebral blood-vessels)

- | | |
|---|----|
| 1. Szczupak (the pike) — tętnice (arterias) | 59 |
| — żyły (veins) | 61 |
| 2. Okoń (the perch) — tętnice (arterias) | 64 |
| — żyły (veins) | 66 |
| — zmienność żył oponowych
(the variability of meningeal veins) | 68 |
| 3. Karp (the carp) — tętnice (arterias) | 70 |
| — żyły (veins) | 72 |

III. Anatomia porównawcza naczyń krwionośnych mózgu ryb kostnoszkieletowych (A comparative anatomy of cerebral blood-vessels of Teleostians)	
1. Tętnice (arterias)	74
2. Żyły (veins)	78
3. Circulus Willisii	83
IV. Porównanie naczyń krwionośnych mózgu ryb kostnoszkieletowych z innymi rybami, w szczególności ze spodoustymi (A comparison between cerebral blood-vessels of Teleostians and other Fish particularly Selachians)	
1. Tętnice (arterias)	84
2. Żyły (veins)	89
V. Krążenie krwi w mózgu ryb kostnoszkieletowych (The circulation of blood in the brain of Teleostians)	93
VI. Wpływ położenia i budowy mózgu na wykształcenie się naczyń krwionośnych (The influence of the position and the structure of the brain on the forma- tion of blood-vessels)	95
VII. Zestawienie wyników (Conclusions)	99
SUMMARY	101
Bibliografia (Bibliography)	115
Objaśnienie tablic i skrótów (The explanation of plates and abbreviations)	116

A-11534



Nakł. 1500 61 x 86 V kl. 80 g



Wstęp

1. Ujęcie zagadnienia.

Przeglądając literaturę z zakresu naczyń krwionośnych mózgu zauważyłem już dawniej, że brak ich opisu u niektórych ryb a zwłaszcza u kostnoszkieletowych. Dotychczas badano naczynia mózgowe takich zwierząt, które albo były dogodne w preparowaniu, albo były zwierzętami domowymi i z tego punktu widzenia budziły zainteresowanie, przy czym w nadawaniu nazw naczyniom posługiwano się znanymi już stosunkami z anatomii mózgu człowieka.

Wśród badaczy zajmujących się tym zagadnieniem wysuwają się na pierwsze miejsce *H o m a n n i v a n G e l d e r e n*, z których ostatni opracował rozwój naczyń żylnych. Badania ich rzuciły dużo światła na stosunki anatomiczno-porównawcze naczyń mózgowych kręgowców. Jednak z badań tych nie można stworzyć sobie dokładnego i jasnego obrazu unaczynienia mózgu kostnoszkieletowych. *H o f m a n n* w swej obszernej i znakomitej pracy nie uwzględnił zupełnie ryb kostnoszkieletowych, *v a n G e l d e r e n* w swej również bardzo obszernej pracy wymienia jednego przedstawiciela ryb kostnoszkieletowych, mianowicie pstrąga, opisując u niego większe żyły mózgowe i ich stosunek z przednimi żyłami głównymi.

Stan ten można wytłumaczyć trudnościami, wynikającymi z niedokładności technicznej metody badania. Ryby kostnoszkieletowe strzykają się na ogół źle, a metoda rekonstrukcyjna może odtworzyć tylko większe naczynia. Dopiero *G r o d z i ń s k i* podał wygodny sposób strzykania przez tętnicę ogonową i na nastrzykanym w ten sposób pstrągu przedstawił wyczerpująco u tego gatunku stosunki naczyń mózgowych. W pracy swej przejąłem jego układ i mianownictwo.

Ponieważ wykształcenie się dróg naczyniowych zależne jest w dużym stopniu od wykształcenia się samego mózgu, które jest zmienne u poszczególnych przedstawicieli kręgowców, postanowiłem opracować unaczynienia u innych ryb kostnoszkieletowych i zestawić je z innymi zbadanymi kręgowcami.

2. Materiał i metody badania.

Do badań posłużyłem się materiałem o naczyniach strzykanych karpia, szczupaka i okonia — przedstawicieli trzech różnych rodzin kostnoszkieletowych, z których najlepiej nastrzykiwał się szczupak, gorzej już karp, a bardzo trudno okoń.

Ryby o wadze 200—250 g strzykałem błękitem pruskim w ten sposób, że po skrwawieniu przez obcięcie ogona wbijałem zatępioną igłę iniekcyjną w łuki hemalne kręgów ogonowych. Manipulacja taka dawała pewność wejścia igły albo w tętnicę, prowadzącą wprost do głowy, a tym samym nastrzykania się tętnic mózgowych, albo trafienia do żyły, prowadzącej przez serce też do głowy.

Z tak nastrzykanych preparatów odcinałem głowy bez żuchwy lub wypreparowywałem mózgi w całości i prześwietlałem. Prześwietlania dokonywałem według metody Spalteholtz'a z opuszczeniem benzoesanu benzyłowego, co dawało równie dobre wyniki, jak oryginalna metoda. Preparaty należało tylko dobrze odwodnić, co dawało dobry rezultat przez użycie fenolu. Prześwietlałem salicylanem metylowym, a jako płynów pośrednich używałem z równym skutkiem benzolu jak i ksylolu.

Rysunki konstruowałem z kilku preparatów w jeden obraz, co było konieczne, ponieważ na preparacie miałem nastrzykane albo tętnice albo żyły. Przy rysowaniu posługiwałem się aparatem Abbe'go.

I. Naczynia podstawy czaszki.

Naczynia doprowadzające krew do mózgu i odprowadzające ją z niego leżą u podstawy czaszki; należą one do aorty, tętnic skrzelowych oraz żył głównych.

1) Szczupak (*Esox lucius* L.)

Po odcięciu żuchwy i usunięciu podniebienia, które u tego gatunku jest stosunkowo cienkie, odsłania się tętniczy pierścień głowowy — *circulus cephalicus*. Leży on na podstawie czaszki, na wysokości skrzeli i jest znacznie wydłużony w kierunku długiej osi tak, że przybiera kształt elipsy. Budują go aorty boczne i tętnice szyjne wewnętrzne.

Au. laterales (Tabl. 1. Al), aorty boczne leżą po bokach kości klinowej, przykryte ścięgnistą dość cienką błoną. Ciągną się one od *a. epibranchialis efferens* pierwszego łuku skrzelowego i dążą ku tyłowi do miejsca, gdzie okolica skrzelowa przechodzi w tułów. Zbierają one po drodze *aa. epibranchiales efferentes* drugiego, w końcowym zaś odcinku trzeciego i czwartego łuku (Tabl. 1. Aep.) i łączą się w nieparzystą aortę środkową.

Aa. carotides internae (Rys. 1, Aci) znacznie krótsze od aort bocznych, są odgałęzieniami *a. epibranchialis efferens* pierwszego łuku, a kierując się dośrodkowo do przedniego odcinka kości klinowej wchodzi do jej wnętrza osobnymi otworami. Tuż przed wnikięciem oddają one na zewnątrz krótką gałązkę, biegnącą do nibyskrzela *a. pseudobranchialis efferens*. Po przejściu na wewnętrzną stronę kości klinowej dzieli się *a. carotis interna* na dwie gałęzie: krótką, doprowadzającą krew do mózgu *a. encephalica* i bardzo długą *a. orbito-nasalis*.

Aa. orbito nasales (Tabl. I A n) po krótkim przebiegu na wysokości I nerwu wzrokowego przechodzą znów na zewnętrzną stronę kości klinowej i biegną po zewnętrznej stronie kości podniebiennych ku przodowi, bocznie względem nerwów węchowych. Ominawszy oczodół odchylają się od linii środkowej ku wewnętrznemu brzegowi kości szczękowej i biegną do przodu pyska.

Aa. encephalicae (Tabl. I, 1 Aen) jako bardzo krótkie naczynia zbliżają się medialnie do siebie bardzo blisko, jednak nie łączą się ze sobą i przechodzą na wewnętrzną stronę kości klinowej do wnętrza puszek mózgowej, gdzie u podstawy nerwów wzrokowych oddają gałęzie na mózg.

A. pseudobranchialis efferens (Tabl. I, 1 Ape) biegnie od wieczka skrzelowego skośnie ku linii środkowej i w miejscu, gdzie *a. orbito-nasalis* wychodzi z puszek mózgowej, krzyżuje się od strony wewnętrznej pod tymi tętnicami i przechodzi na brzuszną stronę nerwu wzrokowego jako *a. ophthalmica magna* (Tabl. I, 1 Ao). Lewą i prawą stronę tego naczynia łączy krótka anastomoza. Mózgu nie unaczynia.

Naczynia odprowadzające krew z mózgu uchodzą do żył głównych przednich vv. *cardinales anteriores* (Tabl. I, 1 Vod).

V. orbito-nasalis (Tabl. I, 1 Vn) rozpoczyna się pod łukiem wargi górnej (Tabl. I, 1 Lb) i biegnie zgodnie z kierunkiem *a. orbito-nasalis*, lecz bocznie od niej i ponad nerwem wzrokowym w okolicę kości klinowej, gdzie zbliża się do *a. carotis interna*. Żyła ta jest właściwie przednim odcinkiem żyły głównej przedniej; jednak ze względu na swoje położenie analogiczne do tętnicy zasługuje na taką samą nazwę. W końcowym swym odcinku przyjmuje biegnącą od oka v. *ophthalmica magna* i v. *cerebri media*.

Żyła ta biegnie w dalszym ciągu w komorze skrzelowej na brzusznej i bocznej stronie kości klinowej, przylegającej bezpośrednio do niej i zgodnie z aortą boczną, nieco dorsalnie i lateralnie od tej ostatniej. W tylnym odcinku kości klinowej przyjmuje v. *cerebri posterior* i odchyla się od kości klinowej i przechodzi na boczną stronę tułowia, biegnąc dalej ku tyłowi i dążąc do serca.

V. ophthalmica magna (Tabl. I, 1 Vo) jest żyłą równą prawie co do swej długości tętnicy tej samej nazwy. Biegnie ona od gałki ocznej, przy-

legając początkowo do nerwu wzrokowego, po czym odchyła się ku tyłowi i w sąsiedztwie tętnic nibyskrzelowych uchodzi do żyły głównej.

V. cerebri media i *cerebri posterior* są opisane w części o naczyniach mózgowych.

Allis badał naczynia podstawy czaszki u tego gatunku. Moje wyniki są zgodne z jego, z wyjątkiem następujących szczegółów. Według tego badacza *aa. carotides internae* są połączone ze sobą w przedniej części, skąd odchodzi nieparzysta tętnica domózgowa. Na moich preparatach nie stwierdziłem tego w żadnym wypadku.

2. Okoń (*Perca fluviatilis* L.).

U tego gatunku naczynia podstawy czaszki są przykryte grubą i mięsistą ścianą gardzieli i podniebienia. Po usunięciu tych części odsłaniają się naczynia, których rozmieszczenie jest w zasadzie zgodne z takim samym u szczupaka. Odrazu rzuca się w oczy wyraźny *circulus cephalicus*, w przeciwieństwie niż u szczupaka, prawie kolistego kształtu. Budują go te same tętnice, *aa. laterales* i *aa. carotides internae*.

Stosunek *circulus cephalicus* do kości klinowej i *aa. epibranchiales efferentes* jest taki sam jak u szczupaka. Odmienne się przedstawiają:

Aorta lateralis (Tabl. II, 2 Al) na odcinku między *a. epibranchialis efferens* pierwszego i drugiego łuku ma światło mniejsze niż na odcinku między następnymi łukami skrzelowymi, który ma światło większe. *Aa. epibranchiales* uchodzą do aorty bocznej pod kątem zbliżonym do prostego.

A. orbito-nasalis (Tabl. II, 2 an) odchodzi od *a. carotis interna* jeszcze przed jej wniknięciem do puszeki mózgowej, w związku z czym u tego gatunku tętnica ta biegnie stale poza obrębem puszeki mózgowej, przeciwnie niż u szczupaka i karpia.

Nie stwierdziłem na żadnym preparacie obecności *a. pseudobranchialis efferens secundaria*.

Układ żylny przedstawia się zupełnie identycznie jak u szczupaka.

3. Karp (*Cyprinus carpio* L.).

Naczynia podstawy mózgu tego gatunku przykryte są ścianą gardzieli również znacznej grubości, po usunięciu której odsłania się układ tętniczy, wśród którego, podobnie jak u poprzednio opisanych gatunków *circulus cephalicus* zajmuje centralne położenie. Kształtem swym jest on zbliżony do rombu. Budują go też te same naczynia aorty boczne i *aa. carotides internae*, z których każda tworzy jeden z boków czworokąta. Różnice wykazują:

Aorta lateralis (Tabl. II, 3 Al) na odcinku między *a. epibranchialis eff.* drugiego łuku skrzelowego a bardzo krótkim pniem wspólnym obu następnych tętnic łączy się już w nieparzystą aortę środkową.

Aa. carotis interna (Tabl. II, 3 Aci) zaraz u swego początku zagłębia się w tkankę kostną k. klinowej i przechodząc na wewnętrzną powierzchnię puszeki mózgowej oddaje *a. orbito-nasalis* z powrotem przez drugi otwór na zewnątrz puszeki.

A. orbito-nasalis (Tabl. II, 3 An) po wyjściu na zewnątrz puszeki mózgowej kieruje się ku przodowi i dąży do nerwu węchowego, gdzie rozdziela się na dwie gałęzie, z których jedna dąży do opuszek węchowych, jako ich tętnica odżywcza, druga sięga aż do wargi górnej, rozpadając się w niej na naczynia włosowate.

Aorta medialis (Tabl. II, 3 Am) rozpoczyna się tuż za *a. epibranchialis* drugiego łuku skrzelowego, po czym przyjąwszy pień wspólny obu następnych tętnic skrzelowych, dąży ku tyłowi i przebijając podstawę kości klinowej (Tabl. II, 3 Bs) przechodzi w okolicę tułowia.

A. pseudobranchialis efferens (Tabl. II, 3 Ape) łagodnym łukiem łączy oba nibyskrzela. Od niej w znacznym oddaleniu od linii środkowej odchodzi *a. ophthalmica magna*. Na przestrzeni od nibyskrzela do tętnicy ocznej posiada tętnica bardziej znacznie rozszerzone światło aniżeli odcinek między tętnicami ocznymi, który służy tylko jako wydłużona anastomoza.

A. ophthalmica (Tabl. II, 3 Ao) odchodzi od tętnicy nibyskrzelowej w znacznej odległości od linii środkowej a bliżej nibyskrzela i nie towarzyszy nerwowi wzrokowemu, ale biegnie wprost do gałki ocznej, rozpadając się w niej na drobne naczynia.

Ułożenie vv. *cardinales anteriores* odpowiada takiemu samemu opisanemu u poprzednich gatunków.

4. Zestawienie porównawcze naczyń podstawy czaszki.

Krew utlenioną zbierają cztery naczynia skrzelowe wyprowadzające — *aa. epibranchiales efferentes* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Aep). Odchodzące od pierwszego skrzelu naczynie ku podstawie czaszki tworzy rozwidlenie, którego jedno ramię przedłuża się w tętnicę szyjną wewnętrzną *a. carotis interna* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Aci), doprowadzającą krew już bezpośrednio do mózgu, drugie natomiast ramię zwraca się ku tyłowi, przyjmując kolejno naczynia skrzelowe odprowadzające i tworzy aortę boczną — *aorta lateralis* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Al). Naczynia odprowadzające krew z trzeciego i czwartego skrzelu łączą się razem we wspólny krótki pień, którym uchodzą do aorty środkowej, *aorta medialis* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Am), którą tworzą połączone ze sobą aorty boczne. Ujście tych pni znajduje się albo

w miejscu połączenia się aort bocznych jak u szczupaka i okonia lub jest ono przesunięte poza połączenie znacznie ku tyłowi jak to występuje u karpia. W tym też jeszcze miejscu odchodzi u szczupaka i okonia tętnica trzewiowa, *a. coeliaco-mesenterica* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Amt) odżywiająca jelita.

Wytworzony z aort bocznych i tętnic szyjnych wewnętrznych u podstawy czaszki pierścień głowowy (*circulus cephalicus*) rozdziela krew tak, iż ze skrzeli kierowana jest ku wyznaczonym z góry odcinkom ciała. U szczupaka i okonia dają się wyróżnić trzy drogi. Jedna prowadząca krew od pierwszego skrzela wprost do mózgu poprzez tętnicę szyjną wewnętrzną. Byłaby to jedyna droga, którą mózg otrzymuje krew. Druga prowadząca krew od pierwszego i drugiego skrzela przez aorty boczne do aorty środkowej, a więc do tułowia i narządów przez nią odżywianych. Trzecia droga prowadząca krew z trzeciego i czwartego skrzela wprost od tętnicy trzewiowej. Tak więc krew utleniona w skrzelach rozdziela się w kręgu głowowym na trzy porcje, zasilać trzy różne drogi, odżywiające różne części ciała ryby: mózgową, tułowiową i trzewiową.

U karpia stosunek ten przedstawia się inaczej, ponieważ tętnica trzewiowa przesuwana się od wspólnego pnia naczyń trzeciego i czwartego łuku skrzelowego daleko aż poza *basisphenoideum* przebite przez aortę środkową (Tabl. II, 3 Bs). Stosunek ten jest charakterystyczny dla karpiowatych (*procesus pharyngealis* — S a g e m e h l).

Narząd wechu zaopatruje w krew tętnica oczodołowo-nosowa *a. orbito-nasalis* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 An), odchodząca od tętnicy szyjnej wewnętrznej i biegnąca zgodnie z kierunkiem nerwów węchowych do opuszek węchowych, oddając tam krótkie i drobne gałązki, po czym biegnie ku szczytowi pyska, gdzie w wardze górnej kończy się naczyniami włosowatymi (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Lb).

Gałka oczna otrzymuje krew od tętnicy ocznej — *a. ophthalmica magna* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Ao), odchodzącej od tętnicy nibyskrzelowej wyprowadzającej *a. pseudobranchialis efferens* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Ape), która biegnie szerokim łukiem przed pierwszym skrzem na granicy oczodołu i skrzeli, łącząc oba po przeciwnej stronie leżące nibyskrzela (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Ps).

Nibyskrzele otrzymuje krew z tętnicy wieczkowej doprowadzającej krew (F), niewidocznej na preparacie, oraz przez tętnicę doprowadzającą wtórną *a. pseudobranchialis efferens secundaria* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Apa). Krew z nibyskrzela wyprowadza tętnica nibyskrzelowa wywodząca *a. pseudobranchialis efferens* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Ape). Tętnicy nibyskrzelowej wtórnej nie znalazłem na moich preparatach okonia.

Krew z głowy zbierają parzyste żyły główne vv. *cardinales anteriores* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Vcd). Rozpoczynają się one u szczytu pyska i towarzyszą początkowo tętnicom oczodołowo-nosowym. Odcinek ten zasługuje z tego względu na nazwę v. *orbito-nasalis* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Vn). W okolicy oczodołu biegną one jego krawędzią, omijając gałkę oczną i ponad nerwem wzrokowym przechodzą na brzuszną i boczną stronę kości klinowej. W tym miejscu przyjmują żyłę odprowadzającą krew z gałki ocznej v. *ophthalmica magna* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Vo) oraz żyłę odprowadzającą krew z mózgu v. *cerebri media* (Tabl. I, II, 1, 2, 3 Vcm). W dalszym ciągu biegnie żyła główna po podstawie czaszki i po przyłączeniu obu wyżej wymienionych żył, towarzysząc aortom bocznym przyjmuje drugą z kolei żyłę mózgową v. *cerebri posterior*. Na wysokości kości potylicznej odchylają się żyły główne od linii środkowej i biegną po bokach tułowia, kierując się wentralnie ku sercu.

Obraz przedstawiający rozmieszczenie naczyń u podstawy czaszki jest zależny od kształtu głowy. Wyraźnie ujawnia się to w kształcie pierścienia głowowego i przebiegu żył głównych.

Wydłużony kształt głowy powoduje owalne wykształcenie się pierścienia głowowego u szczupaka, w związku z czym naczynia wyprowadzające skrzelowe uchodzą do niego pod kątem ostrym. Skrócony kształt głowy u okonia i karpia natomiast powoduje wykształcenie się pierścienia kształtu kolistego jak u okonia lub czworokątnego jak u karpia. Skutkiem tego znów naczynia skrzelowe uchodzą do pierścienia pod kątem zbliżonym do prostego. Czworokątny kształt pierścienia u karpia zależny jest od tego, że aorta środkowa wytworzyła się już na odcinku między tętnicami drugiego i trzeciego łuku skrzelowego oraz rozszerzeniem podstawy czaszki w okolicy oczodołowej i nibyskrzelowej. To rozszerzenie tej części głowy wpływa na to, że żyły główne u karpia nie przebiegają równolegle jak u okonia lub szczupaka, ale w przedniej części głowy są znacznie od siebie oddalone, a najbliżej siebie przebiegają w okolicy podstawy kości klinowej.

II. Naczynia mózgowe.

1. Szczupak (*Esox lucius* L.).

Tętnice.

A. encephalica (Tabl. III, IV, 4, 7, 8 Aen) stanowi przedłużenie *a. carotis interna* i po wyjściu z kości klinowej w obręb puszek mózgowych, w okolicy przedniego brzegu międzymózdzia, kieruje się na przysadkę mózgową i podstawę nerwu wzrokowego. Tam biegnie ona ku przodowi wzdłuż linii środkowej, bardzo blisko obok takiej samej tętnicy strony przeciwnej. Na tym dość krótkim przebiegu nie widać żadnego połączenia

obu tych tętnic ze sobą. Tętnica ta u podstawy mózgu dzieli się na dwie gałęzie: *a. cerebri anterior* i *a. cerebri posterior*.

A. cerebri anterior (Tabl. III, IV, 4, 7 Aca) biegnie po powierzchni kory nerwu wzrokowego i po krótkim przebiegu, nagłym skretem przechodzi na jego stronę boczną. W miejscu zwrotu oddaje wzdłuż nerwu wzrokowego jeszcze na brzusznej jego powierzchni, cienkie naczynie *a. centralis retinae* (Tabl. III, IV, 4, 7 Aer), które początkowo biegnie powierzchownie i zwolna wchodzi w tkanę tego nerwu. Ominawszy nerw wzrokowy kieruje się *a. cerebri ant.* w dalszym ciągu ku przodowi na podstawę przedmózdża, oddając po jego zewnętrznej powierzchni na stronę grzbietową krótkie naczynie *a. epiphysealis* (Tabl. III, IV, 4, 6, 7 Ae), które po tej stronie biegnie bruzdą między przedmózdzem a śródmózdzem do przysadki mózgowej, gdzie u jej podstawy wnika do jej wnętrza. *A. cerebri anterior*, przeszedłszy wreszcie na podstawie przedmózdża tworzy wzdłuż przedniego jego brzegu łagodny łuk i łączy się z takim samym naczyniem strony przeciwnej w nieparzyste naczynie *a. basilaris prosencephali*.

A. cerebri posterior (Tabl. III, IV, 4, 7 Acp) odchodzi od głównego pnia prawie pod kątem prostym, na granicy międzymózdża i podstawy nerwu wzrokowego, na stronę boczną mózgu. Tu zgodnie z krzywizną śródmózdża tworzy duży łuk, kieruje się ku tyłowi i, przechodząc ponad nerwem okoruchowym, dochodzi w ten sposób do tylnej części śródmózdża. Pomiedzy nerwem okoruchowym a nerwem błotkowym wchodzi ta tętnica pod *lobi inferiores* międzymózdża, gdzie zaraz oddaje dwie gałęzie: dośrodkowo *a. mesencephali centralis* i *a. cerebelli centralis* — bocznie. Sama, w dalszym ciągu zbliżając się ku linii środkowej, wynurza się spod *lobi inferiores* i przyjmuje takie samo naczynie strony przeciwnej, łącząc się z nim, tworzy pod podstawą rdzenia przedłużonego nieparzyste naczynie *a. basialis*.

A. basilaris prosencephali (Tabl. III, IV, 4, 8, 8 Apb) powstaje z połączenia lewej i prawej *a. cerebri anterior* i biegnie w bruzdzie między płacami węchowymi, od ich podstawy wzdłuż nerwów węchowych, kończąc się w ich mięszu drobnymi gałązkami. U podstawy nerwów węchowych, między nie, oraz na wewnętrzne ściany płatów węchowych, odchodzi drobna rozgałęziająca się tętniczka *a. lobi olfactorii*.

A. basialis (Tabl. III, IV, 4, 7, 8 Ab) powstaje natomiast z połączenia lewej i prawej *a. cerebri posterior* i leży na linii środkowej pod podstawą rdzenia przedłużonego. Naczynie to nieparzyste w zasadzie, nie jest takim na całym prawie swym przebiegu. W okolicy nerwu słuchowego tworzy wyspę dzieląc się na dwie gałęzie, z których każda biegnie w kierunku odpowiadającego sobie błędnika, *a. labirinthi* (Tabl. III, IV, 4, 7, 8

Alb). Od nich znów dwoma korzeniami odchodzi dalszy ciąg opisywanej nieparzystej tętnicy, która biegnie dalej ku tyłowi po linii środkowej wzdłuż rdzenia przedłużonego, aż poza obręb korzeni nerwu błędnego, gdzie też kończy się i nie przedłuża się na rdzeń grzbietowy. Od tego naczynia odchodzą liczne gałęzie *aa. rhombencephali centrales*.

A. cerebelli centralis (Tabl. III, IV, 4, 5, 6, 7, 8 Ach) odchodzi od *a. cerebri posterior* i wynurzając się spod *lobi inferiores* zatacza ku tyłowi łuk przechodząc przed nerwem bloczkowym na tylną zewnętrzną stronę śródmózdża. Tutaj, wymijając od przodu nerw trójdzielno-twarzowy zagłębia się w graniczną bruzdę między śródmózdżem a rdzeniem przedłużonym i kieruje się ku podstawie mózdzku, gdzie wreszcie zagłębia się w jego miąższu. Wewnątrz tkanki mózdzku biegnie ta tętnica grzbietowo i dośrodkowo aż do jego tylnego brzegu, kończąc się naczyniami włosowatymi, oddając na przestrzeni swego biegu takie same drobniotkie gałązki w miąższ mózdzku.

A. mesencephali centralis (Tabl. III, IV, 4, 6, 8 Ams) oddzieliwszy się od *a. cerebri posterior*, zwraca się znów ku linii środkowej mózgu i kieruje się ku przodowi. Tutaj pod przysadką mózgową łączy się z takim samym naczyniem strony przeciwnej i jako nieparzyste naczynie przebija miąższ międzymózdża. W miąższu jego dzieli się na dwie gałęzie przednią i tylną. Obie one wydostają się na dno komory trzeciej, zaś miejsca ich wylotu leżą na wydłużonej osi jedno za drugim. Przednia gałąź na dnie komory dzieli się na dwa ramiona, które odchylają się prawie pod kątem rozwartym w kierunku bocznych wewnętrznych ścian śródmózdża, gdzie na jego wewnętrznej powierzchni tworzą duży łuk zgodnie z krzywizną tej części mózgu i kierują się ku tyłowi na stropową ścianę komory. Druga tylna gałąź, również na dnie komory dzieli się na dwa boczne ramiona rozgałęziające się na *tori semicirculares*. Wzdłuż przebiegu oddają one bardzo liczne, drobne gałązki na wewnętrzną powierzchnię śródmózdża i przechodzą w naczynia włosowate miąższu ściany komory.

Aa. rhombencephali centrales (Tabl. IV, 8 Arb) są to naczynia tętnicze, odchodzące w liczbie od 7—10 prawie pod kątem prostym od *a. basialis* i wnikaące w miąższ rdzenia przedłużonego. Przechodzą przez całą jego grubość na dno komory czwartej i tutaj rozgałęziają się na jej wewnętrznej powierzchni a następnie na jej boczną ścianę, gdzie się kończą delikatnymi gałązkami.

Ż y ł y.

V. cerebri anterior (Tabl. III, IV, 5, 7 Vca) występuje jako krótkie i cienkie naczynie, biegnące po zewnętrznej bocznej powierzchni przodo-

mózdzia od *saccus dorsalis*, przykrywającego szyszynkę mózgową i nieco ku przodowi uchodzi do *v. orbito-nasalis*.

Nasadka mózgowa znajduje się wewnątrz płaszcza, *saccus dorsalis*, utworzonego z opony pierwotnej mózgu, kóra jest w tym miejscu bardzo silnie unaczyniona. Cienkie naczynia przebiegają w krętych liniach, tworząc liczne zakola. Płaszcz ten jest płaski i rozpościera się od tylnego brzegu śródmózdzia aż prawie po płaty węchowe, przykrywając sobą od strony grzbietowej prawie całe przedmózdze. Z naczyniami tego płaszcza łączą się w tylnej części drobne korzonki żył leżących na śródmózdzu.

V. cerebri media (Tabl. III, IV, 4, 7 Vcm) uchodzi z puszki mózgowej razem z nerwem trójdzielnym. Zbiera krew z brzusznej powierzchni mózgu, począwszy od przedmózdzia, aż po rdzeń przedłużony. Rozpoczyna się ona trzema dużymi gałęziami: *ramus anterior*, *medius* i *posterior*.

Ramus anterior venae cerebri mediae (Tabl. III, IV, 4, 7 Ra) rozpoczyna się w okolicy płatów węchowych oraz przedmózdzia delikatnymi naczyniami. Leży on lateralnie na brzusznej powierzchni przedmózdzia. Naczynie to po przekroczeniu obszaru granicznego pomiędzy przedmózdzem a śródmózdzem, przesuwa się ku brzegowi śródmózdzia i zbiera po drodze krew z jego przedniej i bocznej powierzchni i uchodzi do żyły mózgowej środkowej.

Ramus medius venae cerebri mediae (Tabl. III, 4 Rm) bardzo krótki i dość gruby pień rozpoczyna się gałązkami, leżącymi na *lobi inferiores* i międzymózdzu: w przedłużeniu swego biegu tworzy *v. cerebri media*.

Ramus posterior venae cerebri mediae (Tabl. III, IV, 4, 7 Rp) rozpoczyna się na rdzeniu przedłużonym drobnymi gałązkami w okolicy nerwu słuchowego. Naczynie to w dalszym ciągu przechodzi na śródmózdze i tutaj odsuwa się podobnie jak *ramus anterior* od linii środkowej na brzeźną część śródmózdzia. Ramię to zbiera krew z okolicy słuchowej rdzenia przedłużonego oraz bocznej i tylnej powierzchni śródmózdzia.

V. cerebri posterior (Tabl. III, IV, 4, 5, 6, 7 Vop) zbiera krew z żył rozmieszczonych na grzbietowej powierzchni mózgu i wychodzi z nerwem błędnym poza obręb puszki mózgowej. Jako jednolity pień rozciąga się na krótkiej przestrzeni od mózdzka aż po nerw dziesiąty i korzenie jej leżą w pierwotnej oponie mózgowej na mózdzku i śródmózdzu. Wśród nich wyróżniają się następujące naczynia:

Vv. tecti (Tabl. III, IV, 5, 7 Vvt) w ilości trzech par leżą na śródmózdzu, rozkładając się wachlarzowato na tej silnie rozrośniętej części mózgu. Rozpoczynają się drobnymi gałązkami, biegnącymi poprzecznie w pierwotnej oponie mózgowej, leżąc prawie bezpośrednio na mózgu, gdzie tkwią w naczyniach włosowatych ściany jego miąższu. Pierwsza

para leży najbliżej linii środkowej. Rozpoczyna się ona w okolicy nasadki i biegnie wzdłuż bruzdy między półkulami sklepienia śródmózdzia. Druga z kolei para żył zajmuje środek tego sklepienia i jest od pozostałych krótsza. Trzecia para leży całkiem bocznie od tamtych dwu. Wszystkie one okrwawiają te partie śródmózdzia, na których spoczywają. W tylnej części śródmózdzia łączą się one ze sobą poprzecznymi anastomozami oraz po trzy na każdej półkuli śródmózdzia. Powiązane w ten sposób zbierają się w jedną żyłę po każdej stronie, która w oponie kieruje się w tył ponad mózdzkiem.

V. cerebelli dorsalis (Tabl. III, 5, 6 Vcbd) powstaje z połączenia wyżej wspomnianych trzech par żył śródmózdzia i bocznej żyły mózdzkowej — *v. cerebelli lateralis*. Naczynie jest bardzo silne i biegnie również w oponie pierwotnej mózgu ponad mózdzkiem. Naczynia te zbierają się na tylnym brzegu mózdzka ku sobie i komunikują ze sobą bardzo krótką anastomozą. W tym też miejscu przyjmują tylną żyłę mózdzkową *v. cerebelli posterior* i przechodzą każda na swej stronie mózgu w tylną żyłę mózgową.

V. cerebelli lateralis (Tabl. III, IV, 5, 7 Vchl) biegnie poprzecznie do długiej osi mózgu i tworzy się z dwu korzeni: jednego biorącego początek na bocznej powierzchni rdzenia przedłużonego w okolicy nerwów trójdzielnego i twarzowego oraz drugiego spoczywającego na bocznej powierzchni mózdzku. Oba ramiona spotykają się w okolicy uszek mózdzku i wspólnym ramieniem uchodzą do żył sklepienia śródmózdzia. Zbiera ona krew z bocznej powierzchni rdzenia przedłużonego i mózdzku.

V. cerebelli posterior (Tabl. III, IV, 5, 6, 7 Vchp) bierze początek na uszkach mózdzku i biegnie po dolnej jego powierzchni ku tylnej żyłe mózdzkowej. Zbiera krew z tej części mózdzku.

V. chorioidea lateralis (Tabl. III, IV, 5, 6, 7 Vch) bierze swój początek u podstawy mózdzku, rozpoczynając się gałązkami łączącymi się z siatką spłotu naczyniowego komory czwartej. Biegnie ona ku *v. cerebri posterior* ponad nerwem błędnym.

Vv. terminales (Tabl. III, IV, 5, 7 Vvt) występują w postaci drobnych krótkich gałązek już na rdzeniu grzbietowym i uchodzą również do *v. cerebri posterior*.

V. mesencephali profunda (Tabl. III, IV, 5, 6, 7 Vms) rozpoczyna się drobnymi gałązkami, leżącymi na powierzchni groniastego ciała, występującego na dnie komory trzeciej i dającego początek *tractus longitudinalis*, biegnącemu pod sklepieniem tejże komory. W miejscu gdzie styka się sklepienie śródmózdzia z mózdzkiem, w jego tylnej części, gałązki te tworzą żyłę uchodzącą na zewnątrz śródmózdzia. Biegnie ona początkowo w bruzdzie utworzonej przez śródmózdzie i mózdzek, po jego przedniej ścianie ku grzbietowi. Jest parzysta i każda uchodzi do odpowiadającej

sobie tylnej żyły mózdzkowej. Zbiera ona krew z *tractus longitudinalis* z jego podstawy oraz tylnej wewnętrznej powierzchni śródmózdzia.

Plexus chorioideus (Tabl. III, IV, 6 Ol) komory czwartej, niezbyt dobrze wykształcony, znajduje się cały pod mózdzkiem. Zbudowany jest z bardzo cienkich i drobnych naczynek, tworzących dość regularne wielokątne oczka. Komora czwarta jest od strony grzbietowej zamknięta przez stykające się ze sobą *lobi posteriores*, które tylko w tylnej części zostawiają małą szparę stanowiącą wejście do tej komory. Cały zatem splot leży na powierzchni i nie wnika do światła komory. Krew z niego zbiera v. *chorioidea*.

2. Okoń (*Perca fluviatilis* L.)

Tętnice.

A. encephalica (Tabl. V, VI, 9, 12, 13 Acs) po wejściu do wnętrza puszki mózgowej jako przedłużenie *a. carotis interna*, dochodzi do przysadki mózgowej i po jej przednim brzegu przesuwając się na korzeń nerwu wzrokowego. Leży ona na linii środkowej obok tętnicy strony przeciwnej. Obie te tętnice, jakkolwiek bardzo blisko obok siebie biegną, jednak nie łączą się ze sobą i nie anastomozują. Zaraz u podstawy nerwu wzrokowego dzieli się ona na trzy gałęzie: *a. centralis retinae*, *a. cerebri anterior* i *a. cerebri posterior*.

A. centralis retinae (Tabl. V, VI, 9, 12 Acr) odchodzi od *a. encephalica* jako jej wewnętrzna gałąź, która biegnie po brzusznej powierzchni nerwu wzrokowego i wzdłuż niego aż do miejsca, niedaleko gałki ocznej, gdzie zagłębia się w jego miąższ.

A. cerebri anterior (Tabl. V, VI, 9, 12 Aca) odbiega od *a. encephalica* jako jej środkowe rozgałęzienie. Omija ona podstawę nerwu środkowego i przechodzi na brzuszną powierzchnię przedmózdzia. Tu biegnie dalej wzdłuż półkul przedmózdzia do bruzdy granicznej między nim a płatami węchowymi, gdzie zwraca się ku linii środkowej i łączy się z takim samym naczyniem strony przeciwnej w nieparzyste naczynie *a. basilaris prosencephali*. Po drodze oddaje ona bocznie ku stronie grzbietowej *a. epiphysealis* (Tabl. V, VI, 9, 11, 12 Ae).

A. cerebri posterior (Tabl. V, VI, 9, 12 Acp) jako trzecia boczna, zewnętrzna gałąź odchodzi od *a. encephalica* prawie pod kątem prostym i zatacza olbrzymi łuk zgodnie z krzywizną śródmózdzia, omijając bocznie *lobi inferiores* i nie przylegając zupełnie do powierzchni brzusznej śródmózdzia. Ominawszy po drodze nerw okoruchowy, w pośrodku odległości między nim a nerwem błoczkowym, wnika pod *lobi inferiores*, oddając najpierw bocznie ku tyłowi *a. cerebelli* i wewnętrznie dwie gałęzie: ku przodowi *a. mesencephali* i ku tyłowi *a. basialis*.

A. basilaris prosencephali (Tabl. V, VI, 9, 12, 13 Aph) rozpoczyna się w miejscu złączenia obu *aa. cerebri anteriores* i jako bardzo krótkie naczynie leży w bruzdzie między płatami węchowymi. U podstawy nerwu węchowego dzieli się ona na krótkie gałązeczki, które wnikają do wnętrza nerwu. Jedna z gałęzek, zazwyczaj środkowa, wybiega samodzielnie między tymi nerwami i kończy się w oponie mózgu.

A. epiphysealis (Tabl. V, 9 Ae) odchodzi od *a. cerebri anterior* i biegnie ponad boczną, zewnętrzną powierzchnią przedmózdża w kierunku bruzdy między nim a śródmózdżem. Tu dochodzi do podstawy nasadki mózgowej i wnika do jej wnętrza, zaopatrując narząd ten w krew.

A. basialis (Tabl. V, VI, 9, 12, 13 Ab) jest nieparzystą tętnicą, powstała właściwie z połączenia końcowych odcinków *a. cerebri posterior*. Wybiega ona spod *lobi inferiores* w kierunku rdzenia przedłużonego. Naczynie to leży pod rdzeniem przedłużonym i sięga swoim końcowym odcinkiem aż w okolicę nerwu błędnego. W okolicy zaś nerwu słuchowego oddaje obustronnie naczynie, odżywiające błędnik, *a. labyrinthi* (Tabl. V, VI, 9, 12, 13 Ab). W miąższ rdzenia przedłużonego oddaje liczne tętnice *aa. rhombencephali centrales*.

A. prosencephali centralis (Tabl. V, VI, 11, 13 Aps) odchodzi od *a. basilaris prosencephali* przed nerwem wzrokowym, na granicy przedmózdża. Przenika ona przez jego ścianę i wnika do jego komory, gdzie na wewnętrznej ścianie silnie się rozgałęzia.

A. cerebelli centralis (Tabl. V, VI, 9, 11, 12, 13 Ach) jest bocznym naczyniem odchodzącym od *a. cerebri posterior* w miejscu, w którym ona zagłębia się między *lobi inferiores* a rdzeń przedłużony. Kieruje się ona ku tyłowi i biegnie po zewnętrznej, tylnej ścianie śródmózdża, w bruzdzie między tym odcinkiem mózgu a rdzeniem przedłużonym ku podstawie mózdzku. Tu wgłębia się ona w miąższ uszka mózdzku i biegnie początkowo ku linii środkowej. Po krótkim przebiegu zwraca się wyraźnie ku stronie grzbietowej mózdzku i kończy się przy tylnym jego brzegu, przystosując cały swój bieg do krzywizny jego powierzchni.

A. mesencephali centralis (Tabl. V, VI, 9, 11, 13 Ams) jest również bocznym, lecz wewnętrznym odgałęzieniem *a. cerebri posterior*. Odchodzi od niej pod *lobi inferiores* niedaleko *succus vasculosus ventralis*. Zaraz po odgałęzieniu skierowuje się ku przodowi i po krótkim przebiegu łączy się z naczyniem strony przeciwnej w naczynie nieparzyste, które po przejściu przez miąższ międzymózdża, wychodzi w środku na dnie komory trzeciej, gdzie znów rozgałęzia się na dwie boczne gałęzie. Biegają one po wewnętrznej ścianie tej komory i rozgałęziają się licznie, sięgając tylnej ściany śródmózdża swymi najdalej wysuniętymi rozgałęzieniami.

Aa. rhombencephali centrales (Tabl. VI, 13 Arb) są to liczne tętniczki, które w liczbie 9—10 odchodzą pod kątem prostym od *a. basialis* i wnikają w rdzeń przedłużony. Tętniczki te przedostają się na dno komory czwartej, gdzie licznie rozgałęziają się, sięgając swymi zakończeniami na boczne ściany tej komory.

Żyły.

V. cerebri anterior wykształca się jako połączenie żył sklepieniowych i nasadki z żyłą oczodołowo-nosową i jest najczęściej nieparzysta po jednej stronie mózgu.

V. cerebri media (Tabl. V, VI, 9, 12, ryc. tekst, 1 Vcm) leży w przedniej części śródmózdzia i zbiera krew z brzusznej powierzchni mózgu. Ma ona dość krótki bieg i na tej wysokości wydostaje się razem z nerwem poza obręb puszeki mózgowej. Do niej uchodzą trzy duże naczynia żyłne, leżące na brzusznej stronie mózgu: *ramus anterior, medius* i *posterior*.

Ramus anterior venae cerebri mediae (Tabl. V, VI, 9, 12 Ra) rozpoczyna się drobnymi gałązkami na grzbietowej powierzchni płatów węchowych. Przechodzi on w dalszym ciągu bruzdą między nimi a przedmózdem na brzuszną jego stronę i tu, biegnąc dalej ku tyłowi jego podstawą, zbiera drobne naczynia z boków i środka tego odcinka mózgu. Na tylnym brzegu przedmózdzia przechodzi ponad *a. cerebri ant.* na śródmózdzie i przez *lobi inferiores*, po ich przednim brzegu, dąży ku *v. cerebri media*. Lewe naczynie jest często silniejsze i jego początkowe gałęzie leżą dość daleko, bo na grzbietowej powierzchni prawego płatu węchowego (Tabl. V, 11 Ra), skąd przechodzi na lewy płat i tu dopiero przedostaje się na brzuszną powierzchnię prawego przedmózdzia.

Ramus medius venae cerebri mediae (Tabl. V, VI, 9, 12 Rm) rozpoczyna się drobnymi gałązkami na bocznej ścianie *saccus vasculosus*, skąd zbiera krew i kieruje swój bieg ku przodowi mózgu. Naczynie to biegnie z boku przysadki mózgowej i, przylegając ściśle od jej ściany, zbiera drobne naczynia, rozmieszczone siatkowato na przysadce. Naczynie to wreszcie dochodzi do przedniego brzegu *lobus inferior* i tu w bruzdzie między nim a korzeniem nerwu wzrokowego uchodzi do *v. cerebri media*.

Ramus posterior venae cerebri mediae (Tabl. V, VI, 9, 12 Rp) rozpoczyna się w okolicy nerwu słuchowego i, mijając od środka nerw trójdzielny, przechodzi między nim a tylnym brzegiem *lobus inferior* na brzuszną powierzchnię śródmózdzia, zbierając po drodze drobne gałązki, odkrwawiające boczne partie międzymózdzia i boczną zewnętrzną ścianą śródmózdzia. Prawe ramię jest zazwyczaj dłuższe i rozpoczyna się bliżej nerwu błędnego drobnymi naczyniami, tworzącymi na powierzchni brzusznej rdzenia przedłużonego nieregularną siateczkę.

V. cerebri posterior (Tabl. V, VI, 9, 10, 11, 12, ryc. tekst. 1 Vcp) zbiera krew prawie wyłącznie z grzbietowej strony mózgu. Leży ona w tylnym odcinku rdzenia przedłużonego i przechodzi po zewnętrznej jego powierzchni ze strony grzbietowej na brzuszną między korzeniami nerwu błędnego. Powstaje ona z dwu bocznych żył: *v. chorioidea*, doprowadzającej krew od spłotu naczyniowego komory czwartej i *v. cerebelli posterior*, oddającej krew z żył oponowych. Do tylnej żyły mózgowej uchodzą jeszcze drobne naczyniłka *vv. terminales* (Tabl. V, VI, 9, 12 Vt).

V. chorioidea lateralis s. ramus anterior venae cerebri posterioris (Tabl. V, VI, 10, 11, 12 Vch) biegnie wzdłuż rdzenia przedłużonego po grzbietowej jego stronie na przestrzeni od mózdzka po nerw błędny. Zbiera ona drobne naczyniłka ułożone równoleżnikowo na *lobi posteriores* oraz z rozpostartej między nimi sieci naczyniowej. U podstawy mózdzka żyłę tę tworzą dwa inne naczynia: *v. auriculairs* i *v. cerebelli lateralis*.

V. auricularis (Tabl. V, VI, 10, 11, 12 Vau) rozpoczyna się drobnymi gałązkami na *torus semicircularis* i częściowo na *torus longitudinalis*, wewnątrz komory trzeciej i przechodzi na granicy śródmózdzka i podstawy mózdzku w bruzdę dzielącą te odcinki mózgu od siebie. Z bruzdy naczynie kieruje się na boczną powierzchnię uszek.

V. cerebelli lateralis (Tabl. VI, 12 Vchl) rozpoczyna się szerokim korzeniem spoczywającym na bocznej powierzchni mózdzku i biegnie po niej ku jego uszkom, gdzie w tylnej ich części łączy się z *v. auricularis* w żyłę spłotu naczyniowego komory czwartej.

V. bulbalis (Tabl. V, VI, 10, 12, 14 Vb) rozpoczyna się w okolicy opuszek węchowych oraz biegnie w oponie zewnętrznej ponad przedmózdem aż w okolicę nasadki mózgowej. Skutkiem jednak zmienności jaka występuje w wykształceniu tych naczyń na tym odcinku mózgu, uchodzi albo wprost do żył sklepienia albo do żyły mózgowej przedniej. Służy do odkrwawienia opony zewnętrznej na przestrzeni od opuszek węchowych aż do przedmózdzka.

V. tecti (Tabl. V, VI, 10, 12, 13, ryc. tekst. 1 Vvt) biegnie w oponie mózgowej zewnętrznej tuż pod jej powierzchnią. Bieg jej niestały i wykazuje odchylenia od zasady. Rozpoczyna się w okolicy nasadki mózgowej w miejscu połączenia się *vv. bulbales*. Początkowo biegnie na bardzo krótkiej przestrzeni jako nieparzyste naczynie i dzieli się zaraz na dwa ramiona, sięgające tylnych brzegów śródmózdzka. W tym miejscu łączą się one niejednokrotnie z *v. cerebelli posterior*. Do *v. tecti* uchodzą boczne gałązki rozmieszczone w oponie nad śródmózdem i odkrwawiające ją, oraz grubsze naczynia, zbierające krew z grzbietowej powierzchni półkul śródmózdzka. Te ostatnie odchodzą od opony pierwotnej wewnętrznej, w której tkwią ich delikatne korzonki, pod kątem prawie że prostym. Są

one tak długie, jak grubą jest w tym miejscu opona. Liczba ich nie jest stała. Wśród nich wyróżnia się *v. mesencephali*. Pomiędzy żyłą sklepieniową, a żyłą mózgową przednią, toczy się walka o zasięg, z której najczęściej zwycięsko wychodzi ta ostatnia, wpływając w ten sposób na zmianę zasadniczego ułożenia.

V. cerebelli posterior (Tabl. V, VI, 10, 11, 12, ryc. tekst. 1 Vcbp) jest naczyniem parzystym, które biegnie w oponie ponad mózdzkiem i dochodzi do nerwu błędnego, gdzie łączy się z *v. cerebri posterior*. Żyły te łączą niejednokrotnie tę ostatnią z *v. tecti*, rzadko zaś rozpoczynają się samodzielnym korzeniem w okolicy przedniej mózdzku. Tuż przy ujściu do *v. cerebri posterior* występuje szereg poprzecznych anastomoz, które tworzą niewielki spłot naczyń o dość dużym świetle, tworząc siatkę o bardzo nieregularnych oczkach.

V. mesencephali profunda (Tabl. V, VI, 10, 11, 12 Vins) rozpoczyna się na przednich wzgórkach *tori longitudinales* i przechodzi pod tylnymi wzgórkami na zewnętrzną tylną ścianę śródmózdża. Tworzą ją dwa ramiona: lewe i prawe, z których każde zbiera krew z odpowiadającej sobie połowy śródmózdża. Biegnie ona początkowo po ścianie mózdzku, potem pozostawia go i skierowuje się do *v. tecti*.

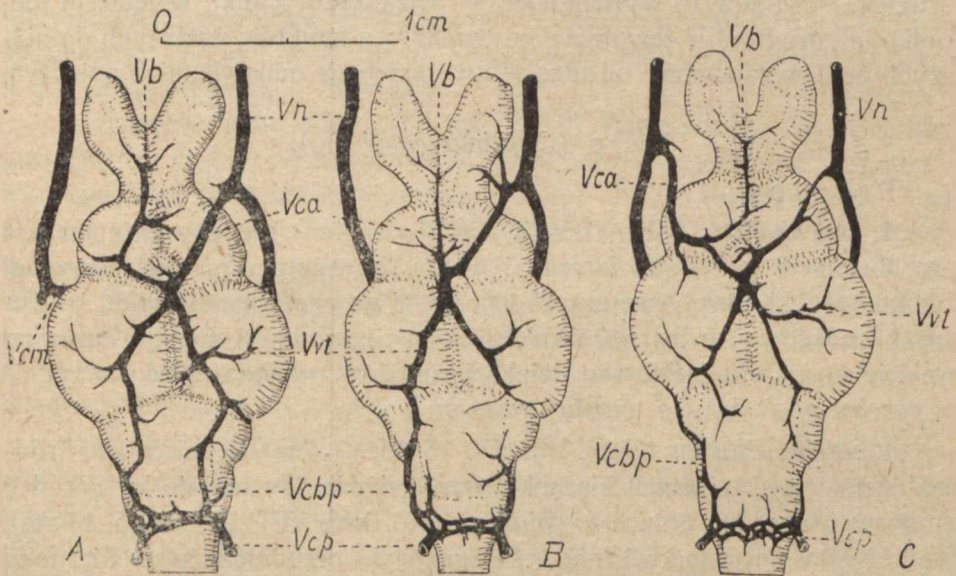
Plexus chorioideus (Tabl. V, VI, 10, 12, 13 Pl) rozpościera się na całą prawie szerokość rdzenia przedłużonego. Rozpoczyna się na tylnej ścianie mózdzku w połowie jego wysokości i sięga aż po nerw błędny. Boki jego ograniczają *vv. chorioideae*, do których uchodzą jeszcze drobne naczynia z bocznej powierzchni rdzenia przedłużonego. W przedniej części spłot jest siateczką o wyraźnie regularnych oczkach, w tylnej części ztraca charakter oczek a naczynia mają raczej charakter gałązek.

Zmienność żył oponowych okonia.

Żyły przebiegające w oponie mózgowej okrywającej mózg, wykazują znaczną zmienność i nie mają tendencji do ustalenia się. Zmienność wiąże się z ujściem tych naczyń do *v. orbito-nasalis* względnie do *v. cerebri posterior*. Naczynia te na pierwszy rzut oka przypominają ułożeniem literę „X” przy czym punkt skrzyżowania leży w okolicy nasadki mózgowej. Przednie ramiona tej litery stanowią punkty połączenia tych żył z *v. orbito-nasalis*, tylne zaś — z *v. cerebri post.* Na preparatach moich nie znalazłem takiego ułożenia, a natomiast spotkałem trzy warianty: a) jedno połączenie przednie i dwa tylne, b) jedno przednie i jedno tylne, c) dwa przednie.

W pierwszym przypadku (ryc. tekst. 1 A) brak lewego ujścia, a cały prąd krwi skierowuje się ku połączeniu prawemu utworzonemu przez żyłę mózgową przednią, skutkiem czego naczynie to znacznie powiększa się

Zbiera ono krew z przedmózdzia przez *v. bulbalis*, która zajmuje skutkiem tego położenie centralne oraz z okolicy śródmózdzia przez lewą i prawą *v. tecti*. Te dwie ostatnie łączą się każda osobno z żyłą biegnącą wzdłużnie ponad mózdzkiem t. j. *v. cerebri posterior*.



Rys. 1. Trzy przypadki zmienności naczyń oponowych okonia.

The occurrence of three cases of variability in the meningeal blood vessels in the perch.

W drugim przypadku (ryc. 1 B) występuje również tylko połączenie prawe i samodzielna lewa *v. bulbalis*, położona centralnie. W tylnej części tylko lewa *v. tecti* zachowuje łączność z *v. cerebri posterior*, prawe natomiast posiada samodzielny korzeń w oponie nad prawą połową śródmózdzia. Skutkiem tego prawa *v. cerebelli posterior* staje się samodzielnym naczyniem. W ogólnym obrazie przedstawia się to ułożenie tak, jakby przez całą długość mózgu przebiegało jedno skośne naczynie żylne o dużych wymiarach światła a bocznie od tyłu i przodu dochodziło po jednym mniejszym naczyniu.

W przypadku trzecim (ryc. 1 C) występują oba połączenia przednie z *v. orbito-nasalis* przy czym prawe jest silniejsze od lewego. Widać jeszcze bardzo cienkie naczynie położone centralnie i uchodzące do lewego połączenia, jest to prawdopodobnie resztką lewej *v. bulbalis*. Oba tylne połączenia *v. tecti* z *v. cerebelli posterior* nie istnieją. *Vv. tecti* rozpoczynają się samodzielnymi korzeniami w oponie nad śródmózdzem, każda nad swoją jego stroną. Lewa *v. cerebelli posterior* jest dłuższa od prawej i zaczyna się tuż w okolicy śródmózdzia.

Zmienność tę można tłumaczyć większą plastycznością żył oponowych okonia niż u innych ryb kostnoszkieletowych i zależną jest ona od kształto-twórczych czynników, wyrażających się w niejednorodnym tempie rozwoju odpowiednich części mózgu i przesunięcia się jednych względem drugich. Powoduje to wytworzenie się większego spadku w jednym kierunku lub drugim i w rezultacie spływu krwi z punktów wyższych do niższych oraz w zależności od tego wytworzenie się odpowiednich połączeń.

K a r p (*Cyprinus carpio* L.).

T ę t n i c e.

A. encephalica (Tabl. VIII, IX, 15, 17, 18 Aen) i u tego gatunku jest przedłużeniem *a. carotis interna* i wnika do wnętrza puszek mózgowej z boku kości klinowej oraz przechodzi na jej wewnętrzną stronę od środka puszek mózgowej, tuż przed śródmózdzem i boczenie od mózgu. Zaraz po wejściu do puszek mózgowej dzieli się na dwa ramiona tylne i przednie *a. cerebri posterior* i *a. cerebri anterior*.

A. cerebri anterior (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17 Aca) biegnie przed śródmózdzem i obok niego w kierunku przedmózdzia. Tu oddaje ku nasadce mózgowej wyraźną tętnicę *a. epiphysealis* (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17 Ae). Stąd biegnie ku przodowi, nie przylegając do przedmózdzia, w kierunku nerwów wzrokowych. Tętnica na tym odcinku zarysowuje swoim biegiem kształt bocznej linii przedmózdzia i zetknąwszy się z nerwem wzrokowym, omija go od strony grzbietowej oraz kieruje się ku osi wzdłużnej. Tu omija znów nerw węchowy od strony brzusznej i łączy się z równomiennym naczyniem strony przeciwnej. Połączenie następuje ku przodowi do skrzyżowania nerwów wzrokowych i od tego miejsca oba naczynia tworzą nieparzystą tętnicę *a. prosencephali basilaris*.

A. cerebri posterior (Tabl. VIII, IX, 15, 17 Acp) oddziela się jako druga gałąź *a. encephalica*. Kieruje się ona ku śródmózdzu i po krótkim przebiegu zwraca się ku tyłowi. Biegnie brzegiem pod brzuszną powierzchnią międzymózdzia i wyminawszy nerw okoruchowy, między nim a nerwem błoczkowym zwraca się do śródmózdzia. Tu wciska się pod *lobi inferiores* i biegnie ku środkowi mózgu. Po drodze oddaje ona trzy gałązki w kierunku przysadki, mózdzka i śródmózdzia. Końcowy odcinek tej tętnicy łączy się nad *lobi inferiores* w okolicy *saccus vasculosus* z takim samym naczyniem strony przeciwnej w nieparzyste naczynie *a. basialis*.

A. basilaris prosencephali (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17 Apb) jest tętnicą powstałą z połączenia przednich odcinków *aa. cerebri anteriores*. Rozpoczyna się przed skrzyżowaniem nerwów wzrokowych i biegnie medialnie ku przodowi, dzieląc się widlasto na szereg drobnych naczynek. Wzdłuż

przebiegu odchodzą drobne gałązki, odżywiając nerw węchowy. Patrząc z boku widzi się ją leżącą powyżej nerwów węchowych.

A. basialis (Tabl. VIII, IX, 15, 17, 18 Ab) powstaje przez połączenie się lewej i prawej *a. cerebri posterior* w okolicy *saccus vasculosus*. Tuż po połączeniu się wysuwa się znad *lobi inferiores* i biegnie środkiem rdzenia przedłużonego, gdzie w okolicy nerwu błędnego kończy się drobnymi naczyniami. Od niej, koło nerwu słuchowego odchodzi po obu stronach naczynie do błędnika *a. labyrinthi*.

A. hypophysealis (Tabl. VIII, IX, 15, 17 Ah) odchodzi od *a. cerebri posterior* zaraz u jej początku. Naczynie to kieruje się ku korzeniom nerwu wzrokowego i po krótkim przebiegu zwraca się do międzymózdzia i od przodu przedostaje się na ich powierzchnię brzuszną. Oddaje ono w tym miejscu gałązkę na podstawę nerwu wzrokowego, która początkowo biegnie powierzchownie, po krótkim jednak przebiegu zagłębia się w tkankę nerwową. Odpowiada ona *a. centralis retinae*. Tętnica ta biegnie dalej po brzusznej powierzchni międzymózdzia i uchodzi w bruzdzie między międzymózdzem a przysadką do tej ostatniej.

A. cerebelli centralis (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17, 18 Acb) odchodzi jako zewnętrzne odgałęzienie *a. cerebri posterior* w miejscu, gdzie ona między trzecim i czwartym nerwem wciska się pod *lobi inferiores*. Naczynie to skierowane jest ku tyłowi i przesuwając się po tylnej ścianie śródmózdzia, kierując się do podstawy mózdzka. Tu biegnie początkowo bruzdą między śródmózdzem i międzymózdzem i wnika w miąższ tego ostatniego, przyjmując położenie coraz bardziej centralne. W miąższu mózdzka biegnie ono pod jego powierzchnią czołową i ciemieniową, gdzie oba parzyste naczynia zbliżają się ku sobie znacznie i kończą w tej części mózdzka.

A. mesencephali centralis (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 18 Ams) odchodzi od *a. cerebri posterior* medialnie nad *lobi inferiores* w pobliżu *saccus vasculosus* w miejscu, gdzie końcowy odcinek *a. cerebri posterior* tworzy nieparzystą *a. basialis*. Zwraca się ona zaraz ku przodowi i łączy się po krótkim przebiegu z równoimiennym naczyniem strony przeciwnej w odcinek nieparzysty, który zagłębia się w międzymózdzie i biegnie aż do dna komory trzeciej, gdzie się wreszcie powtórnie rozgałęzia. Tu wytwarza cztery gałązki: dwie przednie rozchodzą się w lewą i prawą stronę na wewnętrzne ściany półkul śródmózdzia i kierują się na jego sklepienie, oddając po drodze liczne gałązki na całą wewnętrzną powierzchnię, dwie tylne słabsze dostają się pod *tori longitudinales* i tam się kończą.

A. prosencephali centralis (Tabl. VIII, IX, 16, 18 Aps) odchodzi jako delikatne naczynie parzyste od *aa. cerebri ant.* w miejscu gdzie łączą się one w nieparzystą *a. basilaris prosencephali*, między półkulę przedmózdzia i tam oddaje na jego ściany boczne gałązki.

Aa. rhombencephali centrales (Tabl. VIII, IX, 15, 17, 18 Ab) odchodzą od *a. basialis* w liczbie około ośmiu pod kątem dokładnie prostym i wgłębiają się zaraz po odgałęzieniu w miąższ rdzenia przedłużonego. Środkowa partia tych naczynek przeważnie nie osiąga dna komory czwartej, tylko przednia i tylna gałązka sięgają dna tej komory. Przednie sięgają do przedniej części *lobus facialis*, tylne zaś do tylnej części tego *lobus*, wspinają się na boczne ściany i przechodzą nawet na *lobus vagi*.

Żyły.

V. cerebri anterior (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17 Vca) niewielkie naczynie rozpoczyna się drzewkowato rozgałęzionym korzeniem na bocznej powierzchni przedmózdża i biegnie wprost do *v. orbito-nasalis*.

V. cerebri media (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17 Vcm) leży nazewnątrz śródmózdża przed jego przednim brzegiem, jest stosunkowo krótka i stanowi jakby przedłużenie *v. orbito-nasalis*. Osobnymi ujściami, bez poprzedniego połączenia się ze sobą, uchodzą do niej dwa naczynia: *ramus anterior* i *posterior*.

Ramus anterior venae cerebri mediae (Tabl. VIII, IX, 15, 17 Ra) składa się z dwu gałęzek przedniej i tylnej. Przednia rozpoczyna się dwoma korzeniami, z których pierwszy spoczywa na brzusznej ścianie przedmózdża, drugi na *lobi inferiores* w pobliżu przysadki. Do nich uchodzą drobne naczynia, leżące na przysadce i *lobi*. Oba wspomniane korzenie spotykają się na międzymózdżu, na wysokości nerwu wzrokowego. Tylna część *ramus anterior* rozpoczyna się drobnymi naczyniami na rdzeniu przedłużonym, w okolicy korzeni nerwu słuchowego. Przechodzi on bocznie na brzuszną powierzchnię śródmózdża i biegnie ku jego przedniemu brzegowi, tworząc razem z poprzednio wymienionym korzeniem wspólne ujście do *v. cerebri media*.

Ramus posterior venae cerebri mediae (Tabl. VIII, IX, 15, 17 Rp) rozpoczyna się dwoma silnymi korzeniami, położonymi w okolicy mózdzka: *v. cerebelli lateralis* i *v. lobi vagi anterior*. Biegnie ono ku przodowi obok rdzenia przedłużonego i śródmózdża i uchodzi do *v. cerebri media*. Jest dobrze rozwinięte i posiada znaczne światło.

V. cerebelli lateralis (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17 Vcbl) rozpoczyna się krótkimi gałązkami na grzbietowej i bocznej powierzchni mózdzku, skierowanymi ku przodowi i biegnie w bruzdzie między śródmózdżem i mózdzkiem. Ciągnie się na całej przestrzeni od szczytu aż do podstawy mózdzka i w dalszym biegu zbiera drobne gałązki rozmieszczone na tylnej ścianie śródmózdża.

V. lobi vagi anterior (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17 Vla) rozpoczyna się krótkimi korzonkami na przedniej i brzusznej powierzchni *lobus vagus*

i biegnąc w oddaleniu od rdzenia przedłużonego łączy się z *v. cerebelli lateralis* w *ramus posterior venae cerebri mediae*.

Po stronie grzbietowej wśród gęstego spłotu drobnych naczynek żylnych, występujących w oponach mózgowych, wyróżniają się niektóre większe naczynia żyłne: *v. bulbalis*, *vv. tecti* i *vv. meningis*, zbierające wzdłuż całego swego przebiegu drobne naczyniaka oponowe. Wszystkie one biegną przeważnie od przodu ku tyłowi, rozpoczynają się w okolicy opuszek węchowych i biegną wzdłuż całej długości mózgu aż do tylnego odcinka rdzenia przedłużonego, łącząc do *v. cerebri posterior*.

V. cerebri posterior (Tabl. VIII, IX, 15, 16, 17 Vco) leży na tylnym brzegu nerwu błędnego. Ma stosunkowo krótki przebieg i oprócz wspomnianych wyżej naczyń żylnych, biegnących w oponie, zbiera jeszcze żyły, leżące na *lobus vagus*.

V. bulbalis (Tabl. VIII, IX, 14, 17 Vb) jest to żyła parzysta, która biegnie od opuszek węchowych, aż w okolice przedmózdża. Rozpoczyna się drobnymi korzonkami na opuszkach węchowych i początkowo towarzyszy nerwom węchowym mniej więcej do połowy ich długości. Tu oddala się od tego nerwu i, biegnąc dalej w oponie ku jej grzbietowej powierzchni, sięga aż nad nasadkę, gdzie uchodzi do jednej z żył *v. tecti*. Żyły te stale wyróżniają się w mózgu karpia, jakkolwiek bieg ich nie zawsze jest regularny. Obserwować na nich można łagodne krzywizny, do których uchodzą rozmaite drobniejsze i grubsze naczynia, występujące na powierzchni opon i tworzące niejednokrotnie siatkę. W obrębie opuszek węchowych występują poprzeczne naczynia anastomozujące.

Vv. tecti (Tabl. VIII, IX, 14, 17 Vtc) jest to pięć żył, leżących w oponie i posiadających przebieg równoległy do długiej osi. Rozpoczynają się one drobnymi naczynkami w oponie lub też jako przedłużenie *v. bulbalis* i *vv. meningis*. Biegną one blisko siebie od śródmózdża aż nad komorę czwartą, gdzie zbiegają się w krótki nieparzysty pień *v. cerebelli posterior*. Między nimi znajdują się liczne połączenia anastomozujące, tworzące spłot żylny, ograniczający grubymi naczyniami obszerne pola, wypełnione siecią drobnych naczyń.

Vv. meningis (Tabl. IX, 17 Vmg) jest to bardzo wiele żył, łączących mózg z *v. tecti*. Występują one na odcinku od nasadki aż po komorę czwartą. Przednie rozpoczynają się w siatce nasadki i grubymi naczyniami zdążają ku *v. tecti*. Następne rozpoczynają się na śródmózdżu, ostatnia biegnie od *plexus chorioideus* komory czwartej. Przebieg ich nie jest regularny, ani też nie uchodzą do głównych żył pod kątem prostym, a raczej ostrym. Często dwie lub trzy na swoim przebiegu łączą się razem, a potem znów dzielą się i osobnymi drogami uchodzą do żył sklepienia

(v. *tecti*). Wśród nich wyróżniają się dwie jako stałe, v. *mesencephali profunda* i v. *chorioidea centralis*.

V. *mesencephali profunda* (Tabl. VIII, IX, 16, 17, 18 Vms) rozpoczyna się głęboko wewnątrz komory trzeciej. Silnymi dwoma ramionami spoczywa ona na *tori semicirculares* obu półkul śródmózdzia, w ich bruzdach, skąd zbiera leżące w nich drobniejsze naczynia. Żyła ta biegnie podwójnym pniem po tylnej ścianie śródmózdzia i w tym miejscu wydostaje się na zewnątrz, kierując się wprost ku żyłom sklepienia.

V. *chorioidea centralis* (Tabl. VIII, IX, 16, 17, 18 Vch) rozpoczyna się jako nieparzyste naczynie sięcią drobnych korzeni, występujących na powierzchni *lobus facialis*, leżącego wewnątrz komory czwartej i dwiema gałązkami, odchodzącymi z boku od rdzenia przedłużanego. Żyła ta biegnie w komorze od *lobus facialis* do *plexus*, który przebija, kierując się ku tej samej żyłce co v. *mesencephali profunda*.

V. *cerebelli posterior* (Tabl. VII, IX, 14, 17 Vcb) jako wyraźnie krótki i gruby nieparzysty pień, który łączy ze sobą razem wszystkie żyły, biegnące znad *tectum opticum* i dzieli się na dwa ramiona, przechodzące zaraz w v. *cerebri posterior*.

V. *terminalis* (Tabl. VII, IX, 14, 17 Vt) parzysta żyła, spoczywa po obu stronach początkowego odcinka rdzenia grzbietowego i uchodzi do v. *cerebri posterior*. Leży ona w oponie, w której widoczna jest jeszcze siatka naczyń, łącząca się z nią.

Na *lobus vagus* znajdują się naczynia żyłne, z których jedno jako korzeń *ramus posterior venae cerebri mediae* występujący w przedniej części omówiliśmy wyżej. W tylnej części *lobus* leżą trzy naczynia żyłne, v. *lobi vagi dorsalis* (Tabl. VIII, IX, 16, 17 Vld) na grzbietowej stronie v. *lobi vagi lateralis* z boku i v. *lobi vagi ventralis* na stronie brzusznej. Wszystkie one osobno uchodzą do v. *cerebri posterior*.

Plexus chorioideus (Tabl. VIII, IX, 16, 17, 18 Pl) komory czwartej jest rozpostarty nad nią na dość znacznej szerokości, od tylnej ściany mózdzka po tył *lobi vagi* i między nimi. Tworzy go gruba błona, wewnątrz której przebiegają drobne naczynia żyłne, tworzące siatkę, a wśród nich wyróżniają się silniejsze, zbiegające się promieniście do v. *chorioidea*.

III. Anatomia porównawcza naczyń krwionośnych mózgu ryb kostnoszkieletowych.

I. Tętnice.

U podstawy czaszki, pod kością klinową leżą aorty boczne, które w przedłużeniu ku przodowi zbiegają się w przednim odcinku tejże kości i tu ją przebijają, przechodząc na jej przeciwną stronę, do wnętrza puszki

mózgowej. U podstawy mózgu dzielą się one na dwie gałęzie: biegnącą ku przodowi tętnicę mózgową przednią (*a. cerebri anterior*) i ku tyłowi tętnicę mózgową tylną (*a. cerebri posterior*). Tworzące się u podstawy rozwijającego się mózgu chrząstki (*trabecula cranii*) obejmują wewnątrz obie aorty, które wchodzą w wytworzone w ten sposób okienko przysadkowe (*fenestra hypophyseos*). Okienko przedziela aorty na dwa odcinki, jeden pozostały na zewnątrz chrząstek i późniejszej czaszki, nosi nazwę *a. carotis interna* i drugi po stronie mózgu, nosi nazwę tętnicy domózgowej *a. encephalica*. Zmniejszające się przez rozrost chrząstek okienko staje się otworem wlotowym dla obu tętnic domózgowych, zbliżając je przez to coraz bardziej ku sobie i w ostatecznym wyniku powodując u niektórych gatunków wtórne ich połączenie się w nieparzyste naczynie.

U pstrąga tęczowego (G r o d z i ń s k i) występuje nieparzysta tętnica domózgowa w obrębie myodomu i przechodzi przez otwór wlotowy w dalszym ciągu już jako nieparzyste naczynie, aż do podstawy nerwu wzrokowego, przed przysadkę mózgową, gdzie rozdziela się na główne tętnice mózgowie. Szczupak i okoń posiadają w otworze wlotowym parzyste tętnice domózgowe, leżące bardzo blisko siebie, a nawet jedna z nich, zwyczajnie lewa, wysuwa się przed prawą ku przodowi tak, że leżą jedna za drugą. Z punktu widzenia rozwojowego można uważać stosunek ten u szczupaka i okonia za bardziej pierwotny niż u pstrąga. Na schemacie, podanym przez Allisa dla naczyń skrzelowych szczupaka, widoczna jest nieparzysta tętnica domózgowa.

Odmienne przedstawiają się stosunki u karpia, który posiada tętnice domózgowe znacznie od siebie oddalone. Po bokach kości klinowej znajduje się otwór wlotowy dla każdej tętnicy osobny, skutkiem czego dochodzą one do mózgu z boku a nie od środka. Wyjaśnienie tego przypadku jest trudne ze względu na brak w dotychczasowej literaturze badań rozwojowych tych stosunków u karpia.

Zebrawszy jednak to, co dotychczas wiadomo o rozwoju tej okolicy u ryb, można stosunek ten tłumaczyć następująco.

Okienko przysadkowe tworzy się, jak zauważył u pstrąga G r o d z i ń s k i w związku z rozwojem przysadki, która wyodrębnia się wcześniej w mózgu, jeszcze przed założeniem chrząstek podstawowych, skutkiem czego one, rozrastając się, otaczają przysadkę i wcześniej już z mózgiem związane tętnice. Stąd tętnica domózgowa u pstrąga tak samo jak u szczupaka i okonia dochodzi do mózgu stale po środku, na granicy przysadki i podstawy nerwów wzrokowych. Czy takie ułożenie tętnic domózgowych u karpia zależne jest od rozwoju chrząstek i przysadki, rozstrzygną ostatecznie badania rozwojowe. Pewien jednak snop światła na tę kwestię rzucają badania nad rozwojem kości okrywowych u szczu-

paka, podane przez Waltera i badania nad rozwojem okolicy potylicznej u karpia, podane przez Nussbaum. Szczupak w wytworzonej już płycie chrzęstnej u podstawy mózgu posiada okienko przysadkowe, znacznie wysunięte ku przodowi w stosunku do tkwiącej w tylnej części płytki struny grzbietowej. Karp natomiast ma strunę grzbietową, sięgającą w tym stadium o wiele dalej. Swoim przednim końcem wystaje ona w światło okienka i nawet częściowo je przesłania tak, że tworzą się dwa otwory przedzielone struną. Jest to wystarczającym dowodem, jeżeli chodzi o wytłumaczenie, że struna grzbietowa przeszkodziła w połączeniu się parzystych aort, ściśniętych w okienku przysadkowym. Nie wyjaśnia to zupełnie, że tętnice domózgowe dochodzą do mózgu i są od siebie całą szerokością śródmózdża oddalone.

Od tętnicy domózgowej biorą początek główne tętnice mózgowe, które leżą na brzusznej stronie mózgu u wszystkich badanych przedstawicieli i tam się też rozgałęziają. Rozgałęzienia te biegną w kierunku grzbietowym i wnikają w miąższ tych odcinków mózgu które obsługują, przyjmując tym samym położenie centralne.

Pod mózgiem biegną dwa główne rozgałęzienia tętnicy domózgowej już jako tętnice mózgowe, przednia (*a. cerebri anterior*) i tylna (*a. cerebri posterior*). Tętnice te występują już u zarodków pstrąga (*Grodziński*) w stadium, w którym wyróżnicowują się trzy główne pęcherzyki mózgowe. Przednia tętnica biegnie w kierunku przodomózgowia, tylna kieruje się ku śródmózgowiu i biegnie ku tyłowi aż na zamózgowie. Wykształcające się w dalszym ciągu z przodomózgowia przedmózdze i międzymózdze leżą w zasięgu tętnicy mózgowej przedniej, natomiast śródmózdze, mózdzek i rdzeń przedłużony znajdują się w zasięgu tętnicy tylnej.

U dorosłych przednia i tylna tętnica mózgowa łączą się swoimi końcowymi odcinkami w nieparzyste tętnice podstawowe przedmózdża (*a. basilaris prosencephali*) i rdzenia przedłużonego (*a. basialis*), wytwarzając w ten sposób zamknięty pierścień tętniczy (*circulus Willisi*), opasujący dookoła międzymózdze. Pierścień ten rozgranicza tętnica domózgowa na część przednią i tylną, od której odchodzą boczne tętnice do poszczególnych odcinków mózgu. Od części przedniej odchodzą, wewnętrznie *a. centralis retinae* i zewnętrznie *a. epiphysealis*. Od tylnej zaś części wybiegają wewnętrznie, jako pierwsze odgałęzienie, tętnica mózdkowa środkowa (*a. cerebelli centralis*) i zewnętrznie, jako następne odgałęzienie, tętnica środkowa śródmózdża (*a. mesencephali centralis*). Oprócz odgałęzień, odchodzących od pierścienia, występują jeszcze stale dośrodkowe odgałęzienia tętnicy podstawowej przedmózdża do jego wnętrza (*a. prosencephali centralis*) i takie same do wnętrza rdzenia przedłużonego (*a. rhombencephali centralis*). Poza tym jeszcze tętnica podstawowa koń-

czy się drobnymi gałązkami węchowymi (*aa. olfactoriae*), od tętnicy zaś podstawowej rdzenia przedłużonego odchodzi gałązka w kierunku błędnika (*a. labirynthi*).

Ten zasadniczy schemat tętnic mózgu ryb kostnoszkieletowych powtarza się u badanych przedstawicieli, a tylko poszczególne elementy układu tętniczego wykazują niewielkie różnice. Uwydatniają się one w położeniu tętnicy mózgowej przedniej względem przedmózdża, w wykształceniu się tętnicy podstawowej przedmózdża względem nerwu węchowego i wzrokowego, dalej w sposobie oddzielenia się tętniczki błędnika od tętnicy podstawowej rdzenia przedłużonego oraz w przebiegu tętnicy móżdżkowej wewnątrz móżdżku. Omówię kolejno różnice.

Tętnica mózgowa przednia może mieć dwojakie położenie w zależności od miejsca, w którym odłącza się od tętnicy domózgowej. U posiadających nieparzystą tętnicę domózgową, względnie parzyste, ale blisko siebie leżące, początek tętnic mózgowych znajduje się u podstawy nerwów wzrokowych. Takie ułożenie posiadają pstrąg, szczupak i okoń, u których tętnica ta omija bocznie nerw wzrokowy, przechodzi na jego grzbietową stronę przed podstawę przedmózdża i leży cała pod nim — ma zatem położenie brzuszne względem przedmózdża. Odmienne natomiast zachowuje się ta tętnica u karpia, u którego biegnie ona bocznie przed przednim brzegiem śródmózdża i z boku półkul przedmózdża ku nerwom wzrokowym. Położenie jej u karpia jest zatem zupełnie boczne w stosunku do przedmózdża, skutkiem czego u karpia zatracą się zupełnie związki między tętnicą mózgową przednią a korzeniem nerwu wzrokowego, tak ścisły u pstrąga, okonia i szczupaka. Tętnica środkowa siatkówki (*a. centralis retinae*), biegnąca u podstawy nerwu wzrokowego, oddziela się od tętnicy mózgowej tylnej, podczas gdy u tamtych jest gałęzią tętnicy mózgowej przedniej, zgodnie z zasadą, że przedomózgowie leży w jej zasięgu. Tętnica mózgowa w zależności od swego początku w stosunku do nerwu wzrokowego albo tworzy charakterystyczny łuk pod śródmózdżem u pstrąga, szczupaka i okonia albo, odchodząc od bocznie ustawionej tętnicy domózgowej, leży z boku śródmózdża i skutkiem tego nie może wytworzyć pod nim takiego łuku — ma więc w tym miejscu przebieg prosty, jak u karpia.

Położenie zaś tętnicy podstawowej przedomózdża nie jest jednakowe u badanych przedstawicieli i przesuwają się od podstawy przedmózdża aż między nerwy węchowe. U pstrąga leży ona u podstawy przedmózdża w bruzdzie między jego półkulami, u szczupaka i okonia natomiast tętnica ta leży dalej ku przodowi, między płatami węchowymi, u karpia wreszcie jest położona bardzo znacznie ku przodowi i leży już między nerwami węchowymi. Również rozdzielenie się tej tętnicy na gałązki węchowe

występuje na różnych wysokościach: u pstrąga u podstawy płatów węchowych, u okonia rozdziela na tętniczki węchowe występuje na granicy płatów węchowych i ich nerwów, u szczupaka i karpia już między nerwami węchowymi.

Obraz przesuwania się tętnicy podstawowej przedmózdża ku przodowi staje się jaśniejszy, jeżeli się uwzględni, że jest ona ograniczona dwoma punktami: punktem złączenia się tętnic równomiernych i punktem rozdzielenia się jej na gałązki węchowe. Odcinek ten zatem leżeć może pod przedmózdżem jak u pstrąga, na przestrzeni całego przedmózdża i początkowego odcinka nerwów węchowych jak u szczupaka, lub tylko na przestrzeni płatów jak u okonia, u którego jest on w stosunku do tamtych najkrótszy, lub wreszcie leży między nerwami węchowymi jak u karpia.

W dalszym ciągu wyróżnia się od zasadniczego schematu sposób odgałęzienia się tętnicy błędnika od tętnicy podstawowej. Pstrąg posiada ją na poziomie nerwu słuchowego, obustronnie odchodzącą od tętnicy podstawowej z jednego punktu w kierunku błędnika. Podobnie i okoń posiada taki wspólny punkt rozgałęzienia się obu tętniczek, u karpia natomiast istnieją dwa takie punkty, osobne dla lewej i prawej, leżące jeden za drugim. Inaczej przedstawia się to miejsce u szczupaka, u którego przede wszystkim sama tętnica podstawowa na wysokości nerwu słuchowego traci swój nieparzysty charakter. Składa się ona z dwóch odcinków, rozdzielonych od siebie właśnie w okolicy nerwu słuchowego. W tym miejscu zwrócone do siebie końce obu tych odcinków rozdzielają się na prawo i lewo i dopiero te widły łączą się ze sobą znów w jedno naczynie, zbieżące do błędnika. Skutkiem tego wytwarza się u szczupaka na środku rdzenia przedłużonego czworobok, zamknięty tętnicami, nie spotykany u pstrąga, okonia i karpia.

Wreszcie w przebiegu tętnic mózdkowych wyróżnia się wzajemnie ich położenie w stosunku do osi głównej mózgu. Początkowy przebieg tych tętnic zgodny u wszystkich przedstawicieli zmienia się u pstrąga wewnątrz mózdku tak, że leżą one jedna nad drugą, podczas gdy szczupak, okoń i karp zatrzymują położenie początkowe tak, że tętnice te leżą jedna obok drugiej.

Zebrawszy to, co wyżej powiedziano o tętnicach ryb kostnoszkieletowych, należy ogólnie stwierdzić, że główne pnie tętnicze leżą pod mózgiem, a ich boczne odgałęzienia wnikają dośrodkowo do wnętrza mózgu.

2. Ż y ł y.

Zarodki ryb posiadają po bokach głowy żyłę boczną (*v. capitis lateralis*), początkowo względem nerwów mózgowych dośrodkowo położona

na przestrzeni od nerwu trójdzielnego po nerw błędny i pęcherzyk słuchowy. W ciągu rozwoju przez wytworzenie pierścieni żylnych (van Gelderen) oplatających te nerwy, zmienia ona położenie dośrodkowe na boczne względem poprzednio wymienionych elementów. Żyła ta u dorosłych ryb nosi nazwę żyły głównej przedniej (*v. cardinalis anterior*). Biegnie od narządu węchowego brzegiem puszeki mózgowej i ponad jamą skrzelową kieruje się ku sercu. Żyły te zostały omówione w rozdziale o naczyniach podstawy czaszki. Przechodząc po czaszce przyjmuje ona trzy żyły mózgowe, przednią (*v. cerebri anterior*), środkową (*v. cerebri media*) i tylną (*v. cerebri posterior*).

U pstrąga występują wszystkie trzy żyły mózgowe (Grodziński). Żyła mózgowa przednia uchodzi w okolicy przedmózdża do żyły oczodołowo-nosowej. Żyła mózgowa środkowa leży koło śródmózdża i uchodzi na zewnątrz puszeki mózgowej razem z nerwem trójdzielnym. Tylna zaś żyła mózgowa znajduje się koło nerwu błędnego i w towarzystwie jego uchodzi z puszeki mózgowej. Szczupak i karp posiadają również wszystkie trzy żyły oraz podobne ich ułożenie. U okonia wykształcenie się żyły przedniej po jednej stronie mózgu stoi w związku ze zmiennością tych naczyń i wytworzeniem się innych dróg odpływowych dla krwi.

Wśród naczyń żylnych występuje duża zmienność układu tak, że trudno ustalić typowy schemat (jak to można było uczynić dla tętnic). Najbardziej jednak ogólny schemat przedstawia się następująco. Żyła mózgowa przednia obsługuje przedmózdże, szyszynkę i jej *saccus dorsalis*, żyła zaś środkowa prawie całą brzuszną powierzchnię mózgu. Tworzą ją dwa ramiona, przednie (*ramus anterior venae cerebri mediae*), sięgające na przedmózdże i tylne (*ramus posterior venae cerebri mediae*) sięgające na rdzeń przedłużony. Cała grzbietowa część mózgu znajduje się w zasięgu żyły mózgowej tylnej, przy czym daje się zauważyć duża zmienność żył, spowodowana wykształceniem się grubej opony galaretowato-tłuszczowej oraz rozmaitym położeniem mózdzku. Różnice szczegółowe omówię kolejno żyłami.

Żyła mózgowa przednia wykazuje rozmaity stopień rozwoju u poszczególnych przedstawicieli. Najsilniej wykształca się u pstrąga, karp i szczupak posiadają ją słabszą. Okoń posiada najczęściej rozwiniętą jedną i wtedy staje się ona bardzo silna. Wykształcenie się jej u szczupaka zależy od występowania podobnie jak u pstrąga dużego *saccus dorsalis*, który przetkany jest drobnymi naczynkami żylnymi. Od nich bierze początek żyła mózgowa przednia. Właściwie jest ona jednym z takich naczyń, tylko nieco silniej rozwiniętym i niekiedy połączonym z którąś z żył śródmózdża tak, że wyróżnia się biegiem swoim wśród tej sieci. Karp posiada tę żyłę bardzo słabo rozwiniętą, co stoi w związku z niewiel-

kim *saccus dorsalis*, którego naczynia posiadają ujście do żył oponowych. Żyła ta zatem rozpoczyna się słabymi korzonkami na bocznej powierzchni przedmózdża i uchodzi do tej samej żyły co u szczupaka i pstrąga. U okonia również istnieje połączenie żył niewielkiego *saccus dorsalis* z żyłą oponową, która w tym miejscu łączy się także z żyłą mózgową przednią.

Żyła środkowa mózgową znajduje się u wszystkich ryb kostnoszkieletowych. U pstrąga powstaje ona z połączenia się dwóch ramion, zbiegających się z przedniego i tylnego odcinka mózgu. Szczupak i okoi posiada jeszcze trzecie ramię środkowe (*ramus medius venae cerebri mediae*), rozpoczynające się na *lobi inferiores*. U okonia jest ono dłuższe i rozpoczyna się przy *saccus vasculosus*, przylegając do jego bocznej ściany. Po drodze przyjmuje drobne gałązki z sąsiedniej powierzchni *lobus* i przysadki. Pstrąg posiada również naczynia żyłne na *lobus inferior* i *saccus vasculosus*, skierowane ku przodowi mózgu, ale nieznany jest ich związek z żyłą mózgową środkową. Karp nie ma tych wyraźnie ułożonych trzech ramion tej żyły, która u niego wykształca się odmiennie niż u szczupaka, okonia i pstrąga. Ci trzej przedstawiciele kostnoszkieletowych posiadają żyłę środkową mózgową wykształconą, jako krótki pień, w którym zbiegają się żyły leżące pod mózgiem i w dalszym dopiero biegu razem z żyłą oczodołowo-nosową dają początek żyłę głównej przedniej. U karpia żyła oczodołowo-nosowa przechodzi bez zmiany grubości światła w żyłę główną i w okolicy śródmózdża tuż za ujściem żyły mózgowej przedniej posiada jeszcze dwa ujścia dla dwu żył biegnących od mózgu, a nie jedno jak u tamtych. Ujścia te leżą bardzo blisko siebie, a nawet u niektórych wytwarzają się wspólne. Są to ujścia ramienia przedniego i tylnego środkowej żyły mózgowej. Rozmieszczenie ich przypomina układ trzech ramion u szczupaka i okonia i wspólny ich odcinek odpowiadałby wtedy żyłę środkowej. Takie jednak homologizowanie tych stosunków utrudnia wystąpienie jeszcze jednego naczynia żylnego, bardzo silnego i długiego, rozpoczynającego się na *lobus vagus* i biegnącego pod mózgiem, nie przylegając do niego. Tę żyłę uważam za *ramus posterior* środkowej żyły mózgowej, gdyż inaczej musiałbym ją uznać za nowy element, na co mi brak dowodów rozwojowych.

Żyła mózgową tylną jest naczyniem, do którego się zbierają żyły rozmieszczone na grzbietowej stronie mózgu. Pstrąg posiada najdalej wysunięte jej korzenie na grzbietowej powierzchni sklepienia śródmózdża (*vv. tecti*). Biegają one prawie przez całą długość jego i przechodzą w dwie żyły mózdzkowe (*v. cerebelli*), które w dalszym ciągu tworzą już żyłę mózgową tylną. Najprościej te stosunki przedstawiają się u szczupaka i pstrąga. Szczupak posiada na sklepieniu (*tectum opticum*) sześć żył. Na

każdej jego półkuli śródmózdzia leżą trzy żyły, biegnące wzdłużnie i zbiegające się w żyłę mózdkową. Pstrąg nie posiada wszystkich trzech par. Wyróżnia się u niego właśnie środkowe prawe naczynie, leżące w bruzdzie środkowej, do którego uchodzą boczne gałązki obsługujące prawą stronę śródmózdzia oraz naczynie lewe boczne i krótsze obsługujące lewą stronę śródmózdzia. Gdyby u szczupaka nie rozwinęły się po lewej stronie śródmózdzia oba naczynia wewnętrzne, a po prawej oba zewnętrzne, wykształcenie takie przypominałoby ułożenie tych naczyń u pstrąga.

U karpia i okonia stosunki te ułożyły się już nie tak prosto, skutkiem rozwinięcia się grubej opony mózgowej i długiego *tractus olfactorius*. Początki żył sklepionych leżą u karpia o wiele dalej wysunięte ku przodowi, bo aż w okolicy opuszek węchowych. Od każdej z nich biegną wyraźnie parzyste żyły (*vv. bulbales*) wzdłuż nerwów węchowych i dochodzą w okolicę nasadki, gdzie przechodzą w żyły sklepieniowe. U pstrąga znajduje się też wprawdzie żyła opuszkowa, ale ta uchodzi zwykle do lewej żyły mózgowej przedniej i nie łączy się z żyłami sklepienia. Zależne jest to również od stopnia wykształcenia opony mózgowej. U pstrąga podobnie jak i u szczupaka opona jest stosunkowo cienka i dlatego to albo brak u szczupaka żyły opuszkowej, albo uchodzi ona do bliższej żyły jak u pstrąga. U karpia żyła opuszkowa łączy się z żyłą sklepienia. Okoń posiada też w zasadzie jak i karp żyłę opuszkową, która u niego jest bardzo plastyczna i rozmaicie się wykształca, co uwzględniono przy omówieniu zmienności. Same zaś żyły sklepieniowe u karpia mają podobne wachlarzowate ułożenie jak u szczupaka, przy czym jest ich tylko pięć. Środkiem przebiega nieparzyste naczynie, odpowiada ono parzystym, leżącym w tym miejscu u szczupaka. Korzenie tych żył stanowi wytworzona w oponie z drobnutkich naczynek siatka, której naczynka otwierają się też wprost do dużych naczyń. W okolicy granicznej, między żyłami opuszkowymi a sklepieniowymi występują poprzeczne połączenia nad przysadką tak, że wytwarza się jakby węzeł naczyniowy, wyglądający jako punkt, w którym zbiegają się naczynia. U okonia odcinek ten charakteryzuje się w ogóle brakiem wzdłużonego ułożenia żył. Znajdują się tutaj dwa naczynia żyłne, lewe i prawe, które zbiegają się w okolicy nasadki razem z żyłami opuszkowymi i tworzą węzeł naczyniowy podobnie jak u karpia.

Jeżeli żyły sklepieniowe uważa się za najdalej wysunięte korzenie żyły mózgowej tylnej, to okoń, szczupak i karp posiadają jeszcze jeden taki korzeń, którym jest żyła środkowa (*v. mesencephali profunda*). Sięga ona głęboko do wnętrza komory trzeciej swymi korzeniami rozmieszczonymi na *tori longitudinales* u szczupaka i okonia, a u szczupaka jeszcze na

tori semicirculares, skąd dwoma ramionami wychodzi na zewnątrz śródmózdzia i łączy się w nieparzyste naczynie, uchodzące do żył sklepienia. Te niezbyt silne u tamtych przedstawicieli, u karpia są one bardzo silne i leżą na *tori semicirculares*. U pstrąga brak tej żyły.

Żyły sklepieniowe, łącząc się razem, przedłużają się u szczupaka w parzyste żyły mózdkowe grzbietowe (*v. cerebelli dorsalis*). Odpowiadają one takim samym u pstrąga, u którego właściwie począwszy od śródmózdzia po nerw błędny biegnie jednolite naczynie. Jego odcinek początkowy, leżący na śródmózdzu odpowiada żyłce sklepieniowej u szczupaka, odcinek środkowy żyłce mózdkowej grzbietowej i końcowy żyłce mózgowej tylnej. Między żyłami lewej i prawej strony nie posiada pstrąg anastomozujących połączeń, które ma szczupak i u którego odcinki te wyraźniej się odróżniają. Karp w tym miejscu ma nieparzysty gruby pień zbierający żyły sklepieniowe, który się dzieli na dwa ramiona przedłużające się w żyłę mózgową tylną.

U okonia połączenie takie w okolicy mózdzka nie jest stałe. Żyły sklepieniowe skierowują się ku przodowi i nie wykształcają żyły mózdkowej grzbietowej. W tylnej części nad mózdzkiem i z jego boku w oponie leży żyła mózdkowa tylna, która spełnia rolę brakującej żyły (*v. cerebelli posterior*). Między tymi żyłami widoczne są u okonia grube anastomozujące naczynia, tworzące rodzaj sieci, której brak u tantych przedstawicieli. Szczupak posiada żyłę mózdkową grzbietową słabą i położoną całkiem z boku mózdzku, u okonia jest ona odsunięta od mózdzku ku tyłowi i stąd wytwarzają się u niego warunki połączenia dla żył sklepieniowych. U pstrąga i karpia brak tej żyły.

Z boku mózdzku występuje u ryb kostnoszkieletowych żyła, która ze względu na swe położenie nosi nazwę mózdkowej bocznej (*v. cerebelli lateralis*). U pstrąga biegnie ona w przedniej części mózdzku i uchodzi do ramienia tylnego żyły środkowej. Podobne położenie tej żyły posiada karp. Jest ona silniejsza niż u szczupaka i posiada ujście do tej samej żyły, którą właśnie u karpia z tego powodu uznałem za identyczną z ramieniem tylnym żyły środkowej pstrąga, ponieważ jest ona tak samo bocznym korzeniem dla tego ramienia. Szczupak i okoń mają również taką żyłę; nie wchodzi jednak ona u nich w związek z ramieniem tylnym, który u nich ma tylko jeden korzeń. Żyła ta u szczupaka uchodzi do żyły sklepieniowej bocznej lub mózdkowej grzbietowej. Okoń posiada ją dobrze rozwiniętą i uchodzącą do żyły splotu naczyniowego.

Żyła splotu naczyniowego (*v. chorioidea*) znajduje się u pstrąga po obu bokach mózdzku i ma położenie wzdłużne. Między niemi rozpostarta jest nad komorą czwartą sieć żylna, której naczynka uchodzą właśnie do tej żyły. Szczupak posiada też tę żyłę, ale słabszą i krótszą, co stoi

w związku z niewielkim splotem tej komory. Najsilniej ta żyła występuje u okonia, który posiada bardzo silnie rozwinięty splot. Przyjmuje ona oprócz tego żyłę mózdkową i uszkową (v. *auricularis*), stąd też jej silniejsze wykształcenie niż u szczupaka czy nawet pstrąga. Pstrąg wprawdzie posiada żyłę na uszkach mózdku, ale krótszą i słabszą. Żyła splotu u tamtych przedstawicieli parzystą, u karpia jest nieparzystą, powstała jednak z parzystych korzeni leżących na *lobus facialis*.

Ze splotów żylnych u ryb kostnoszkieletowych istnieje tylko splot komory czwartej. Splot ten jest umieszczony między mózdkiem i rdzeniem przedłużonym i przykrywa od strony grzbietowej komorę czwartą. U pstrąga i szczupaka mózdek przykrywa tę komorę, skutkiem czego tworzą się sploty małe o delikatnych naczyniach. Duże sploty wytwarzają się u okonia i karpia, u których komory nie są przykryte przez mózdek. U okonia splot ten posiada kształt czworoboku o oczkach bardzo regularnych w przedniej części i z boków, mniej regularnych w środku i w tylnej części, zatracającej zupełnie charakter oczek. Karp posiada splot o zarysie kolistym i o bardzo nieregularnych i niewyraźnych oczkach.

Zebrawszy to, co powiedziane o żyłach mózgu kostnoszkieletowych, należy stwierdzić, że żyły tych ryb rozmieszczone są w przeciwieństwie do tętnic przeważnie na powierzchni (wyjątek v. *mesencephali profunda*) i leżą w zasięgu dwu żył mózgowych środkowej i tylnej. Cały obszar brzuszny mózgu od przedmózdża aż po rdzeń przedłużony leży w zasięgu żyły środkowej, grzbietowy obszar w zasięgu żyły tylnej. Żyła mózgowa przednia występuje głównie z rozwinięciem się *saccus dorsalis* u pstrąga i szczupaka i obsługuje tylko grzbietową powierzchnię przedmózdża.

3. *Circulus Willisi*.

Opisywany pod nazwą pierścienia Wilisiusza (*Circulus Willisi*) u wyższych kręgowców pierścień tętniczy, leżący u podstawy mózgu ryb kostnoszkieletowych, utworzony jest u nich przez obustronne połączenie się w tętnice podstawowe tętnic mózgowych, przedniej i tylnej, które są końcowymi rozgałęzieniami tętnicy domózgowej. Pierścień ten przykryty przez rozszerzone półkule śródmózdża, ogranicza od wewnątrz prawie całe międzymózdża i jest zupełnie zamknięty. Ograniczenia boczne stanowią obie tętnice mózgowe, ograniczenie zaś przednie tętnica podstawowa przedmózdża, wysunięta ku przodowi, aż przed skrzyżowanie nerwów wzrokowych, tylne ograniczenie tworzy tętnica podstawowa rdzenia przedłużonego, rozpoczynająca się tuż za *lobi inferiores* międzymózdża. Miejsce, w którym rozpoczynają się tętnice mózgowe przedziela

pierścień na część przednią i tylną, względnie na dwa mniejsze pierścienie u tych, których występuje nieparzysta tętnica domózgowa. W przedniej części pierścienia odchodzą tętnice nasadkowa i dośrodkowa siatkówki, w tylnej tętnice: dośrodkowa mózdzka i dośrodkowa śródmózdzka.

Spodoustę, które posiadają obie nieparzyste tętnice podstawowe (*Scylliorhinus*, *Mustelus*), mają też taki pierścień zamknięty, składający się z tych samych elementów, co u kostnoszkieletowych, leżący w tym samym miejscu i od którego odchodzą te same tętnice. U tych spodoustych, które nie posiadają nieparzystych tętnic podstawowych (*Raja*, *Torpedo*), trudno mówić o takim pierścieniu, ponieważ brak jest ograniczenia przedniego i tylnego tego pierścienia. Podobnie także u minoga nie występuje pierścień tak samo jak u płaszczki i drętwy, chociaż u nich występują elementy dla ograniczenia bocznego. U sterleta można natomiast mówić o pierścieniu, ponieważ w przednim odcinku występuje nieparzysta tętnica podstawowa przedmózdzka, w tylnym krótkie połączenie tętnic mózgowych tylnych. U śluzicy nie można mówić w ogóle o takim pierścieniu ze względu na brak homologicznych tworzących go elementów.

Nie wszystkie elementy pierścienia Wilisiusza odpowiadają tym u wyższych kręgowców. Najbardziej stałym elementem jest tętnica przednia mózgową, występująca u wszystkich kręgowców, zaś tętnica mózgową tylną odpowiada u wyższych kręgowców *arteria communicans*, która łączy ich tętnicę mózgową przednią z silną tętnicą mózgową tylną. Tętnica ta nie jest zatem homologiczna tętnicy tej samej nazwy ryb (Grodziński). Odchodzące boczenie od pierścienia u wyższych kręgowców dwie tętnice mózgowe, środkowa i tylna, obsługują tylko przedmózdze i byłyby homologiczne tylko tym tętnicom, które obsługiwałyby ten odcinek u ryb, a których w rzeczywistości brak, ponieważ wychodzące w tym miejscu tętnice obsługują śródmózdze i mózdzek. Mimo tych różnic w zasięgu obsługiwanych odcinków mózgu przez tętnice odchodzące od pierścienia, on sam jest homologiczny u wszystkich kręgowców. Dowodzi tego położenie jego względem nerwów wzrokowego i okoruchowego, oraz homologia tylnej tętnicy mózgowej ryb z *a. communicans posterior* u saków.

IV. Porównanie naczyń krwionośnych mózgu ryb kostnoszkieletowych z innymi rybami, w szczególności ze spodoustymi.

1. Tętnice.

Tętnice dochodzące pod mózg przechodzą przez otwory w puszcze mózgowej do jej wnętrza i są przedłużeniem *a. carotis interna*. Otwory wejściowe znajdują się po stronie brzusznej puszek i występują w liczbie

dwóch umieszczonych z boku albo jednego umieszczonego po środku. Żarłacze posiadają jeden otwór wlotowy dla nieparzystej tętnicy domózgowej (Grodziński), podobnie jak spośród ryb kostnoszkieletowych pojedynczy otwór posiadają pstrąg. (Grodziński), szczupak i okoń. niezależnie od tego czy tętnica domózgowa jest parzystym czy nieparzystym naczyniem. U tych kostnoszkieletowych położenie otworu wejściowego znajduje się stale pod przysadką, a przechodząca przezeń tętnica domózgowa dosięga mózgu pomiędzy nią a nerwem wzrokowym. U spodoustych (Grodziński) otwory te zajmują różne położenie w puszcze, w stosunku do tych samych odcinków mózgu, mianowicie od tylnego brzegu przysadki (*Scylliorhinus*) aż do przedniego brzegu półkul mózgowych (*Torpedo*). Karp i diabeł morski (*Lophius piscatorius* — Burne) spośród kostnoszkieletowych posiadają dwa boczne wloty dla swoich szeroko rozstawionych tętnic domózgowych, czym przypominają ułożenie u sterleta, u którego geneza tego podwójnego wlotu dla nich zależna jest od utworzenia się ich zawiązków nazewnątrz chrząstek podstawowych i to wcześniej niż wykształcenie się *infundibulum* (Sewertzoff, Ostroumoff). Z powodu braków w dotychczasowej literaturze badań rozwojowych tych stosunków u karpia, a zwłaszcza odnośnie do miejsca założenia się tętnic, trudno wytłumaczyć tę zgodność u tych przedstawicieli dwóch różnych rzędów, tym więcej, że nie wystarcza tu tylko wyjaśnienie ich parzystości, ale i ich wielkiego rozstępu od siebie. U kręgowców mimo pozornego podobieństwa, przeprowadzenie homologii otworu wlotowego i tętnicy domózgowej napotyka na pewne trudności. Śluzica posiada wprawdzie nieparzystą tętnicę, powstałą ze złączenia *a. carotis interna* (Towarnicki), ale jej otwór wlotowy znajduje się między pęcherzykami słuchowymi, gdzie po wejściu do błoniastej pochewki otaczającej mózg dzieli się na dwa ramiona. Od ramion kolejno odchodzą tętnice ku poszczególnym odcinkom mózgu, one zaś same swoim końcowym odcinkiem wychodzą na zewnątrz pochewki mózgowej. Z tego też względu nie są one homologiczne tętnicy domózgowej żarłaczy, kostnoszkieletowych i sterleta, ponieważ nie rozdzielają się według zasady na dwie tętnice mózgowie, przednią i tylną, które swoimi odgałęzieniami obejmują cały mózg i stanowią ich zakończenia.

Występujące pod mózgiem równoległe ułożenie zarodkowe tętnic mózgowych nie występuje u ryb dorosłych; łączą się one bowiem na swoich końcowych odcinkach w tylnej i przedniej części mózgu i noszą wtedy nazwę tętnic podstawowych przedmózdzia (*a. prosencephali basilaris*) oraz rdzenia przedłużonego (*a. basialis*). Obie zatem są właściwie dalszym ciągiem tętnicy mózgowej przedniej. Nie u wszystkich jednak

ryb występuje zupełne lub częściowe, względnie jednoczesne połączenie obu tętnic podstawowych, co jest zależne od różnego wykształcenia się u nich przedmózdża i rdzenia przedłużonego.

U żarłaczy w obrębie rdzenia przedłużonego biegną albo dwie tętnice po jego bokach (*Raja, Torpedo*) albo jedna przez środek (*Scylliorhinus, Mustelus*). W obu jednak wypadkach zarówno parzysta jak i nieparzysta tętnica wydłuża się poza nerw błędny na rdzeń grzbietowy w nieparzystą tętnicę rdzenia (*a. spinalis ventralis*). Przedłużenie to staje się cechą charakterystyczną dla wszystkich żarłaczy. Wszystkie natomiast kostnoszkieletowe posiadają pod rdzeniem przedłużonym tętnicę, biegnącą środkiem i kończącą się w obrębie nerwu błędnego. Dla tych ryb zatem nieparzysta tętnica podstawowa, biegnąca pod rdzeniem i niesięgająca poza nerw błędny, pozostaje charakterystyczną cechą w przeciwieństwie do spodoustych. Tętnica podstawowa przedmózdża u spodoustych jest parzysta (*Raja, Torpedo*) lub nieparzysta (*Scylliorhinus, Mustelus*). Występowanie tych tętnic parzystych lub nieparzystych u tych ryb w przedniej części mózgu jest zgodne z takim samym tętnic podstawowych rdzenia przedłużonego. I tak np. płaszczka posiada parzystą tętnicę podstawową w przedniej i tylnej części mózgu, *Scylliorhinus* natomiast nieparzystą, podobnie zupełnie jak i kostnoszkieletowe, u których występowanie nieparzystej tętnicy podstawowej przedmózdża staje się drugą ich cechą charakterystyczną. Tętnice podstawowe spodoustych mają jeszcze charakter nieustalony, przejściowy, od parzystych do nieparzystych i wykazują zatem dopiero tendencję do ustalenia, podczas gdy u kostnoszkieletowych są już stale nieparzyste.

Ułożenie tętnic mózgowych sterleta i minoga nie odpowiada żadnemu z wyżej wyróżnionych typów. Sterlet bowiem posiada tętnicę podstawową przedmózdża i dwie tętnice, biegnące pod rdzeniem przedłużonym, które wprawdzie łączą się ze sobą na bardzo krótkiej przestrzeni koło *saccus vasculosus*, lecz potem zaraz ponownie rozdzielają się i dlatego nie można uważać tego za tylne połączenie, odpowiadające spodoustym i kostnoszkieletowym. Tętnice te znów niepołączone przechodzą w dalszym ciągu na rdzeń grzbietowy, co niema odpowiednika u tamtych ryb. Minog posiada obie tętnice mózgowe (C o r i), z których przednie nie łączą się, tylko krzyżują pod przedmózdżem tak, że lewa dąży do prawego płatu węchowego i naodwrot, tylna zaś przedłuża się na rdzeń przedłużony (*a. rhombencephalica*, S t e r z i). Śluzica w ogóle nie posiada tętnic mózgowych homologicznych tętnicom wyżej wymienionych przedstawicieli. Jedynie minog posiadałby ułożenie, przypominające ogólnie takie u zarodków względnie u płaszczy. W każdym razie stanowisko jesiotrowatych i kręgoustych

w stosunku do spodoustych i kostnoszkieletowych byłoby odnośnie do tych tętnic odosobnione.

Na parzyste względnie nieparzyste wykształcenie się tętnic podstawowych wpływa w dużej mierze kształt tych okolic mózgu, w których one przebiegają. Różnice w kształcie mózgów ryb wystąpią wyraźnie, jeżeli się uwzględni stosunek szerokości przedmózdża i rdzenia przedłużonego do szerokości śródmózdża, przyjmując tę ostatnią za jednostkę. U kostnoszkieletowych uderza przewaga szerokości śródmózdża nad innymi odcinkami mózgu (porównaj niżej tabelkę) tak, że ogólny zarys mózgu zakreśla dwa łuki, krzywiznami skierowane na zewnątrz i końcami swoimi stykające się razem. Taki układ stwarza dogodne warunki, skłaniające równolegle początkowo ułożone tętnice mózgowe do łączenia się na końcowych odcinkach mózgu w tętnice podstawowe. Zupełnie przeciwnie przedstawia się to u żarłaczy, u których końcowe odcinki mózgu przeważają swoją szerokością nad szerokością śródmózdża (G r o d z i ń s k i) tak, że ogólny zarys mózgu zamknięty jest dwoma łukami, krzywiznami swymi zwróconymi ku środkowi, a końce ich szeroko rozchylają się na zewnątrz. Nie wytwarzają się zatem warunki ku łączeniu się tętnic mózgowych w podstawowe, wobec czego spodouste posiadają pierścień Wilisiusza przeważnie otwarty, przeciwnie do kostnoszkieletowych, które mają tylko zamknięty. Od tej zasady odstępuje mózg *Scylliorhinus*, u którego występuje też pierścień zamknięty, na co wpłynęły prawdopodobnie inne czynniki niż sam kształt mózgu. Kształt mózgu minoga i sterleta podobny zarysem swoim do żarłaczy stwarza również jak u tamtych podobne warunki dla rozwoju tętnic mózgowych. Można to wyraźnie obserwować u tego ostatniego, u którego bardzo szeroki rdzeń przedłużony nie pozwala na zupełne połączenie się ich w tętnice podstawowe.

Proces łączenia się tętnic mózgowych w podstawowe i ich ustalania się daje się dobrze zobrazować na przykładzie tętnicy tylnej, jeżeli zestawimy się ze sobą układ tętnic, biegnących pod mózgiem u płaszczy, *Scylliorhinus* i pstrąga. Punkt złączenia się tętnic w okolicy nerwu błędnego u płaszczy przesuwają się u *Scylliorhinus* ku przodowi aż do *saccus vasculosus*, wytwarzając w ten sposób nieparzystą tętnicę podstawową rdzenia przedłużonego. Tętnica ta zatracą wreszcie połączenie z tętnicą rdzenia grzbietowego (*a. spinalis ventralis*) i u kostnoszkieletowych kończy się przed nerwem błędnym. Taki punkt widzenia znajduje swoje uzasadnienie w tym, że u zarodka na tym odcinku biegną również parzyste tętnice mózgowe. Taki sam proces odnosi się i do tętnicy przedniej. Ewolucyjnie rzecz biorąc, ułożenie tętnic u płaszczy, przypominające bieg równoległy obu tętnic mózgowych można uważać za pierwotniejszy,

u *Scylliorhinus* za pośredni między spodoustymi a kostnoszkieletowymi i wreszcie u pstrąga za ostatecznie ukończony proces tworzenia się tętnicy podstawowej rdzenia przedłużonego. Można za tym u tych ryb wyróżnić typowe ułożenie tętnic mózgowych w zależności od stopnia połączenia się ich w tętnice podstawowe. Typ pierwszy charakteryzuje się obecnością niepołączonych tętnic mózgowych, ani w przedniej ani w tylnej części mózgu, typ drugi odznacza się obecnością nieparzystej tętnicy podstawowej, która pozostaje jeszcze w łączności z tętnicą rdzenia grzbietowego i typ trzeci, powtarzający cechy typu drugiego z tym, że tętnica podstawowa tylna kończy się w obrębie nerwu błędnego. Dwa ostatnie typy wytwarzają pierścień tętniczy (*circulus Willisi*) przez obie tętnice podstawowe, które stanowią jego przednie i tylne zamknięcie.

Boczne odgałęzienia podstawowych tętnic mózgowych u żarłaczy, sterleta i minoga znajdują się na powierzchni mózgu; wewnątrz mózgu nie przebiega żadna tętnica. U kostnoszkieletowych podstawowa tętnica oddaje boczne odgałęzienia przeważnie do środka mózgu, co jest dalszą zasadniczą cechą, wyróżniającą kostnoszkieletowe od spodoustych. Można jednak zauważyć, że poszczególne odcinki mózgu kostnoszkieletowych posiadają wewnątrz te same tętnice, co spodouste i sterlet na zewnątrz. Stąd otrzymują one te same nazwy, co i u żarłaczy, tylko z wyróżnieniem ich położenia dośrodkowego, które dołącza się do właściwej nazwy wziętej od obsługiwanego odcinka mózgowego, nazwy określającej położenie dośrodkowe, np. *a. rhombencephali lateralis* u żarłaczy, *a. rhombencephali centralis* u kostnoszkieletowych. I tak jak u żarłaczy od tętnicy mózgowej tylnej odchodzą tylko bocznie tętnice na rdzeń przedłużony, mózdzek i śródmózdze, które obejmują mózg i dążą na jego stronę grzbietową, tak kostnoszkieletowe mają w tych samych odcinkach tylko dośrodkowo odgałęzione tętnice. Spośród powierzchownych tętnic występują u kostnoszkieletowych jedynie *a. epiphysealis* i *a. centralis retinae* jako boczne gałęzie tętnicy mózgowej przedniej i *a. labyrinthi* jako boczne odgałęzienie tętnicy podstawowej rdzenia przedłużonego. Ta ostatnia występuje u sterleta, żarłaczy i kostnoszkieletowych, nie widać jej u kręgowych. Jest to właściwie jedna z tętnic bocznych rdzenia przedłużonego, towarzysząca nerwowi słuchowemu i obsługująca błędnik. Tętnica statkówkowa występuje u kostnoszkieletowych i żarłaczy, tętnica szyzyny zaś tylko u kostnoszkieletowych. Położenie tej ostatniej przypomina przebieg tętnicy bocznej przedmózdzia sterleta, u którego kończy się ona na *saccus dorsalis*, gdy u kostnoszkieletowych w szyszynce.

Spośród tętnic bocznych większe zainteresowanie budzą tętnice śródmózdzia i mózdzku, które posiadają żarłacz, sterlet i kostnoszkieletowe.

U pierwszych położenie ich określone jest nerwem okoruchowym, przy czym tętnica mózdkowa występuje, idąc od przodu za śródmózgową. Można wyróżnić tu dwa typy: pierwszy charakteryzuje się położeniem tętnicy śródmózgowej przed nerwem okoruchowym, który znajduje się między tą tętnicą, a tętnicą mózdkową i drugi typ, odznaczający się położeniem tętnicy śródmózdża poza tym nerwem. Sterlet i *Scylliorhinus* oraz *Mustelus* posiadają ułożenie pierwszego typu, płaszczka, drętwa i kostnoszkieletowe drugiego typu. Wchodzi tu w grę tylko przesunięcie tętnicy względem nerwu, następstwo ich po sobie zostaje nie zmienione, zupełnie inaczej niż u kostnoszkieletowych, u których, idąc w tym samym kierunku, odgałęzia się najpierw żyła mózdkowa a następnie śródmózgowa, odwrotnie niż to ma miejsce u sterleta i żarłaczy. Jest to miejsce niejasne z punktu widzenia anatomo-porównawczego. Być może zależne to jest od silnie rozwiniętego u kostnoszkieletowych śródmózdża, nasuniętego na międzymózdze, co jeszcze nie nastąpiło tak wyraźnie u tamtych przedstawicieli.

W końcu nadmienić tu jeszcze należy, że żarłaczce i kostnoszkieletowe nie posiadają osobnej tętnicy do odżywiania splotu naczyniowego komory czwartej, która jest u nich stosunkowo mniejsza niż u sterleta i minoga, a które właśnie posiadają takie tętnice (u minoga *a. chorioidea* — St e r z i, u sterleta *a. rhombencephalica transversaria* i *dorsalis* — G r o d z i ń s k i).

2. Żył y.

Od mózgu odchodzą żyły, które u wszystkich ryb po przebicciu puszeki mózgowej wydostają się na zewnątrz i uchodzą do żyły głównej przedniej. Liczba ich nie jest stała i u rozmaitych przedstawicieli ryb waha się od jednej do trzech. Wszystkie trzy żyły mózgowe występują u kostnoszkieletowych i dwudysznych (v a n G e l d e r e n) w przedniej, środkowej i tylnej części mózgu (*v. cerebri anterior, media* i *posterior*). U *Ceratodus* przed nerwem trójdzielnym leży żyła mózgowa przednia, między nim a nerwem twarzowym leży żyła środkowa, tylna zaś żyła biegnie między pęcherzykiem słuchowym a nerwem błędnym. U pstrąga (G r o d z i ń s k i) występują również te trzy żyły i położenie przedniej i tylnej jest zgodne z tym u *Ceratodus*. Żyła środkowa biegnie u pstrąga, a także u innych kostnoszkieletowych, przed nerwem trójdzielnym, a nie poza nim, jak to ma miejsce u wyżej wspomnianej ryby dwudysznej. Żarłaczce, od stadium zarodkowego począwszy aż do dorosłych, a także sterlet mają tylko dwie żyły odchodzące od mózgu; u pierwszych występuje przednia i tylna, u drugich środkowa i przednia. Brak żyły mózgowej środkowej jest cechą charakteryzującą unaczynienie mózgu spodoustych, obecność

natomiast środkowej, a brak tylnej, cechuje naczynia sterleta. Kręgoustę (van Gelderen, Towarnicki) i duże osobniki drętwy (Grodziński) posiadają tylko żyłę mózgową tylną.

Wykształcenie się tych żył i rozmieszczenie ich na powierzchni mózgu jest w dużym stopniu uzależnione, podobnie jak i tętnic, od kształtu mózgu. Oba jego końcowe odcinki, przedmózdze i rdzeń przedłużony, śródmózdze z mózdzkiem oraz obecność tkanki galaretowato-tłuszczowej w grubej oponie mózgowej, stwarzają rozmaite warunki dla rozwoju żył.

Szerokie i dobrze rozwinięte przedmózdze żarłaczy i sterleta wyznacza dużą powierzchnię do odkrwawienia dla żyły mózgowej przedniej, która właśnie u nich w związku z tym jest bardzo silnie rozwinięta. Opanowuje ona nawet sąsiedni odcinek, śródmózdze, które w stosunku do przedmózdzia schodzi na drugi plan. Kostnoszkieletowe posiadają tę żyłę słabiej rozwiniętą; spośród nich jedynie pstrąg posiada ją jeszcze wyraźną i posiadającą początki swoje na przedmózdzu, zasilane też przez żyłę opuszkową (v. *bulbalis*). Szczupak i karp posiadają ją już słabo wykształconą.

U tych właśnie ryb niewielkie przedmózdze nie tworzy większego terytorium do obsłużenia, co wpływa na słabsze wykształcenie się tej żyły, względnie jak u okonia na włączenie jej do żył, obsługujących śródmózdze, a więc odcinek mózgowy, który u kostnoszkieletowych wybija się na pierwszy plan.

Ze znacznym rozrostem śródmózdzia u kostnoszkieletowych stoi w dalszym związku występowanie u nich żyły mózgowej środkowej, której brak z tego względu u żarłaczy. Sterlet posiada wprawdzie żyłę w połowie długości mózgu, ale z powodu braku ścisłych danych co do jej pochodzenia, trudno stwierdzić jej homologię z żyłą mózgową środkową. Van Gelderen rozróżnia dwa rodzaje tej żyły w zależności od położenia jej względem nerwu trójdzielnego; może leżeć ona do tyłu tego nerwu jako żyła rzeczywista środkowa (v. *cerebri media vera*) lub do przodu jako żyła środkowa rzekoma (v. *cerebri media spura*). Rzeczywistą żyłę posiada *Ceratodus*, kostnoszkieletowe posiadają ją daleko wysuniętą ku przodowi przed nerw trójdzielny, skutkiem czego posiada ona u tych ostatnich charakter żyły środkowej rzekomej. Sterlet posiada ją spoczywającą na samym nerwie trójdzielnym.

Również położenie żyły mózgowej środkowej względem następnych nerwów poza trójdzielnym przedstawia się odmiennie u sterleta niż u kostnoszkieletowych. U jednych i drugich rozpoczyna się ona dwoma ramionami, przednim i tylnym (*ramus anterior* i *posterior venae cerebri mediae*). U kostnoszkieletowych biegną one pod mózgiem, a ich ramię

przednie biegnie w obrębie przedmózdża i śródmózdża oraz ma położenie boczne względem występujących na tym odcinku mózgu nerwów, tylne zaś ich ramię biegnie pod rdzeniem przedłużonym i leży dośrodkowo względem nich. Sterlet natomiast ma te ramiona żyły środkowej umieszczone całkiem z boku mózgu i grzbietowo w stosunku do korzeni nerwów mózgowych, oraz posiada korzenie swoje nie tylko jak kostnoszkieletowe na brzusznej powierzchni mózgu, ale także i na jego powierzchni grzbietowej.

Żyła mózgowa tylna jest w stosunku do wyżej wymienionych żył najbardziej stałym elementem naczyń żylnych mózgu u większości ryb. Sterlet nie posiada jej w dorosłym stanie, jednak występuje u zarodka (Ostroumof). Homologia jej z żyłą środkową kostnoszkieletowych staje się wątpliwa, jeżeli się jeszcze uwzględni przesunięcie mózgu sterleta ku tyłowi (Grodziński). Przed przesunięciem zatem leżałaby ona w okolicy nerwu błędnego, a więc w miejscu w którym u zarodka znajduje się żyłka mózgowa tylna. Wątpliwość tę wzmacnia fakt, że van Gelderen podaje dla jesiotra istnienie dwu żył, przedniej i tylnej, na wzór spodoustych. Żarłaczce posiadają żyłę tę tak samo jak i kostnoszkieletowe umieszczoną w towarzystwie nerwu błędnego. U pierwszych tworzą ją dwa ramiona przednie i tylne (*ramus anterior* i *posterior venae cerebri posterioris*). Pierwsze jest zazwyczaj przedłużeniem żył, leżących w okolicy mózdzka (*Scylliorhinus*, *Mustelus*, *Raja*) lub nawet żył, biegnących od przedmózdża (*Torpedo*). Drugie ramię jest naczyniem łączącym żyłę rdzenia grzbietowego (v. *spinalis dorsalis*) z żyłą mózgową tylną. U kostnoszkieletowych tworzą ją żyły sięgające aż na śródmózdże.

Jednym z czynników powodujących odmienne ułożenie się żył na górnej powierzchni mózgu jest mózdzek. Patrząc z boku na mózg żarłaczy, można zauważyć, że drugim odcinkiem terytorialnie największym jest rdzeń przedłużony oraz wysunięty wyraźnie ku stronie grzbietowej mózdzek, będący najwyższym punktem nad płaszczyzną horyzontalną mózgu. Mózdzek rozdziela powierzchnię grzbietową na dwa spływy, przedni złączony z żyłą mózgową przednią i tylny włączony do żyły mózgowej tylnej. Kostnoszkieletowe mają, zaczynając od śródmózdża, nieprzerwany bieg żył ponad mózdzkiem, który u nich jest wprowadznie znacznie wysunięty ku górze, jednak nie ponad śródmózdże. Ramiona przednie tylnej żyły mózgowej żarłaczy można uważać zatem za resztkę dużego i nieprzerwanego spływu kostnoszkieletowych, nienapotykającego na swej drodze przeszkody spowodowanej wysuniętym do góry mózdzkiem. Okoń, u którego mózdzek nasunięty nieco na śródmózdże wpływa na zmienność warunków spływowych dla żył powierzchni grzbietowej

mózgu, przypominałby niekiedy stosunki u żarłaczy (Ryc. tekst. 2 C). Kostnoszkieletowe wreszcie odmiennie od żarłaczy nie posiadają ramienia tylnego z powodu braku na rdzeniu grzbietowym tak doskonale wykształconej żyły spodoustych, a w miejscu tym mają delikatne żyłki (vv. *terminales*), uchodzące do żyły tylnej. Również i dla przedniego ramienia tej żyły u spodoustych trudno odnaleźć homologiczne naczynie kostnoszkieletowych, spośród których tylko okoń posiada żyłę uszkową (v. *auricularis*), przedłużającą się w żyłę splotu (v. *chorioidea*), uchodzącą z kolei do żyły mózgowej tylnej i odpowiadającą ułożeniem ramieniowi przedniemu tej żyły u żarłaczy. U kregoustych występuje też żyła mózgowa tylna za pęcherzykiem słuchowym zgodnie z położeniem u tamtych przedstawicieli.

Drugim czynnikiem wpływającym na odmienne stosunki wśród żył po grzbietowej stronie mózgu u kostnoszkieletowych jest wykształcenie się bardzo grubej opony w charakterze tkanki galaretowato-tłuszczowej, której brak u żarłaczy i odsunięcie od mózgu żył sklepieniowych, które nieprzedzielone mózdzkiem spływają ku żyłce tylnej. U żarłaczy żyły te z powodu cienkiej opony leżą bezpośrednio na mózgu i wystający mózdzek łatwiej może je przedzielić na dwa spływy. Dlatego u żarłaczy tworzą się żyły, które można uważać za początkowe odcinki żył sklepieniowych u kostnoszkieletowych, a które u tamtych skutkiem rozdziału pozostały przy spływie przednim.

Spośród tych naczyń żylnych budzą większe zainteresowanie żyła mózdzkowa i sklepieniowa. Żyła mózdzkowa tylna (v. *cerebri posterior*) u kostnoszkieletowych występuje przeważnie jako naczynie parzyste, łączące żyły sklepieniowe z żyłą mózgową tylną. Jedynie u karpia jest ona nieparzysta podobnie jak u tych żarłaczy, u których na terytorium mózdzku biegnie granica między tylnym a przednim spływem. Żyła mózdzkowa nieparzysta tych właśnie żarłaczy została przy spływie tylnym i uchodzi do jednego z ramion przednich żyły mózgowej tylnej (*Scylliorhinus*) albo też rozwidla się i końcami widelń uchodzi do obu tych ramion (*Raja*, *Torpedo*), które to ułożenie w tym miejscu przypomina stosunki u karpia. Oprócz niej jeszcze w okolicy mózdzku do przodu występuje żyła wspólna dla niego i dla śródmózdzka (v. *tecto-cerebellaris*), która topograficznie odpowiada początkowym korzeniom żyły sklepieniowej kostnoszkieletowych. Żarłaczce posiadają ją nieparzystą; korzenie jej jak i ona sama leżą na mózdzku, ale nie stanowią jak u karpia połączenia dla żył sklepienia. Żyła ta włączyła się do spływu przedniego i ma ujście do żyły mózgowej przedniej. Jedynie u dużego osobnika drętwy występuje

na śródmózddzu żyła sklepieniowa nieparzysta (*v. tecti dorsalis*) jako jeden z korzeni parzystych żył sklepieniowych (*vv. tecti laterales*), które przedłużają się w ramiona przednie tylnej żyły mózgowej. Skutkiem tego wytwarza się u niej w ogóle tylko jeden spływ w tyle mózgu, co upodabnia się do spływu kostnoszkieletowych.

Porównując ze sobą ogólny obraz, jaki przedstawiają naczynia żyłne rozmieszczone na mózgu u poszczególnych przedstawicieli, można wyróżnić, zależnie od występowania lub braku zasadniczych trzech żył mózgowych, trzy typy ułożenia żył. Pierwszy typ przedstawiają kostnoszkieletowe, charakteryzujące się trzema żyłami mózgowymi. A więc w zasięgu przedniej żyły mózgowej znajduje się przedmózddże i *succus dorsalis*, w zasięgu środkowej leżą wszystkie żyły na całej brzusznej powierzchni mózgu począwszy od przedmózddża aż po rdzeń przedłużony, wreszcie do zasięgu żyły tylnej należy cała powierzchnia grzbietowa. Drugi typ spotyka się u żarłaczy i sterleta, u których występują dwie żyły i wtedy zasięg przedni żyły pozostaje taki sam jak u kostnoszkieletowych, pozostałe części mózgu opanowuje druga żyła, u żarłaczy tylna, u sterleta środkowa. Trzeci wreszcie typ występujący u drętwy i śluzicy, charakteryzuje się obecnością tylko żyły wyłącznie tylnej, która wtedy opanowuje cały mózg.

V. Krążenie krwi w mózgu ryb kostnoszkieletowych.

Krew do mózgu kostnoszkieletowych dostaje się tylko jedną drogą, przez tętnicę domózgową, parzystą lub nieparzystą, która stanowi końcowy odcinek *a. carotis interna*, a która z kolei otrzymuje krew przez aortę boczną od wyprowadzających naczyń skrzelowych. U tych gatunków ryb, które posiadają nieparzystą tętnicę domózgową, krew lewej i prawej strony może się wprawdzie mieszać ze sobą, ale z dużym prawdopodobieństwem można przypuścić, że oba prądy krwi, spotykając się na krótkiej przestrzeni tej tętnicy, raczej odbijają się od siebie tak, że nie zdołają się jeszcze zmieszać. Krew w tętnicy domózgowej dzieli się na dwie, w przeciwnych kierunkach idące, porcje, zaopatrujące tętnice mózgowe, przy czym każda z nich odżywia nierówne co do wielkości odcinki mózgu; przednia zasila tylko przedmózddże i część międzymózddża (przysadka) — śródmózddże zaś, mózddzek i rdzeń przedłużony zasila tylna. Z układu i sposobu rozgałęzienia się tętnic można wnioskować, że przedmózddże odbiera większą porcję niż pozostałe trzy tylne odcinki mózgu. Tętnica mózgowa przednia przedłuża się wprost w linii prostej od tętnicy

mózgowej, gdy tymczasem tętnica tylna odchodzi prawie pod kątem prostym na bok. Główny i stały prąd krwi płynie zatem w kierunku tętnicy przedniej, w kierunku tylnej zaś przerywany i jest raczej przez nią ssany, podczas gdy do przedniej tłoczony. Stąd można w dalszym ciągu wnioskować, że przedmózdze otrzymuje więcej krwi w stosunku do pozostałych odcinków mózgu.

Z tętnic mózgowych krew dąży do bocznych gałęzi, odżywiających poszczególne odcinki mózgu. Sposób w jaki one zaopatrują, jest różny i można go też uważać za jedną z cech charakteryzujących kostnoszkieletowe. U tych ryb krew dostaje się bocznymi odgałęzieniami do wnętrza tkanki mózgu i w niej przepływa przez naczynia włoskowate. Na ryc. 19, tabl. IX jest przedstawione rozgałęzienie tętnicy śródmózdzia środkowej (*a. mesencephali centralis*) u szczupaka. Tętnica ta po przedostaniu się na dno komory trzeciej biegnie zgodnie z boczną krzywizną śródmózdzia i dzieli się na liczne drobne gałązki, od których odchodzą naczynia włosowate w ścianę śródmózdzia, gdzie łączą się z takimiż naczyniami żył, uchodząc na zewnętrzną jego powierzchnię.

Z powierzchni mózgu zbierają krew u kostnoszkieletowych naczynia żylne, leżące w oponie naczyniowej, skąd krew uchodzi do żył występujących w oponie galaretowato-tłuszczowej. Ułożenie ich decyduje o kierunku krwi, odpływającej z mózgu. Zasadniczą rolę odgrywają tutaj żyły mózgowe, odprowadzające krew z mózgu. Zależnie od tego można u kostnoszkieletowych wyróżnić trzy odkrwawiające obszary: przedni, zbierający krew do żyły mózgowej przedniej, środkowy związany z żyłą mózgową środkową, oraz grzbietowy należący do żyły mózgowej tylnej. W obszarze przednim pozostaje tylko przedmózdze, natomiast śródmózdze jest już włączone w obszar tylny. Obszar środkowy obsługuje tylko powierzchnię brzuszną, po której krew spływa z dwu przeciwnych końców mózgu ku środkowi, gdzie łączy się razem w środkowej żyły mózgowej. Grzbietowy obszar, występujący tylko u kostnoszkieletowych, obejmuje prawie cały mózg od tej strony i kieruje prąd krwi ku tyłowi.

W porównaniu z żarłaczami w układzie tętniczym dają się zauważyć następujące różnice; posiadają one oprócz tętnicy domózgowej drugą drogę dla krwi, dopływającej do mózgu przez tętnice rdzenia grzbietowego (*a. spinalis ventralis*) od tyłu ku przodowi, co wyraźnie występuje u płaszczy i drętwy, oraz krew biegnie powierzchownie od głównych tętnic na grzbietową powierzchnię mózgu, gdzie bardzo często może przez drobne naczynia ponad głównymi żyłami przechodzić na stronę przeciwną (Grodziński). W układzie zaś żylnym zaznaczają się na-

stępujące różnice; większe żyły leżą u nich z powodu braku grubej opony albo wprost na mózgu albo przebiegają w wolnej przestrzeni między mózgiem a czaszką (*Scylliorhinus*—*v. tecto-cerebellaris*, Grodzinski). Wszystkie one, za wyjątkiem drętwy, zbiegają się do dwu żył, odprowadzających krew z mózgu, umieszczonych na przeciwnych jego końcach. Wyodrębniają się zatem u nich w ten sposób dwa obszary odkrwawiające mózg, przedni i tylny. Granice między zasięgami tych żył stanowi bruzda między śródmózdem a mózdzkiem. Od tego miejsca kieruje się prąd krwi zużytej w przeciwnie strony.

VI. Wpływ położenia i budowy mózgu na wykształcenie się naczyń krwionośnych.

U niektórych spoduustych daje się zauważyć przemieszczenie się mózgu w stosunku do takich narządów głowy jak: tryskawka, oko i narząd węchu oraz otwór wlotowy dla tętnicy domózgowej (Grodzinski). Stoi to w związku z tym, że u dorosłych czaszka rozrasta się silniej niż mózg, który u młodych osobników wypełnia dość szczelnie puszkę mózgową, skutkiem czego między opuszkami węchowymi, które pozostają w swoim miejscu a płatami węchowymi, wytwarza się długi *tractus olfactorius*. W związku z tym w dalszym ciągu pozostaje odmienne wykształcenie się niektórych naczyń, które nie zmieniając dawnego położenia wobec czaszki, zmieniają go w stosunku do mózgu. U sterleta, długa i dobrze wykształcona żyła mózgową przednią biegnie ku przodowi, a początkiem swoim związana z *saccus dorsalis* świadczy też o przesunięciu się mózgu ku tyłowi (Grodzinski).

U niektórych natomiast kostnoszkieletowych, jak karp i okoń, mózg również nie wypełnia całej puszeki mózgową, a długi *tractus olfactorius*, zwłaszcza u starszego karpia, wskazuje na te same cechy, co płaszczki i drętwy. Przestrzeń między mózgiem, a sklepieniem czaszki wypełnia tkanka galaretowato-tłuszczowa w postaci grubej warstwy, która jest częścią opony mózgową i łącznie z nią okrywa mózg od strony grzbietowej (van Gelderen, Sagemehl), a co ma duże znaczenie dla wykształcenia się żył, leżących na stronie grzbietowej mózgu (van Gelderen), rozpoczynających się drobnymi korzonkami w tkance mózgu i przebiegających przez całą grubość tkanki galaretowato-tłuszczowej ku większym naczyniom, leżącym już na jej zewnętrznej powierzchni. Tkanka ta nie u wszystkich ryb jest jednakowo silnie rozwinięta, spoduuste, pstrąg i szczupak mają tę warstwę bardzo cienką i utwo-

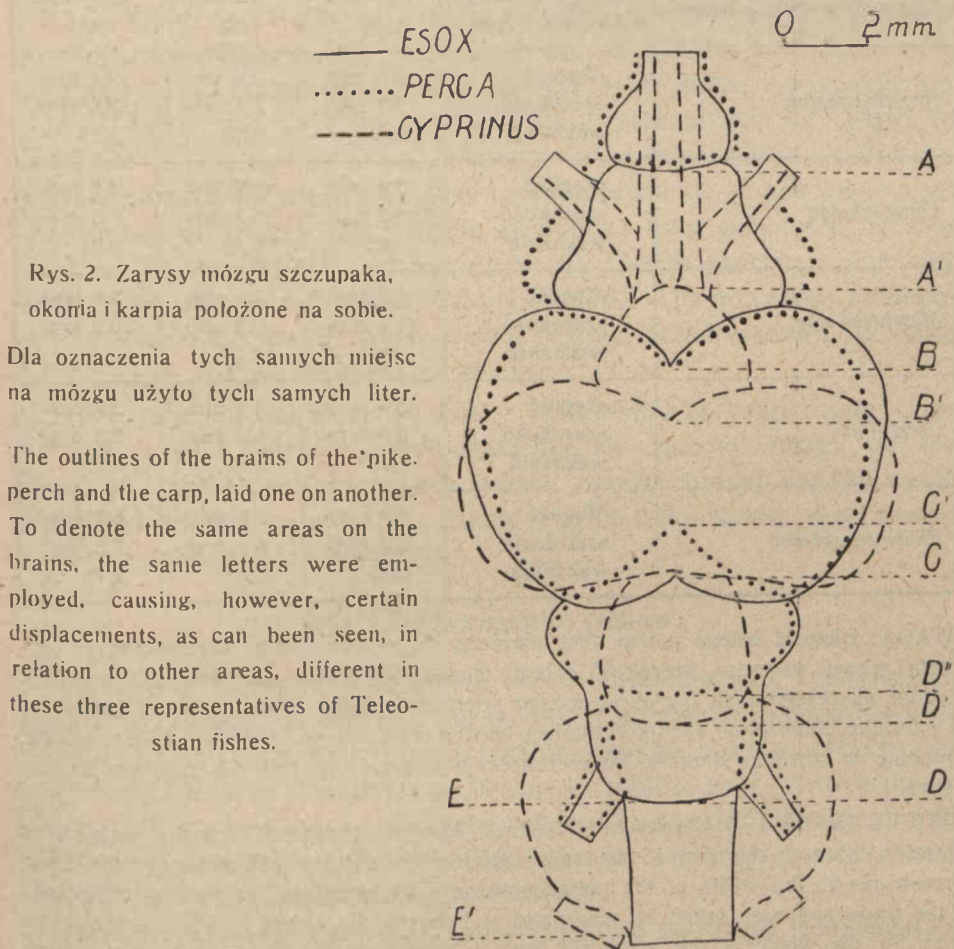
rzoną wyłącznie z tkanki galaretowatej, co wskazuje u tych ostatnich na stosunki filogenetyczne pierwotniejsze (Sagemehl).

Sieć drobnych naczyń żylnych u kostnoszkieletowych występuje w oponie pierwotnej (van Gelderen — vv. *meningis primitivae*), najwyraźniej na śródmózdżu, na innych częściach mózgu jest mniej wyraźna. Daje ona początek większym żyłom, przebiegającym w tkance galaretowato-tłuszczowej (van Gelderen — vv. *intermeningeae*). Największe skupienie tych naczyń znajduje się na przestrzeni śródmózdża i utrzymuje oponę wraz z wszystkimi jej warstwami w łączności z mózgiem. Są one dłuższe lub krótsze zależnie od tego, jakiej grubości jest opona i uchodzą do dużych naczyń, leżących już całkiem na zewnętrznej powierzchni opony jako „żyły opony twardej” (van Gelderen — vv. *ectomeningeales s. peridurales*).

Również studium budowy mózgu dostarcza wyjaśnienia o odmiennym wykształceniu niektórych naczyń, zwłaszcza u karpia, u którego tętnica podstawowa przedmózdża (*a. prosencephali basilaris*) jest znacznie wysunięta ku przodowi i leży między nerwami węchowymi. (Tabl. VII, 15 Acb), a nie jak u okonia i szczupaka u podstawy przedmózdża. Żyła mózgowa środkowa (*v. cerebri media*) i jej tylne ramię (*ramus posterior*) przybierają również u niego inne położenie (Tabl. VII, 15 Vcm). Pierwsza jest wysunięta przed przedni brzeg śródmózdża, druga biegnie nie po powierzchni mózgu, a w pewnym od niego oddaleniu.

Wykres przedstawiony na ryc. tekst. 2 służy do wyjaśnienia tego przypadku. W wykresie tym przyjąłem granicę śródmózdża z mózdzkiem za stałą i odpowiednio do niej zaznaczyłem odmiennymi kreskami zarysy mózgu trzech badanych przedstawicieli. Na tym wykresie można zauważyć, że pewne punkty zaznaczone na mózgu mają różne położenie w stosunku do tych samych odcinków mózgu. I tak punkt leżący w środku (ryc. tekst. 2 A) na granicy przedmózdża i śródmózdża u okonia i szczupaka przesuwają się znacznie ku tyłowi. Widać z tego, że przedmózdże u karpia jest przesunięte ku tyłowi, skutkiem czego wydłużyły się nerwy węchowe. Skrzyżowanie tych nerwów wysunęło się przed przedmózdże, pozostające w pierwotnym położeniu i przytrzymane przez związanie się wcześniejsze z okiem, podczas gdy u okonia, szczupaka a także i pstrąga skrzyżowanie to leży na granicy przedmózdża i międzymózdża. Położenie tętnicy podstawowej przedmózdża, która u wszystkich przedstawicieli występuje przed skrzyżowaniem nerwów wzrokowych, pozostaje u karpia też w tym samym miejscu, jednak skutkiem cofnięcia się przedmózdża ku tyłowi znalazła się ona między nerwami węchowymi.

Podobnie żyła mózgowa u okonia i szczupaka znajduje się z boków śródmózdzia, a u karpia przed nim. Stoi to w takim samym związku ze skróceniem się śródmózdzia i przesunięciem się punktu na granicy między przedmózgiem a śródmózgiem ku tyłowi (ryc. 2 B).



Rys. 2. Zarysy mózgu szczupaka, okonia i karpia położone na sobie.

Dla oznaczenia tych samych miejsc na mózgu użyto tych samych liter.

The outlines of the brains of the pike, perch and the carp, laid one on another. To denote the same areas on the brains, the same letters were employed, causing, however, certain displacements, as can be seen, in relation to other areas, different in these three representatives of Teleostian fishes.

Wykształcenie się splotu komory czwartej zależne jest znowu od wykształcenia się mózdzku. U szczupaka, u którego koniec szczytowy (Ryc. 2) jest najdalej wysunięty ku tyłowi posiada ona słabo rozwinięty splot w przeciwieństwie do okonia, u którego ten punkt jest najmniej cofnięty, a mózdzek cały przesunięty ku przodowi i wciśnięty między półkule śródmózdzia (Ryc. 2 C).

Z zestawień liczbowych przedstawionych na poniżej podanej tabelce:

	Wymiary Measurements	<i>Esox</i>	<i>Perca</i>	<i>Cyprinus</i>
Cały mózg The whole of the brain	długość—length szerokość—width wskaźnik—index	15,3 mm 11,1 mm 1,39	15,5 mm 9,2 mm 1,66	15,5 mm 10,5 mm 1,48
<i>Prosencephalon</i>	długość szerokość wskaźnik	3,7 mm 5,5 mm 0,67	3,9 mm 7,1 mm 0,56	2,4 mm 3,8 mm 0,63
<i>Diencephalon</i>	długość szerokość wskaźnik	3,4 mm 5,2 mm 0,65	5,0 mm 6,3 mm 0,79	4,1 mm 7,6 mm 0,54
<i>Mesencephalon</i>	długość szerokość wskaźnik	7,0 mm 11,1 mm 0,63	7,1 mm 9,2 mm 0,77	4,8 mm 10,5 mm 0,45
<i>Cerebellum</i>	długość szerokość wskaźnik	5,4 mm 6,0 mm 0,90	4,1 mm 6,0 mm 0,68	3,7 mm 3,5 mm 1,06
<i>Rhombencephalon</i>	długość szerokość wskaźnik	5,4 mm 6,0 mm 0,90	6,8 mm 6,0 mm 1,20	8,7 mm 7,6 mm 1,15

UWAGA: Długość całego mózgu jest mierzona od nasady płatów węchowych do korzenia nerwu błędnego, szerokość całego mózgu odpowiada szerokości śródmózdża. Długość poszczególnych odcinków mózgu mierzono między poszczególnymi bruzdami. Ze stosunku długości do szerokości całego mózgu obliczono wskaźnik dla całego mózgu. Podobnie ze stosunku długości do szerokości obliczono wskaźnik dla każdego odcinka mózgu.

NOTICE: The length of the whole of the brain has been measured from the basis of the olfactory lobes to the root of the vagus nerve; the width of the whole of the brain corresponds to the width of the mesencephalon. The length of the separate segments of the brain has been taken by measuring it between the corresponding fissures. The index for the whole of the brain has been calculated from the relation of the length to the width of the whole of the brain. Similarly calculated has been the index for particular segments of the brain namely from the relation of the length to the width.

wynika, że mózgi ryb kostnoszkieletowych są bardziej szerokie, niż spoudostych, których wskaźniki zbliżone są mniej do jednośc niż poprzednich; wskazują one na mózgi raczej wydłużone, podczas gdy kostnoszkieletowe przedstawiają typ poszerzony. Większe jednak naczynia nie biegną poprzecznie do długiej osi, jak to możnaby wnioskować z typu

mózgu. Jedynie drobne żyłki w oponie naczyniowej szczupaka posiadają taki przebieg, którego wskaźnik dla śródmózdzia jest 0,65 i jest pośredni między wskaźnikiem u okonia a wskaźnikiem karpia, u którego układ tych żyłek jest promienisty względem jednego większego naczynia zbierającego. Stoi to bezsprzecznie w związku z bardzo silnie rozwiniętą tkanką galaretowato-tłuszczową po stronie grzbietowej mózgu u okonia i szczupaka, w której przez całą jej grubość przebiegają większe żyły. W związku z budową mózgu należy zwrócić uwagę na budowę rdzenia przedłużonego, który u karpia ma silnie rozwinięty *lobus vagus* i jest silnie wydłużony (wskaźnik 1,15), co zaznacza się w przesunięciu ku tyłowi korzeni nerwu błędnego (ryc. 2 E). Skutkiem tego jednocześnie z cofnięciem się rdzenia przedłużonego ku tyłowi i wysunięciem się na bok *lobus vagus* odsuwa się od mózgu ramię tylne środkowej żyły mózgowej, którego korzenie, leżące na *lobus* zachowują w ten sposób pierwotne położenie. Najszerszy znów rdzeń u szczupaka (wskaźnik 0,9) powoduje natomiast wykształcenie się tętnicy podstawowej rdzenia przedłużonego nie całkowicie nieparzyste w całym jej przebiegu.

Wreszcie na zakończenie należy podkreślić, że rozpatrując w powyższy sposób zależność wykształcenia się naczyń mózgu od jego budowy i położenia, nie można jednak ustalić żadnej zasady, wedle której układałyby się naczynia; można jedynie tylko dzięki takiej analizie wyjaśnić odmienne ich położenie.

VII. Zestawienie wyników.

Zbadanie naczyń krwionośnych trzech gatunków ryb kostnoszkieletowych szczupaka, okonia i karpia łącznie z poprzednio opisanym przez Grodzińskiego pstrągiem wypełnia zupełny brak w dotychczasowej literaturze tego zagadnienia. Dokładna analiza naczyń pozwoliła na porównanie tych gatunków w obrębie rzędu i na zbadanie homologii z naczyniami krwionośnymi mózgu innych ryb oraz ustalenie charakterystyki naczyń i wyprowadzenie ogólnych wniosków.

Ryby kostnoszkieletowe charakteryzują się tętnicami, odchodzącymi od pierścienia Wilisiusza i rozgałęziającymi się wewnątrz mózgu oraz brakiem połączenia tętnicy podstawowej rdzenia przedłużonego z tętnicą rdzenia grzbietowego, w przeciwieństwie do innych ryb, u których tętnice rozgałęziają się na powierzchni mózgu i tętnica podstawowa przechodzi na rdzeń grzbietowy. Stąd brak u kostnoszkieletowych takich tętnic jak tętnica przedmózdzia boczna i grzbietowa (*a. prosencephali lateralis et dorsalis*), tętnica boczna śródmózdzia, mózdzku i rdzenia przedłużonego (*aa. laterales mesencephali, cerebelli et rhombencephali*), a funkcję ich speł-

niają niespotykane u tamtych tętnice wewnętrzne śródmózdzia, mózdzku i rdzenia przedłużonego (*aa. centrales mesencephali, cerebelli et rhombencephali*). U kostnoszkieletowych krew przepływa przez miąższ od wewnątrz ku jego powierzchni. Wspólną natomiast cechą jest to, że tętnice do mózgu dochodzą od strony jego podstawy, gdzie się znajdują główne gałęzie, podczas gdy naczynia żyłne przeważają po stronie grzbietowej i uchodzą z boku mózgu.

Następną cechą charakterystyczną jest występowanie trzech żył mózgowych: przedniej, środkowej i tylnej (*vv. cerebri anterior, media et posterior*), przy czym środkowa jest bardzo dobrze rozwinięta; w związku z tym dalszą cechą jest podział mózgu na trzy terytoria, przynależne do każdej z tych żył. Brak żyły sklepieniowo-mózdzkowej (*v. tecto-cerebelleris*), ramienia przedniego i tylnego żyły mózgowej tylnej (*ramus anterior et posterior venae cerebri posterioris*), stoi w związku z charakterystycznym i silnym rozwinięciem między oponami tkanki galaretowato-tłuszczowej.

Pracę niniejszą wykonałem w Zakładzie Zoologii Ogólnej i Ewolucjonizmu Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej. Rozpoczęcie jej ułatwił mi w dużym stopniu zasiłek pieniężny otrzymany z Resortu Rolnictwa Polskiego Komitetu Wyzwolenia Narodowego. W technice laboratoryjnej musiałem się niejednokrotnie posługiwać bardzo prostymi środkami z uwagi na trudny okres powojenny oraz skromne wyposażenie niedawno utworzonej pracowni.

Za temat pracy oraz cenne rady i uwagi wyrażam Prof. Dr. Zygmuntowi Grodzickiemu gorące i serdeczne podziękowanie i czuję się mocno zobowiązany za Jego życzliwe ustosunkowanie się do moich usiłowań.



SUMMARY

Preface.

Hofmann and van Gelderen have studied the blood-vessels of vertebrates from a comparative standpoint. The first author has not examined the Teleostians at all, the other, who studied only the veins, has taken into consideration solely general trunks of veins which run into the anterior cardinal vein. In the present bibliography there is a lack of any accurate description of the whole of the brain. Grodziński has described the blood-vessels of the brain of *Salmo irideus*, whose vessels he has submitted to injection through the caudal artery. Employing his method I have examined the blood-vessels of three representatives of freshwater Teleostians: *Esox lucius*, *Percu fluviatilis* and *Cyprinus carpio*. I have also made use in my work of his arrangement and nomenclature. My material consisted of fishes weighing from 200--250 g. which I submitted to injection with Berliner-liquid and illuminated according to Spalteholz's simplified method, that is, without benzoic benzol.

I. The vessels of the base of the skull.

The vessels taking the blood to and from the brain are lying under the base of the skull. They are: *aortae laterales*, *aa. carotides internae*, *a. orbito-nasalis*, *aa. encephalicae* and *a. pseudobranchialis afferens*, following *v. ophthalmica magna* and *v. cardinalis anterior* with three cerebral veins. The blood runs to the brain only by anterior carotid arteries, whose prolongation is the encephalic artery; from the brain run anterior, medial and posterior cerebral veins.

The blood oxygenated in gills is collected by four epibranchial arteries (Pl. I, II, Fig. 1—3 Aep). The vessel given off by the first epibranchial artery, runs to the base of the skull, and bifurcates into two branches: one becomes the interior carotid artery (Pl. I, II, Fig. 1—3 Aci) which brings the blood almost directly to the brain, the other turns backwards and receives successive epibranchial arteries, forming the lateral aorta (Pl. I, II, Fig. 1—3 Al). The vessels bringing the blood from the third and fourth branch join together into a short common trunk which runs into the medial aorta (Pl. I, II, Fig. 1—3 Am). Its outlet is in the joining place of the lateral aorta, as in the pike and the perch, or is shifted markedly backwards as in the carp.

From both lateral aortae and interior carotid arteries the circulus cephalicus is formed. It distributes the blood in such a way that it is directed towards certain determined regions of the body. In the pike and perch we can distinguish three directions bringing the blood from the first branch directly to the brain through interior carotid artery. It is the only way by which the brain receives the blood. The second channel takes the blood from the first and second branch through lateral aorta to medial aorta, i. e. to the trunk and organs which are supplied by this aorta. The third channel carries the blood from the third and fourth branch directly into the intestinal artery (Pl. I, II, Fig. 1, 2 Amt). The blood oxygenated in gills is divided in circulus cephalicus into three portions which supply different regions of the body of the fish: cerebral and head, thoracic and intestinal.

In carp the intestinal artery is placed far from the common trunk of the third and fourth branch, behind the basisphenoid (Pl. II, Fig. 3 Bs) which in *Cyprinidae* is pierced through by the medial aorta (S a g e m e h l).

From the interior carotid artery runs the orbito-nasal artery supplying the olfactory tract and the lobus (Pl. I, II, Fig. 1—3 An). Beside the circulus is the pseudobranchial efferent artery (Pl. I, II, Fig. 1—3 Ape) from which runs the ophthalmic artery to the eye-balls (Pl. I, II, Fig. 1—6 Ao).

The even anterior cardinal veins (Pl. I, II, Fig. 1—3 Vcd) take the blood from the head. They begin at the tip of the snout and accompany at first the orbito-nasal artery. In the orbital region they run close to the margin of the orbit, pass the eye-ball as orbito-nasal vein (Pl. I, II, Fig. 1—3 Vn), and run over the ophthalmic nerve to the ventral lateral side of the sphenoid. In this place they take from eye-ball the ophthalmic vein (Pl. I, II, Fig. Vo). The continuation of the orbito-nasal veins is the cardinal vein. Running from the base of the skull and accompanying the lateral aorta it receives successively the medial and posterior cerebral veins. On the level of the sphenoid the veins make a deviation from the middle line and run on the sides of the trunk ventrally to the heart.

II. The cerebral blood-vessels.

Arteries.

The lateral aortae in their prolongation into the carotid artery join together in the frontal region of the sphenoid-bone and perforating the latter pass on the other side to the interior of the cranial cavity where they become the encephalic artery (Pl. I—IX, Fig. 1—4, 7—9, 12, 13, 15, 17 Aen). In the trout the carotid arteries join into an odd short trunk (G r o d z i ń s k i) which is divided at the base of the brain into anterior and posterior arteries. The pike and the perch have even encephalic arteries;

the carp has them also even, but they are running considerably apart from each other and reach the brain not from the centre but from both sides. Both cerebral arteries are placed under the brain and give off ramifications running dorsally. In adults the anterior and posterior cerebral arteries join their ends into an odd, basal prosencephalic artery and the basal rhombencephalic artery (G r o d z i ń s k i), making in this way the closed circle of Willis which runs around the diencephalon. The encephalic artery divides this circle into the anterior and posterior parts from which run arteries in the cerebral region of the diencephalon. The anterior part gives off on the inside the cerebral artery of retina and on the outer side the artery of epiphysis; from the posterior part runs outside as the first ramification the cerebral artery of cerebellum, and inside as the next ramification the cerebral artery of mesencephalon. Except ramifications which are running from the circle to its middle, there are also centripetal branches of the basal prosencephalic artery which run to the interior, and similar branches of the basal rhombencephalic artery running towards the bulb. The basal prosencephalic artery terminates by giving off fine olfactory branches; from the basal rhombencephalic artery runs to the labyrinth a labyrinthic artery.

The anterior cerebral artery can take two positions, depending on the place where it leaves the encephalic artery. In Teleostians, who have the odd encephalic artery or even arteries running close to each other, the beginning of the cerebral arteries is at the base of the ophthalmic nerve. This position we find in the pike (Pl. III, IV, Fig. 4, 7, Aca) and the perch (Pl. V, VI, Fig. 9, 12 Aca), in whom this artery passes the ophthalmic nerve laterally and runs on its dorsal side in front of the prosencephalon which covers it. It has then ventral position in relation to the prosencephalon. Differently behaves this artery in the carp (Pl. VIII, IX, Fig. 15—17 Aca) in whom it runs laterally to ophthalmic nerves, in front of the mesencephalon and on the side of the prosencephalon. The position of it in carps is completely lateral in relation to the prosencephalon. Just for this reason the connection between the anterior cerebral artery and the ophthalmic nerve is lost in the carp while it is so strongly marked in the trout, in the pike and in the perch. The central artery of retina which is running at the base of the ophthalmic nerve originates in it from the posterior cerebral artery, while in other fish it is a branch of the anterior cerebral artery in agreement with the rule that phosencephalon should lie within its reach.

Anterior cerebral artery, depending on its origin in relation to the ophthalmic nerve, either makes a characteristic arc under the mesencephalon (in the trout, the pike and the perch), or running from the laterally

situated encephalic artery lies outside the mesencephalon and in consequence cannot make this arc but takes a straight course instead (in the carp).

The location of the basal artery of prosencephalon is not invariant in the examined fish. It shifts from the base of the prosencephalon to as far as the olfactory nerves. In the trout it is at the base of the prosencephalon between its cerebral hemispheres (Grodziński), in the pike (Pl. III, Fig. 4 Aph) and the perch (Pl. V, Fig. 9 Aph) however it is more to the front, amidst the olfactory bulb; in the carp (Pl. VIII, Fig. 14 Aph) it is markedly in the fore part between the olfactory nerves. The division of this artery into olfactory branches takes place also on different levels; in the trout it takes place at the base of the olfactory bulb (Grodziński), in the perch the division into small branches appears amidst the olfactory bulb, in the pike and the carp between the olfactory nerves.

The pattern of ramifications of the labyrinthic artery from the basal rhombencephalic artery differs considerably from the cardinal scheme. The trout has this artery running on both sides towards the labyrinth on the level of the acoustic nerves. In the perch (Pl. V, Fig. 9 Alb) there is the same common point of division for both small arteries. In the carp (Pl. VII, Fig. 15 Alb) there are two points of divisions lying one behind another, a separate one for the right and a separate one for the left artery. Differently appears the point of division in the pike (Pl. III, Fig. 4 Alb), whose basal rhombencephalic artery is not continuous, but in the region of the acoustic nerve bifurcates into branches which are at first turned towards each other. They make a fork of vessels, running to the left and right side which later on join into one artery supplying the labyrinth. Therefore in the pike we find in the central part of the rhombencephalon a quadrangle closed by arteries; such a quadrangle does not exist in other fish.

Lastly, the course of cerebellar arteries differs in their reciprocal position with reference to the principal axis of the brain. The initial course of these arteries is similar in all representatives of fish (Pl. III, V, VIII, Fig. 6, 11, 16 Acb), but changes within the cerebellum in the trout where the arteries lie one over the other. In the pike, perch and carp the initial course is maintained, and the arteries run beside each other.

Veins.

To the anterior cardinal vein run from the brain the anterior, medial and posterior veins.

In the trout (Grodziński) there are all three cerebral veins present. The anterior cerebral vein brings the blood into the orbito-nasal vein in the region of prosencephalon. The medial vein lies in the neigh-

bourhood of the mesencephalon and runs with the trigeminal nerve outside the cerebral cavity. The posterior cerebral vein lies close to the vagus nerve and in its company passes from cerebral cavity outside. In the pike and in the carp there are also three veins, and they have a similar course. In the perch the formation of the anterior cerebral vein on one side of the brain is related to the change this vessel undergoes in connection with the forming of other channels for taking the blood from that part of the brain.

There is such a variety of courses the veins take that it is not easy to discern a typical pattern as it is in the case of arteries. The most general scheme would be as follows. The anterior cerebral vein carries the blood from the prosencephalon, epiphysis and its saccus dorsalis, the medial cerebral vein takes the blood from almost the whole ventral surface of the brain. This last vessel is made of two branches: the anterior, reaching to the prosencephalon, and the posterior, reaching to the rhombencephalon. The whole dorsal part of the brain is within reach of the posterior cerebral vein. Moreover, one can notice a great variability in the structure of the veins caused by the formation of the gelatinous- adipose meninges and by the varying positions occupied by the cerebellum.

The anterior cerebral vein shows a varying degree of development in the various representatives of fish. In the trout (Grodziński) it is developed very well, but not so in the carp and pike. In the perch there is very often one vessel instead of two, and then this is usually better developed. In the pike (Pl. III, IV, Fig. 5, 7 Vca) as well as in the trout, the state of the vein depends on the presence of saccus dorsalis. From the latter takes its beginning the anterior cerebral vein. Strictly speaking it is one of many small vessels with which the saccus dorsalis is interwoven, except that it is a little more developed. In the carp (Pl. VII—IX, Fig. 15, 16, 17 Vca) this vein is not developed well because the dorsal saccus is small and its vessels run into meningeal veins. This vein then takes its beginning in the form of small rootlets on the lateral side of the prosencephalon and runs into the same vein in the pike as in the trout. In the perch (Pl. V, VI, Fig. 10, 12, text-fig. 1 Vca) there are connections between the veins of the small saccus dorsalis and the meningeal vein which in this place joins the anterior cerebral vein.

The medial cerebral vein can be found in all Teleostians. In the trout (Grodziński) it is formed by the junction of two branches running from the anterior and posterior parts of the brain. In the pike (Pl. III, IV, Fig. 4, 7 Vcm) and the perch (Fig. 9, 12 Vcm) there is a third medial branch beginning in lobi inferiores. In the perch it is longer and begins in the saccus vasculosus, adhering to its lateral side. It takes on its course

small ramifications from the neighbouring surface of the lobus and the hypophysis. In the trout there are also vein-vessels on lobus inferior and saccus vasculosus, running to the frontal part of the brain, but their relation to the medial cerebral vein is unknown. In the carp (Pl. VII, IX, Fig. 14, 17 Vcm) these three branches are missing, and the vein is formed differently than in the pike, perch and trout. The three representatives of Teleostians have the medial cerebral vein formed as a short trunk into which run the veins lying under the brain. In its further course — together with orbito-nasal vein — they form the beginning of the anterior cardinal vein. In the carp the orbito-nasal vein passes without altering its diameter into the cardinal vein and takes in the region of mesencephalon, immediately after receiving the anterior cerebral vein, two veins running from the brain, instead of one as in the other representatives of Teleostians. The outlets of the veins lie very close to each other and even may confluence into one. They are the outlets for the anterior and posterior branches of the medial cerebral vein. Their arrangement resembles the pattern of branches we find in the pike and perch. The common part of the veins corresponds to the medial vein. But the existence of one more vein, a very strong and long one, beginning in the lobus vagus and running under the brain without adhering to it, makes it difficult to accept an homology of those correlations. This vein I consider the posterior branch because otherwise I should have to regard it as a new element, and there is no evolutionary evidence to prove it.

The posterior cerebral vein (Pl. III—IX, Fig. 4—7, 9—12, 14—17, text-fig. 1 Vcp) is a vessel into which run veins situated on the dorsal side of the brain. In the trout (Grodziński) the roots of the vein reach onto the dorsal surface of the vault of the mesencephalon. They run almost directly through the whole of its length and become two cerebellar veins which in continuation make the posterior cerebral vein. This pattern is the simplest in the pike and in the perch. In the pike (Pl. II, IV, Fig. 4—7 Vcp) there are six veins on the tectum opticum (Pl. III, IV, Fig. 5, 7 Vvt). In every hemisphere of its mesencephalon there are three veins running along and becoming one cerebellar vein (Pl. III, IV, Fig. 5, 7 Vcbd). In the trout these three pairs are not all present. One can distinguish the middle right side vessel lying in the middle furrow which takes two lateral branches supplying the right side of mesencephalon, and the left side lateral vessel supplying the left side of mesencephalon. If both the inside vessels of the left side of mesencephalon and both the outer vessels of the right side of mesencephalon were not developed in the pike, as the pattern would resemble that of the trout.

In the carp and in the perch the situation is not so simple because of the development of thick meninx and a long olfactory tract. The beginnings of meningeal veins are in the carp (Pl. VII, IX, Fig. 14, 17 Vvt) placed much more towards the front, namely in the region of the olfactory bulb. From each of them run even bulbal veins (Pl. VII, IX, Fig. 14, 17 Vb) along the olfactory nerves and reach the region of the epiphysis, where they become the meningeal veins (Pl. IX, 17 Vmg). In the trout there is indeed a bulbal vein too, but it runs usually into the left anterior cerebral vein and does not join the meningeal vein. This depends also upon the degree of development of the meninx. In the trout as in the pike the meninx is relatively thin and therefore, either as in the pike there is no bulbal vein, or it runs into the nearer vein as in the trout. In the carp the bulbal vein joins the meningeal vein. In the perch, there is as a rule — like in the carp — the bulbal vein (Pl. V, Fig. 10, text-fig. 1 Vb) which is very flexible and variously developed. The meningeal veins themselves are in the carp fan-shaped as in the pike. Moreover, they are five in number. In the middle part of the mesencephalon runs an odd vessel which corresponds to the even ones lying at this place in the pike. The roots of those veins make in the meninges a net of small vessels with direct outlets into the great vessels. In the bordering region between bulbal veins and meningeal vessels there appear transversal junctions over the epiphysis forming something like a knot of vessels, or a point at which the vessels converge. In the perch this part is characterized by lack of lengthwise veins. There are two veins, the left and the right one, which run in the region of epiphysis in company with the bulbal veins and make a knot of vessels like in the carp.

If the meningeal veins be regarded as the roots of the posterior cerebral vein pushed forth as much as possible, then in the perch, pike and carp there is one more root, namely the central mesencephalic vein (Pl. III, IX, Fig. 5—8, 10—12, 16—18 Vms). It penetrates deep into the interior of the third chamber and also onto the tori semicirculares, where from it passes in the form of two ramifications, outside the mesencephalon and has its ramifications confluence into an odd vein running dorsally into meningeal vein. The latter which is not overmuch developed in other representatives, is in the carp well developed and lying on tori semicirculares. In the trout it is missing.

The meningeal veins, joined into one, run in the pike into even dorsal cerebellar veins (Pl. III, IV, Fig. 5, 7 Vcbd). They correspond to the same found in the trout in whom, strictly speaking, starting from the beginning of the mesencephalon and up to the vagus nerve, runs a uniform vessel whose initial part lying on the mesencephalon, corresponds to the meningeal vein in the pike, while the medial part corresponds to dorsal cerebellar

vein, and the final part to the posterior cerebral vein. In the trout (Grodziński) there is no junction between the veins of the left and right side as it is in pike, in whom these parts differ markedly. In the carp there is in this place an odd thick trunk (Pl. VI, Fig. 14 Vcbp) collecting the meningeal veins and giving off two ramifications running into the posterior cerebral vein.

In the perch this junction in the region of cerebellum is not always present. The meningeal veins run forward (text-fig. 1 Vvt) and do not form the dorsal cerebellar vein. Towards the posterior region, over the cerebellum and on its side, runs in the meninx the posterior cerebellar vein (Pl. V, VI, Fig. 11--12 and text-fig. 1 Vcbp) which plays the part of the missing vein. Between these veins in the perch there are visible thick anastomosing vessels forming nets which are lacking in other representatives. In the pike the weak dorsal cerebellar vein is situated completely outside the cerebellum, in the perch it is quite pushed backwards from the cerebellum to a place where it finds convenient conditions for joining the meningeal veins. In the trout and carp this vein is absent.

Outside the cerebellum in Teleostians appears a vein which for its position bears the name of lateral cerebellar vein. In the trout it runs in the front part of the cerebellum and flows into the posterior arm of the medial cerebral vein. A similar position of this vein is also found in the carp. It is more pronounced in the pike and runs into the same vein, for which reason I regard it as the identical root for this branch. In the pike and perch this vein is also present, but it does not join the posterior branch, since the latter has one root only. In the perch there is a well developed vein which runs into the vein of plexus chorioideus.

The vein of plexus chorioideus runs in the trout on both sides of cerebellum and has a lengthwise position (Grodziński). Between these, over the fourth chamber, is extended the net of veins, the small vessels of which run into the above mentioned vein. In the pike there is also this vein, but less developed and shorter, which stands in certain relation with the small plexus of this chamber. This vein appears well developed in the perch, in whom the plexus (Pl. V, Fig. 10, 12 Pl) is also well developed. It takes the cerebellar vein and the auricular vein, therefore its structure is stronger than in the pike and even than in the trout. In the trout the vein lies on the auricula of cerebellum, but is shorter and thinner. The vein of the plexus in those representatives is even, while in the carp it is odd and made of the even roots lying on the facial lobus.

Of all the existing nets of veins there appears in Teleostians only a single net on the fourth chamber. This net is between the cerebellum and

rhombencephalon and covers the fourth chamber from the dorsal side. In the trout the cerebellum covers this chamber, therefore small nets consisting of fine vessels are formed. Large nets are formed in the perch and carp, in whom the chambers are not covered by the cerebellum. In the perch this net has quadrilateral form with little eyelets, quite regular in the frontal part and outside, less regular in the middle and posterior part where they lose completely the character of the form of eyelets. In the carp the net has a round outline and consists of irregular and not very distinct eyelets.

III. The comparison of brain-vessels of Teleostians with other fish. Arteries.

Comparing aforementioned relations of blood-vessels of the brain with other fish, especially with sharks and the sterlet (Grodziński) one can find under the brain of all of them two cardinal basal arteries running from the encephalic artery which form a closed circle of Willis in Teleostians and in *Scylliorhinus*. In *Raja* and *Torpedo* this circle does not exist (Grodziński). The lamprey (Cori, Sterzj) and *Mustelus* (Grodziński) form in the posterior part the close circle which is made by simple basal artery of rhombencephalon only.

The lateral ramifications of basal cerebral arteries in sharks, sterlet and the lamprey take place on the surface of the brain; inside of it runs no artery. In Teleostians the basal artery gives the ramifications mostly to the interior of the brain. This fact is a fundamental feature distinguishing the Teleostians from the Selachians. It must, however, be remembered that several sectors of Teleostians brain have in their interior such arteries as in Selachians are outside. In sterlet as in sharks — from the posterior cerebral artery run outside only the arteries on the rhombencephalon, on the cerebellum and mesencephalon, enveloping the brain and turning to its dorsal side, so that the Teleostians have in those regions only centripetal ramifications of arteries. Of the superficial arteries there are present in Teleostians only the epiphyseal artery and a central artery of retina — as lateral branches from the anterior cerebral artery — and the labyrinthic artery — as lateral ramification from the basal artery of the rhombencephalon. The latter artery appears in the sterlet, in sharks and Teleostians, but it cannot be found in Cyclostomians. It is, strictly speaking, one of the lateral arteries of rhombencephalon accompanying the acoustic nerve and supplying the labyrinth. The artery of retina exists in Teleostians and sharks, but the epiphyseal artery in Teleostians only. The route of the last artery resembles the course of the lateral prosencephalic artery. In the sterlet it ends at the saccus dorsalis, and in Teleostians — in the epiphysis.

Of the lateral ramifications most interesting are the mesencephalic and cerebellar arteries in the sharks, sterlet and Teleostians. In the first of the above named fish their position is determined by the oculomotor nerve. Moreover, the cerebellar artery running from front appears behind the mesencephalic artery. One can distinguish here two types: the characteristic feature of the first type is that the mesencephalic artery runs in front of the oculomotor nerve which lies between this artery and the cerebellar artery, of the second — that the mesencephalic artery runs behind the oculomotor nerve. In the sterlet and in the *Scylliorhinus* as well as in the *Mustelus* we find the first type, *Raja*, *Torpedo* and Teleostians belong to the second. The displacement of the artery in relation to the oculomotor nerve takes place here, but their relative position remains unchanged. In Teleostians however, taking the same direction, first branches off the cerebellar artery, then the mesencephalic artery, that is, in reverse order than in sterlet and sharks.

At last it should be mentioned that in sharks and Teleostians there is no special artery for supplying the blood vessels of the net lying in fourth chamber. This chamber in Teleostians is smaller than in the sterlet and lamprey which have special arteries.

Veins.

From the brain run veins which in all fish perforate the cranium and carry the blood into the anterior cardinal vein. Their number is not constant and in various representatives of fish oscillates from one to three. All three cerebral veins are present in Teleostians and Dipnoans (van Gelderen) in the frontal, middle and posterior parts of the brain. In *Ceratodus* the anterior cerebral vein lies before the trigeminus nerve; between the latter and the facial nerve lies the medial vein, the posterior vein runs between the acoustic vesicle and the vagus nerve. In the trout (Grodziński) there appear also three veins, and the positions of the anterior and posterior veins are similar to those in *Ceratodus*. The medial vein runs in the trout and other Teleostians before the trigeminus nerve, not behind it as in the above mentioned Dipnoan. In the sharks, beginning with the embryonic and ending with the adult stage (Grodziński), and also in the sterlet, there are only two veins running from the brain. In the former there are anterior and posterior veins, and in the latter — the medial and anterior veins. The lack of medial cerebral vein is a feature characterizing blood-vessels of the brain of the Selachians, but the presence of the medial and the lack of the posterior vein characterizes the vessels of the sterlet. The Cyclostomians (van Gelderen, Towarnicki) and great Torpedos (Grodziński) have only the posterior cerebral vein.

The size of the cerebral vein varies in fish. In Selachians and the sterlet it is considerable, since it collects the blood from the spacious areas of the prosencephalon, lobus olfactorius and part of mesencephalon. In Teleostians, in consequence of a decrease of the area supplied with blood, the vein loses its significance, and is entirely missing in the perch.

The medial cerebral vein is formed according to the degree of development of the mesencephalon. It is well developed in Teleostians, but in Selachians it is missing, since this part of the brain is less developed with them. The sterlet has this vein, though its homology with Teleostians is doubtful: it is shifted back in young individuals. In Teleostians it lies before the trigeminal nerve and according to classification by van Gelderen it is a would-be medial cerebral vein. The position of the posterior branch of this vein is also different in the sterlet and Teleostians, in the sterlet it lies outside the brain-nerves, in Teleostians — inside. Besides, in Teleostians it begins with three branches and not with two, as in the sterlet.

The posterior cerebral vein is the most constant element relatively to the preceding veins. In Selachians its posterior branch joins the dorsal spinal vein, which does not occur in Teleostians. The sterlet has this vein only in embryonic stage (Ostroumoff). As a rule it collects the blood from the region of cerebellum and of the posterior part of mesencephalon. In *Torpedo* (Grodziński) and *Myxine* it has the task of collecting the blood from the whole brain in consequence of the lack of the two preceding veins.

Of all the veins the most interesting are the cerebellar and tectal veins. The posterior cerebellar vein in Teleostians appears chiefly as an even vessel joining the tectal veins with the posterior cerebral vein. In the carp it is always odd as well as in the sharks in whom boundary line of frontal and posterior defluxion runs in the region of cerebellum. The odd cerebellar vein in sharks is in the posterior region of defluxion and runs into the anterior branch of the posterior cerebral vein (*Scylliorhinus*) or bifurcates into branches which run into both arms (*Raja*, *Torpedo*). This position resembles similar position in the carp. Besides this vein, in the region of cerebellum there appears a common vein for cerebellum (*v. tecto-cerebellaris*) which topographically corresponds to initial roots of the meningeal vein in Teleostians. In sharks it is odd, and it has its roots lying in the cerebellum without, however, joining the meningeal veins as in carps. It joins only the frontal region of defluxion and runs into the anterior cerebral vein. In adult individuals of crampfish exclusively, there is on the mesencephalon the dorsal tectal odd vein in the form of one of even roots of the lateral tectal vein whose prolongation forms frontal arms of

posterior cerebral vein. Consequently there is produced only one region of defluxion, lying in the interior part of the brain, which resembles the defluxion region of Teleostians.

As in the case of arteries the structure of veins and their arrangement on the surface of the brain is to a great extent dependent on the form of the latter. Its two extreme parts, the prosencephalon and rhombencephalon, as well as mesencephalon with cerebellum, and the presence of a gelatinous-adipose tissue in the thick meninx, create conditions for different development of veins.

Comparing general patterns of the arrangement of veins of the brain in several representatives of fish we can distinguish three types depending on the presence or absence of the three cardinal cerebral veins. The first type is represented by Teleostians, where there are three cerebral veins, each enveloping with its roots a definite region of the brain. Thus within the reach of the anterior cerebral vein there is prosencephalon and saccus dorsalis, within the reach of the medial vein lie all the veins over the whole ventral surface of the brain beginning from the prosencephalon up to rhombencephalon, and lastly within the reach of the posterior vein is the whole dorsal surface. The second type occurs in sharks and in the sterlet, in whom there appear two veins, the area for the anterior vein remaining the same as in Teleostians, while the remaining part of the brain is taken over by the second vein—in sharks by the posterior and in the sterlet by the medial vein. The third type appears in crampfish and *Myxine* in whom we find one vein, always the posterior one, which then takes over the whole brain-area.

IV. The circulation of blood in the brain of Teleostians.

From the arrangement and kind of ramifications of arteries one can draw conclusions about the circulation of blood in the brain. The blood in the encephalic artery runs in two portions flowing in the opposite directions and supplying the cerebral arteries. But they supply the regions of the brain unequally, the anterior artery takes care only of the prosencephalon and a part of diencephalon (hypophysis), while mesencephalon, cerebellum and rhombencephalon is provided with blood through the posterior artery. Therefore the prosencephalon takes a greater portion of blood than the remaining three posterior parts of the brain. The anterior cerebral artery runs directly from the encephalic artery, unlike the posterior cerebral artery which runs outside at a right angle. Consequently the main and constant stream of blood flows in direction of the anterior artery, but the other stream is interrupted and rather sucked in by the posterior artery, while in the anterior artery it is pressed in. From this

phenomenon one can infer that the prosencephalon takes more blood than the remaining part of the brain.

From cerebral arteries the blood runs into the lateral branches nourishing the separate areas of the brain. The manner in which they supply the blood varies with different representatives of fish and can be taken as one of the characteristics of the Teleostians. In these fish the blood is carried by the lateral ramifications to the interior of the cerebral tissue in which it flows in capilar vessels to the outside surface of the brain, where these vessels give origin to veins (Pl. VIII, Fig. 19).

The dorsal veins collecting the blood from the surface of the brain run in gelatinous-adipose meninx. Their arrangement determines the direction for the blood-stream running from the brain. Consequently in Teleostians one can distinguish three areas from which the blood is taken by the veins: the frontal area collecting blood through the anterior cerebral vein, the medial area connected with the medial cerebral vein, and dorsal area belonging to the posterior cerebral vein. In the frontal area there lies the prosencephalon, while the mesencephalon is included in the posterior area. The middle area consists of the ventral surface from which the blood runs from two opposite ends of the brain to the centre where it flows into the medial cerebral vein. The dorsal area appears only in Teleostians and includes almost the whole brain on this side. It directs the stream of blood to the backside.

In comparing the arterial system of Teleostians with that of sharks, we see the following differences. In sharks there is besides the encephalic artery a second channel carrying the blood to the brain: the medular artery running from the posterior to frontal part. This appears clearly in *Raja* and *Torpedo*. The blood flows superficially from cardinal cerebral arteries towards the dorsal surface of the brain, where very often it can pass in small vessels over the cardinal cerebral veins onto the opposite side (Grodzinski).

In the arrangement of veins there are the following differences. Because of the lack of thick meninx the great veins lie in Selachians either directly on the brain or run between the brain and the vault of the skull (*Scylliorhinus*, v. *tecto-cerebellaris*—Grodzinski). In all representatives, except *Torpedo*, there are two veins, collecting the blood from the brain, and they are situated on its two opposite ends. In this way two areas are differentiated from which the blood is collected from the brain, the frontal and the posterior area. The boundary between them forms a furrow lying between the mesencephalon and cerebellum. From this place the stream of not-oxygenated blood is carried into opposite directions.

V. The influence of the position and structure of the brain on the formation of blood-vessels.

From the position the brain occupies one can find an explanation concerning the formation of blood vessels of the brain, especially the veins.

In some Teleostians, as in carp and perch, the brain does not fill the whole of the cerebral cavity and the long olfactory tract chiefly in the adult carp shows the same feature as in *Raja* and *Torpedo* (Grodziński). The space between the brain and the vault of the skull is filled by the gelatinous-adipose tissue in the form of a thick stratum which is a part of meninx and together with it covers the brain from the dorsal side (van Gelderen, Sagemehl). This has a great bearing on the formation of veins lying on the dorsal side of the brain (van Gelderen). These veins begin as small roots in the tissue of the brain and run through the whole thickness of the gelatinous-adipose tissue to larger vessels lying on its external surface. The greatest concentration of those vessels in the region of mesencephalon, and they keep meninx with all its strata in permanent connection with the brain. They are longer or shorter according to the thickness of the meninx and run into the great vessels lying on the external side of the meninx.

The study of the structure of the brain affords also some elucidation concerning the different state of development of some vessels. In the carp the basal artery of the prosencephalon is markedly shifted to the frontal part and lies between olfactory nerves, but not as in the perch and pike at the base of prosencephalon. The medial cerebral vein and its posterior branch take in the carp a different position than in the remaining representatives. The first vein is shifted before the frontal edge of the mesencephalon, the second does not run on the surface of the brain but in some distance from it. This may be explained by the slow increase of the size of the brain in comparison with the quickly developing cerebral cavity. The prosencephalon in the carp is shifted back, and consequently the olfactory nerves are stretched and their crossing is pushed forward before the prosencephalon; since it remained kept in the primordial position, due to its earlier connection with the eye; in the perch, pike and also in the trout the crossing lies in the boundaries of prosencephalon and mesencephalon. The position of the basal artery of prosencephalon which in all representatives appears before the crossing of olfactory nerves remains in the carp also in this place. However in consequence of the retraction of the prosencephalon, the vein is placed between those arteries (Text-fig. 2). Also the medial cerebral vein in perch and the pike runs on both sides of mesencephalon, and in the carp in front of it. The structure

of the net on the fourth chamber depends also on the structure of the cerebellum. In the pike, in whom the top of the cerebellum is pushed very far backwards, this net is less developed than in the perch, in whom this point is less retracted, and the whole cerebellum is shifted to the frontal part and pressed between hemispheres of the mesencephalon.

The shape of the brain of Teleostians does not exert influence in such a degree as in sharks. The Teleostians represent the broadest type of brain, and in spite of it the greater vessels do not run transversally to the long axis as it could be inferred from this type. Furthermore, only small veins in meninx in the pike have this course; in the carp and perch their position is radiant towards a larger collecting vessel. This depends indisputably on the very strongly developed gelatinous-adipose tissue on the dorsal side of the brain. At last, in consequence of the retracting back of the rhombencephalon and of pushing aside the lobus vagi in carps, the posterior arm of the medial cerebral vein, whose roots are lying on the lobus, moves aside from the brain and remains in this primordial position.

VI. Conclusions.

The characteristic features of the Teleostians are: arteries running from the circle of Willis and giving ramifications inside the brain; lack of connection between the basal artery of rhombencephalon and spinal artery in contradistinction to the other fish, in whom the arteries have ramifications on the surface of the brain, and the basal artery with its branches embraces the rhombencephalon. Therefore there is in Teleostians lack of such arteries as lateral and dorsal artery of the prosencephalon, lateral artery of the mesencephalon, and the same of cerebellum and of rhombencephalon. Their functions perform the arteries not found in other fish such as: the central arteries of mesencephalon, of cerebellum, and prosencephalon.

The blood in Teleostians flows from the interior of the brain to its surface. The common feature is that the arteries run to the brain on its basal side where there are cardinal cerebral arteries, while the veins predominate on the dorsal side and take the course on lateral sides of the brain.

The next feature is the presence of three cardinal veins: anterior, medial and posterior, the medial veins being very well developed. In connection with this, there is one more feature to point out namely the division of the brain into three areas, one for each of those veins. The lack of the tecto-cerebellar vein, and of the frontal and posterior branch of the posterior cerebral vein stands in connection with the typically strong development of the gelatinous-adipose tissue amidst the meninx.

BIBLIOGRAFIA — BIBLIOGRAPHY.

1. Allis E. P. — The Pseudobranchial and Carotid Arteries in *Esox*, *Salmo* and *Gadus* together with a Description of the Arteries in the Adults *Amia*. *Anatom. Anz.*, **41**, 1912.
2. Burne R. H. — Notes on the cerebral arteries of the angler fish (*Lophius piscatorius*). *Zool. Soc. London*, 1925.
3. Cori P. — Blutgefäßsystem des jungen *Ammocoetes*. *Arbeiten d. zool. Instit. Wien*, **6**, 1906.
4. van Gelderen Ch. — Die Morphologie der *Sinus durae matris* I. Die vergleichende Anatomie d. neurokranialen Venen d. Anamnier u Reptilien. *Zeitschr. ges. Anat.*, **1**, **73**, 1924.
5. van Gelderen Ch. — Die Morphologie der *Sinus durae matris* II. Die vergleichende Ontogenese der neurokranialen Venen d. Vögel n. Säugetiere *Zeitschr. Anat. n. Entwgesch.* **73/75** 1924/25.
6. van Gelderen Ch. — Entwicklung der Hirnhäute beim Teleostiern. *Anatom. Anz.*, **60**, 1925.
7. Grodziński Z. The main vessels of the brain in Rainbow-trout. *Bull Intern. Acad. Polon. Sci. Lettr.*, 1946.
8. Grodziński Z. — Rozwój naczyń w mózgu pstrąga tęczowego (w druku).
9. Grodziński Z. — The blood vessels in the brain of Elasmobranchies. *Bull. Intern. Acad. Polon. Sci. Lettr.* 1946
10. Grodziński Z. — Naczynia krwionośne mózgu sterleta (*Acipenser ruthenus*) (w druku).
11. Hofmann M. — Zur vergleichenden Anatomie d. Gehirn u. Rückenmarkarterien d. Vertebraten. *Zeitschr. Morph. Antropol.*, **2**, 1900.
12. Hofmann M. — Zur vergleichenden Anatomie d. Gehirns u. Rückenmarkvenen d. Vertebraten. *Zeitschr. Morph. Antropol.*, **3**, 1900.
13. Nussbaum J. — Entwicklungsgeschichte und morphologische Bedeutung der Occipitalregion des Schädels und Weberschen Knöchelchen bei der Knochenfische, *Anat. Anz.*, **32**, 1908.
14. Ostroumoff P. — Zur Entwicklung des Sterlets (*Acipenser ruthenus*). *Zoolog. Anz.*, **32**, **14**, 1907.
15. Sagemehl A. — Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. II Einige Bemerkungen über Hirnhäute der Knochenfische. *Morph. Jahrbuch*, **9**, 1884.
16. Sagemehl A. — Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. IV. Das Cranium der Cypriniden. *Morp. Jahrbuch*. **17**, 1891.
17. Sterzi G. — Recherches sur l'anatomie comparé et l'ontogenese des meninges. *Arch. ital. Biol.*, **37**, 1902.
18. Sterzi G. — Il sistema nervoso dei Vertebrati. Vol. I. Ciclostomi. Padova, 1907.
19. Towarnicki R. — Über die Blutgefäße des Gehirns von *Myxine glutinosa*. *Bull. Intern. Acad. Polon. Sci. Lettr.* 1935.
20. Walther J. — Die Entwicklung der Deckknochen am Kopfskelett des Hechtes. *Jena. Zeitschr. Naturwiss.*, **16**, 1883.

OBJAŚNIENIA TABLIC

Na wszystkich ilustracjach tętnice zaznaczono przez zakreskowanie, żyły zaś czarno. Na rys. 7, 12, 17 linią przerywaną zaznaczono kontur opony naczyniowej, na rys. 8, 13, 18 przekrój opony zaznaczono grubą skośną kreską w odróżnieniu od przekroju tkanki mózgowej, którą pozostawiono białą.

1. Nastrzykana głowa szczupaka widziana od strony podniebienia po usunięciu żuchwy.
2. To samo u okonia.
3. To samo u karpia.
4. Nastrzykany mózg szczupaka od strony brzusznej.
5. To samo od strony grzbietowej.
6. To samo od strony grzbietowej z wyciętym sklepieniem śródmózdża i ukazaniem komory trzeciej.
7. To samo od strony bocznej.
8. Przekrój strzałkowy przez mózg szczupaka.
9. Mózg okonia od strony brzusznej.
10. To samo od strony grzbietowej.
11. To samo od strony grzbietowej z odsłoniętą komorą trzecią.
12. To samo od strony bocznej.
13. Przekrój strzałkowy przez mózg okonia.
14. Mózg karpia od strony grzbietowej.
15. To samo od strony brzusznej.
16. To samo z pokazaniem komory trzeciej.
17. To samo z boku.
18. Przekrój strzałkowy mózgu karpia.
19. Przekrój strzałkowy śródmózdża szczupaka, przedstawiający przejście przez jego ściany naczyń tętniczych w żyłne.

EXPLANATION OF PLATES

On all drawings the arteries are marked by dashed lines the veins in black colour. On the drawings 7, 8, 17 the broken line denotes the outlines of the meningeal membranes. On the drawings Nr 8, 13, 18 the section of the meningeal membrane is marked by a thick, oblique line in contrast to the section of the brain's tissue, which is left blank.

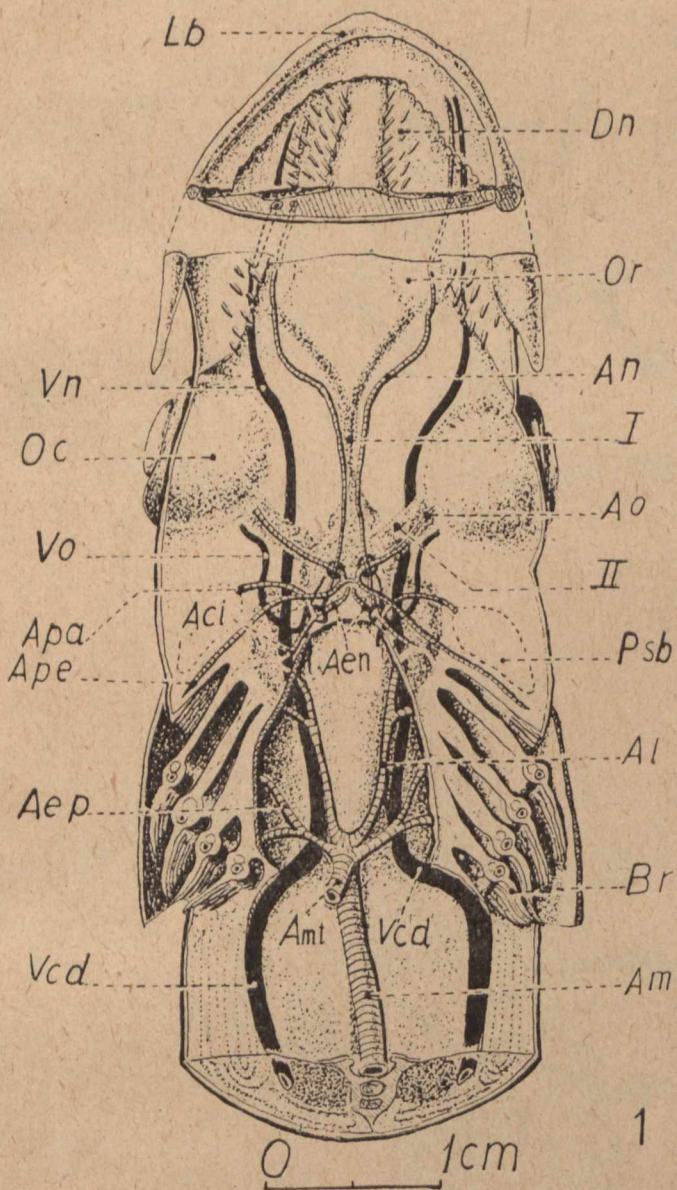
1. The head of the pike, with the jaw removed, injected and seen from the side of the palate.
2. The same in the perch.
3. The same in the carp.
4. Injected brain of the pike, as seen from the ventral side.
5. The same as seen from the dorsal side.
6. The same as seen from the dorsal side, after the vault of the mesencephalon has been removed to show the third chamber.
7. The same as seen from the lateral side.
8. A sagittal section through the brain of the pike.
9. The ventral surface of the brain of the perch.

10. The dorsal side, of the brain of the perch.
11. The same with the third chamber visible.
12. The same as seen from the lateral side.
13. A sagittal section through the brain of the perch.
14. The brain of the carp, as seen from the dorsal side.
15. The same as seen from the ventral side.
16. The same showing also the exposed third chamber.
17. The same as seen from the lateral side.
18. A sagittal section of the brain of the carp.
19. A sagittal section of the pike mesencephalon, showing arteries piecing through it and passing next into veins.

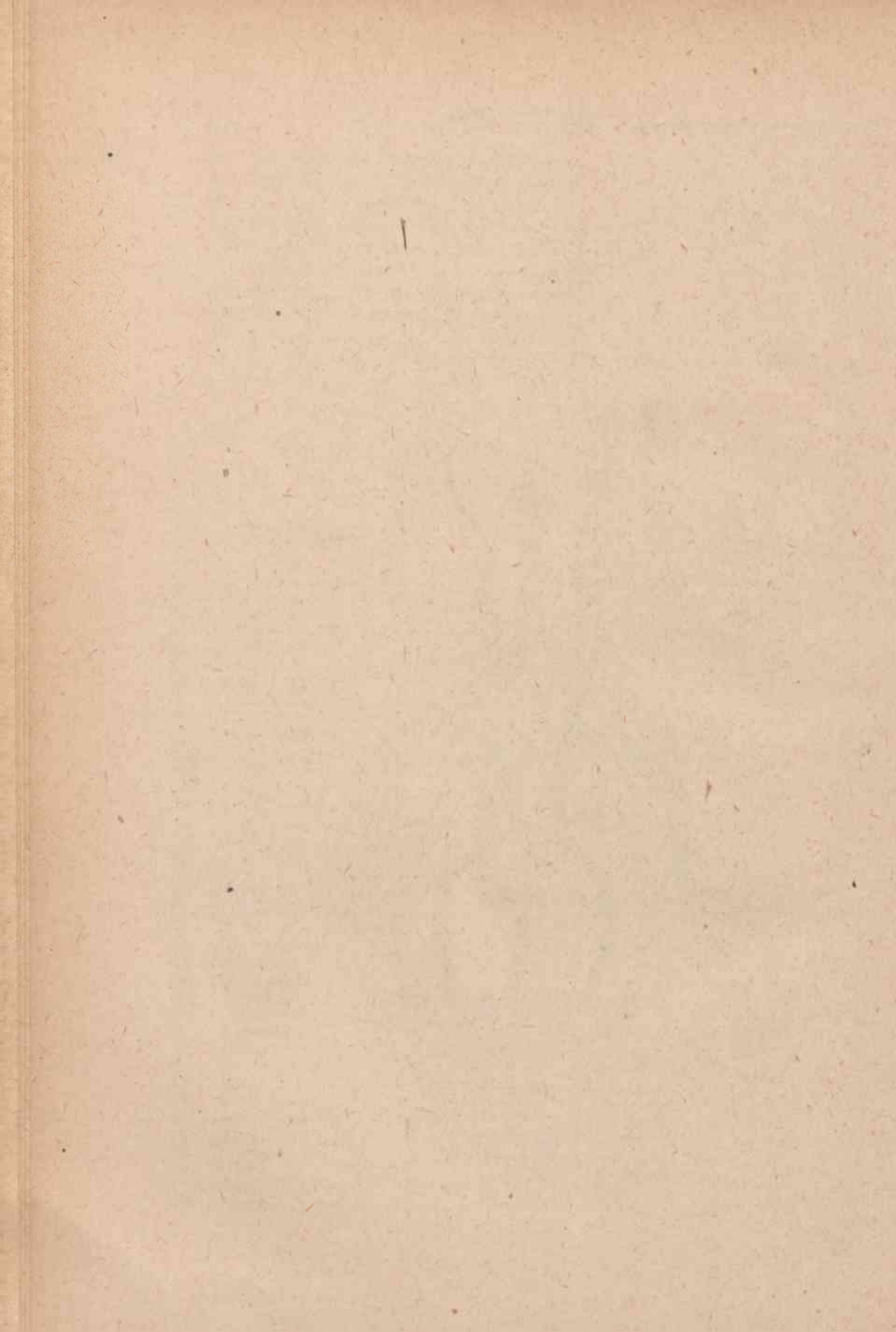
OBJAŚNIENIA SKRÓTÓW.
EXPLANATION OF THE ABBREVIATIONS.

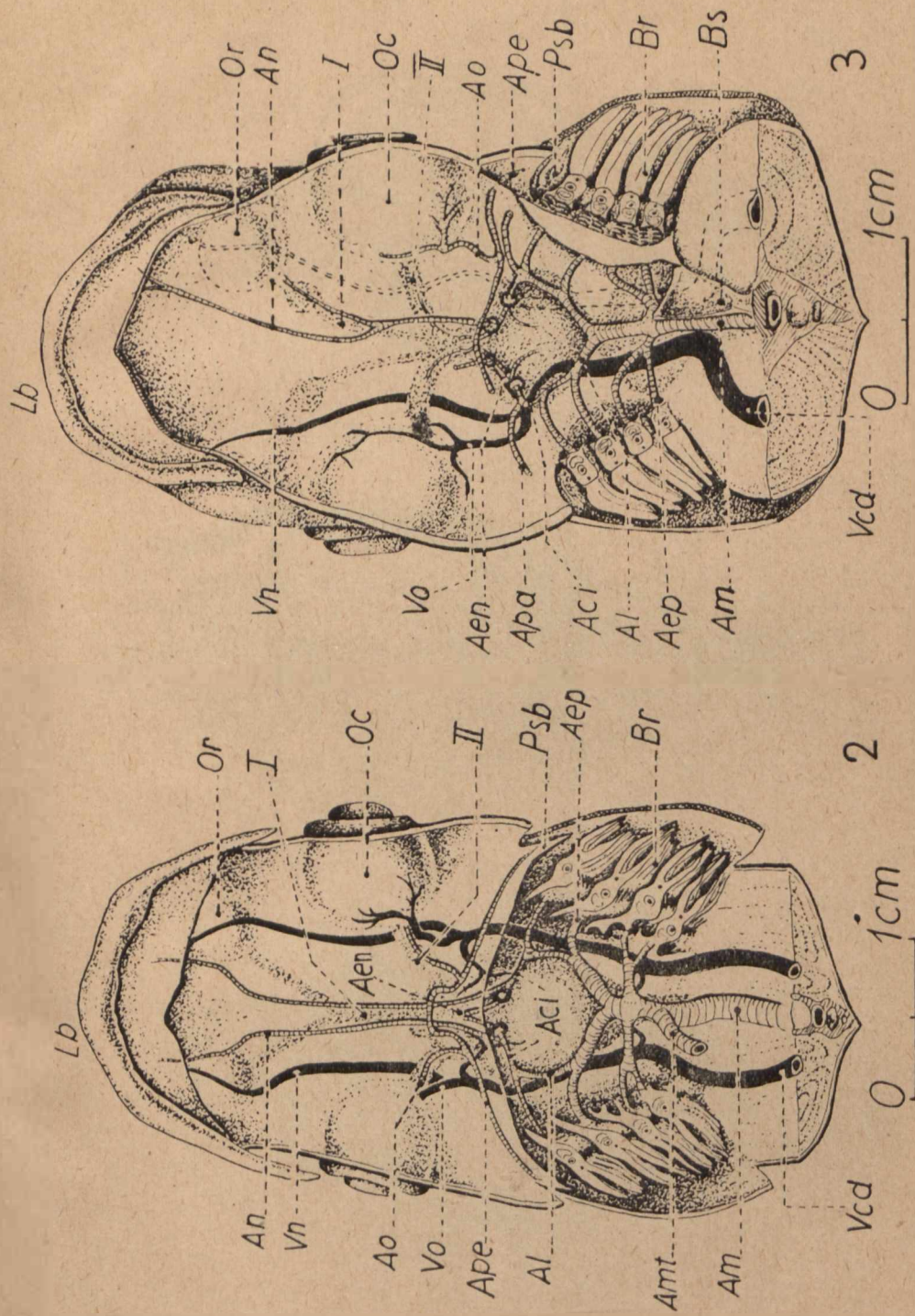
<i>Ab</i>	<i>Arteria basialis</i>	<i>Psb</i>	<i>Pseudobranchia</i>
<i>Aca</i>	<i>A. cerebri anterior</i>	<i>Ra</i>	<i>Ramus anterior venae cerebri mediae</i>
<i>Acb</i>	<i>A. cerebelli</i>	<i>Rb</i>	<i>Rhombencephalon</i>
<i>Aci</i>	<i>A. carotis interna</i>	<i>Rm</i>	<i>Ramus medius v. cerebri mediae</i>
<i>Acp</i>	<i>A. cerebri posterior</i>	<i>Rp</i>	<i>Ramus posterior v. cerebri mediae</i>
<i>Acr</i>	<i>A. centralis retinae</i>	<i>Sv</i>	<i>Saccus ventralis s. vasculosus</i>
<i>Ae</i>	<i>A. epiphysealis</i>	<i>Tl</i>	<i>Torus longitudinalis</i>
<i>Aen</i>	<i>A. encephalica</i>	<i>Ts</i>	<i>Torus semicircularis</i>
<i>Aep</i>	<i>A. epibranchialis</i>	<i>V₃</i>	<i>Ventriculus tertius</i>
<i>Ah</i>	<i>A. hypophysealis</i>	<i>V₄</i>	<i>Ventriculus quartus</i>
<i>Al</i>	<i>Aorta lateralis</i>	<i>Vau</i>	<i>Vena auricularis</i>
<i>Alb</i>	<i>A. labyrinthi</i>	<i>Vb</i>	<i>V. bulbalis</i>
<i>Am</i>	<i>Aorta medialis</i>	<i>Vca</i>	<i>V. cerebri anterior</i>
<i>Ams</i>	<i>A. mesencephali centralis</i>	<i>Vcbd</i>	<i>V. cerebelli dorsalis</i>
<i>Amt</i>	<i>A. coeliaco-mesenterica</i>	<i>Vch</i>	<i>V. chorioidea</i>
<i>An</i>	<i>A. orbito-nasalis</i>	<i>Vchl</i>	<i>V. cerebelli lateralis</i>
<i>Ao</i>	<i>A. ophthalmica magna</i>	<i>Vcbp</i>	<i>V. cerebelli posterior</i>
<i>Apa</i>	<i>A. pseudobranchialis afferens</i>	<i>Vcd</i>	<i>V. cardinalis</i>
<i>Aph</i>	<i>A. prosencephali basilaris</i>	<i>Vcm</i>	<i>V. cerebri media</i>
<i>Apc</i>	<i>A. prosencephali centralis</i>	<i>Vcp</i>	<i>V. cerebri posterior</i>
<i>Ape</i>	<i>A. pseudobranchialis efferens</i>	<i>Vla</i>	<i>V. lobi ventralis anterior</i>
<i>Arb</i>	<i>A. rhombencephali centralis</i>	<i>Vll</i>	<i>V. lobi vagi lateralis</i>
<i>Bo</i>	<i>Bulbus olfactorius</i>	<i>Vlv</i>	<i>V. lobi vagi ventralis</i>
<i>Br</i>	<i>Branchia</i>	<i>Vmg</i>	<i>V. meningis</i>
<i>Bs</i>	<i>Basisphenoideum</i>	<i>Vms</i>	<i>V. mesencephali profunda</i>
<i>Cb</i>	<i>Cerebellum</i>	<i>Vn</i>	<i>V. orbito-nasalis</i>
<i>De</i>	<i>Diencephalon</i>	<i>Vo</i>	<i>V. ophthalmica magna</i>
<i>Dn</i>	<i>Dentes</i>	<i>Vt</i>	<i>V. terminalis</i>
<i>Ep</i>	<i>Epiphysis</i>	<i>Vvt</i>	<i>V. tecti</i>
<i>H</i>	<i>Hypophysis</i>	<i>I</i>	<i>Nervus olfactorius</i>
<i>Lb</i>	<i>Labium</i>	<i>II</i>	<i>N. opticus</i>
<i>Lf</i>	<i>Lobus facialis</i>	<i>III</i>	<i>N. oculomotorius</i>
<i>Li</i>	<i>Lobus inferior</i>	<i>IV</i>	<i>N. trochlearis</i>
<i>Lv</i>	<i>Lobus vagus</i>	<i>V</i>	<i>N. trigeminus</i>
<i>Ms</i>	<i>Mesencephalon</i>	<i>VI</i>	<i>N. abducens</i>
<i>Msp</i>	<i>Medulla spinalis</i>	<i>VII</i>	<i>N. facialis</i>
<i>Oc</i>	<i>Oculus</i>	<i>VIII</i>	<i>N. acusticus</i>
<i>Or</i>	<i>Ores</i>	<i>IX</i>	<i>N. glossopharyngeus</i>
<i>Pl</i>	<i>Plexus chorioideus</i>	<i>X</i>	<i>N. vagus</i>
<i>Ps</i>	<i>Prosencephalon</i>		



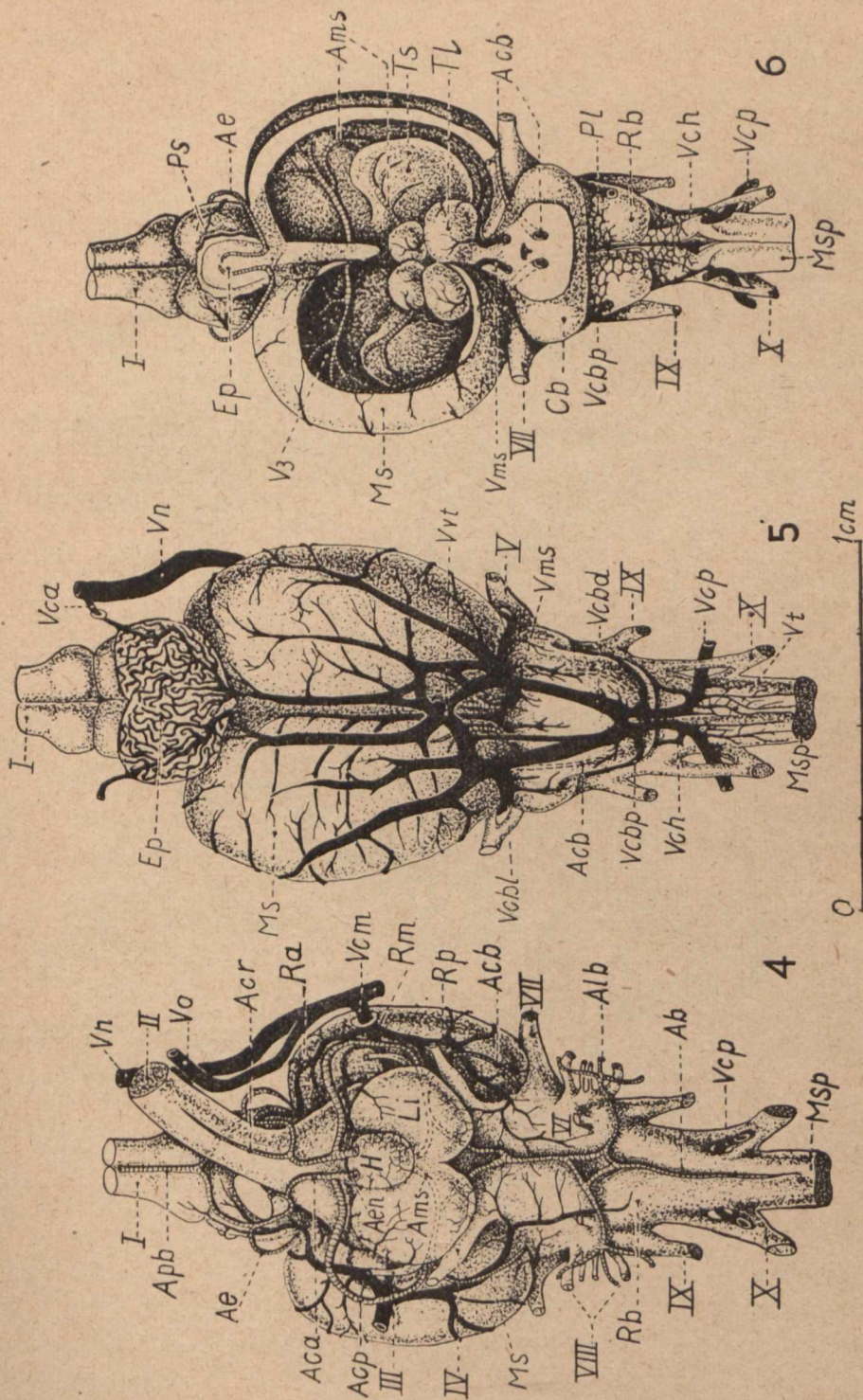


Robert Towarnicki
auctor del.

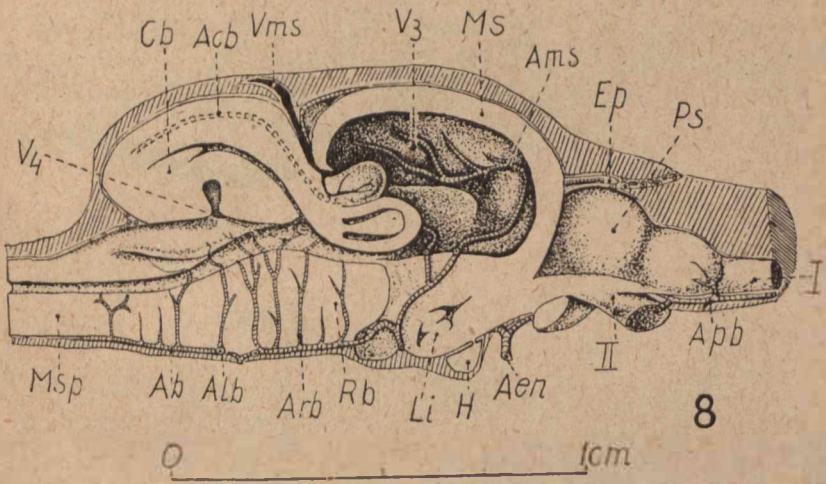
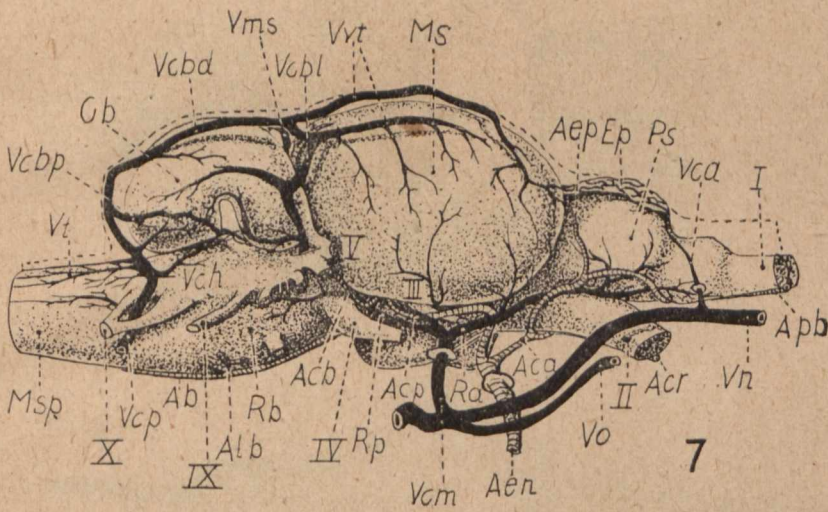




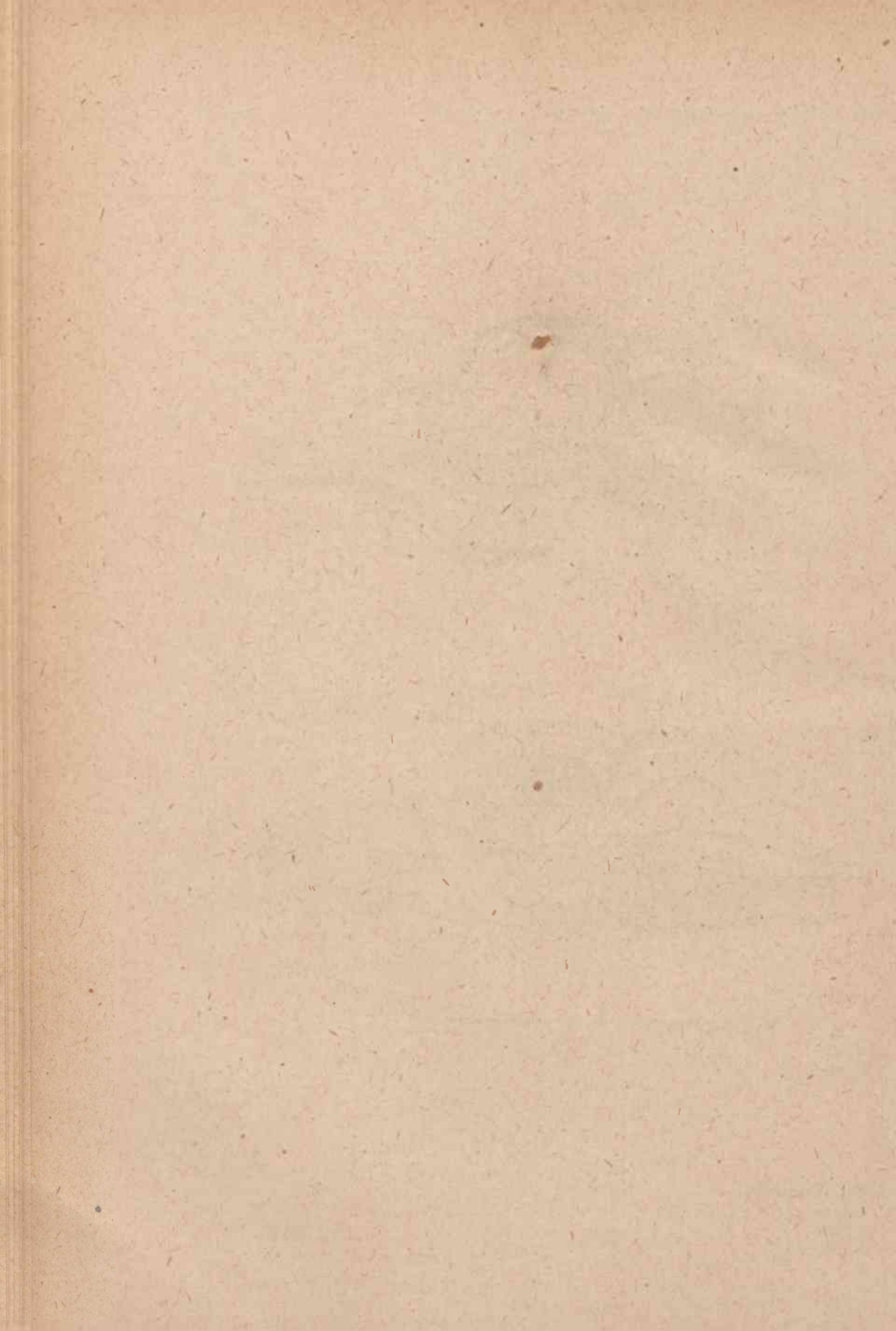
Robert Towarnicki
auctor del.

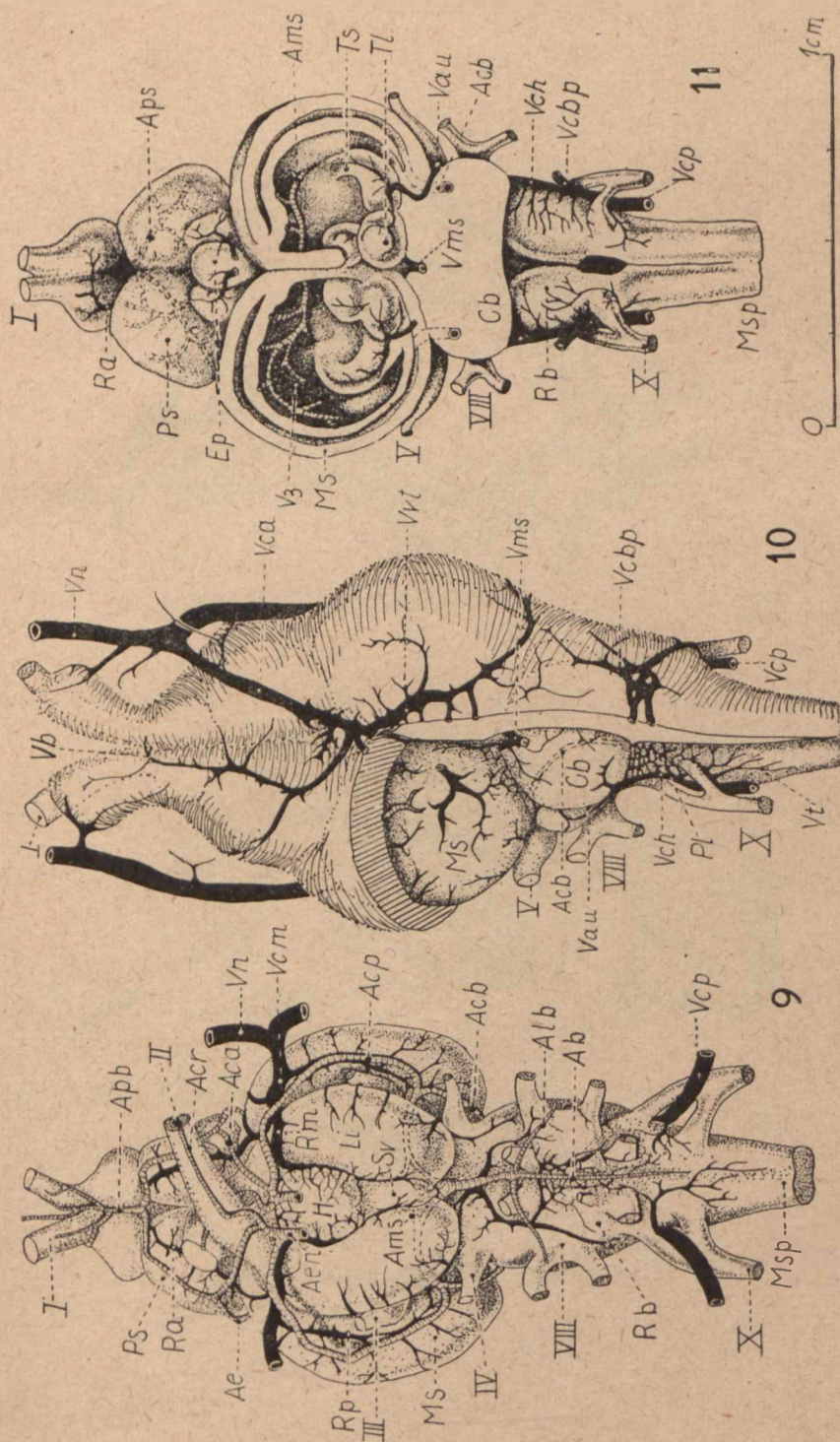


Robert Towarnicki
auctor del.

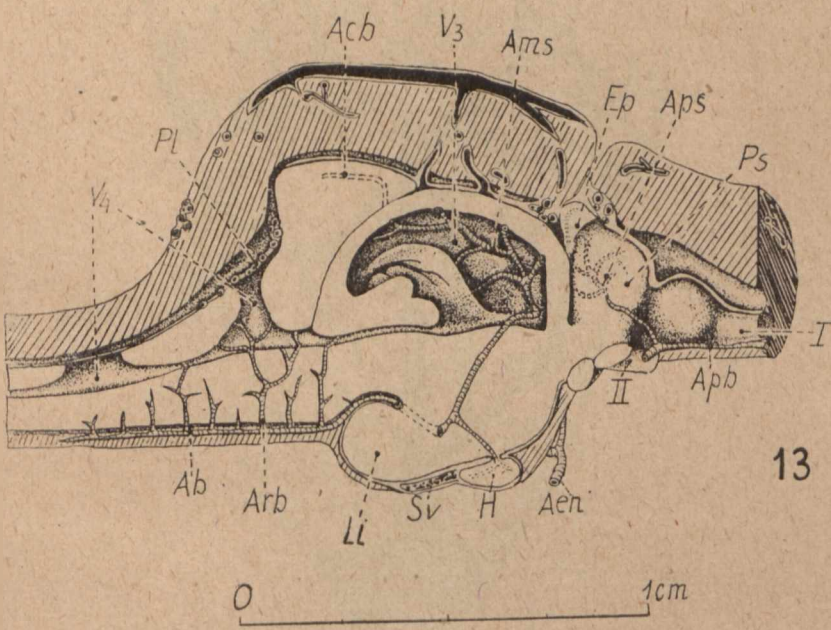
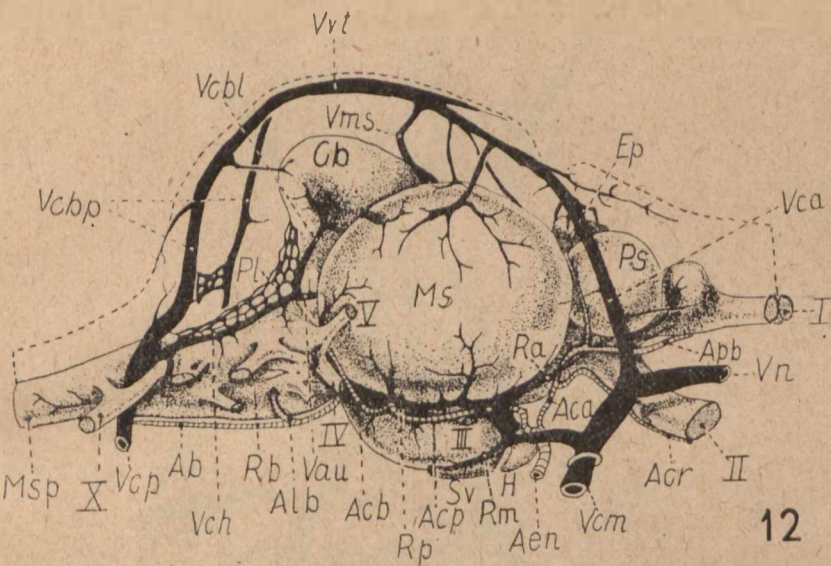


Robert Towarnicki
auctor del.



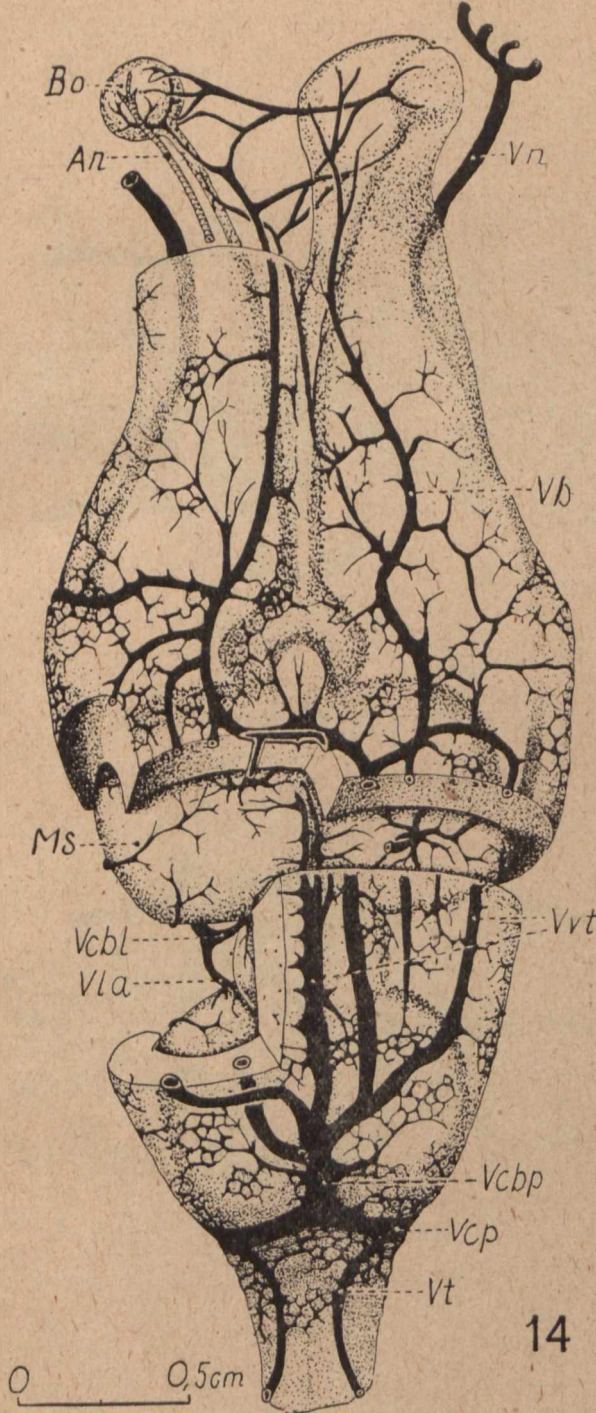


Robert Towarnicki
auctor del.



0 1cm

Robert Towarnicki
auctor del.



Robert Towarnicki
auctor del.

