



Aleksandra Karykowska
Barbara Kwiatkowska ▪ Jacek Szczurowski

Anatomia funkcjonalna człowieka

S. Antonik

Autorzy:

dr n. med. Aleksandra Karykowska
dr hab. Barbara Kwiatkowska, prof. UPWr
dr Jacek Szczurowski, prof. UPWr

Recenzja

dr hab. Krzysztof Borysławski, prof. UPWr

Opracowanie tabel

Aleksandra Muszyńska
Justyna Smolnicka

Ilustracje

Sławomir Antonik

Redakcja

Justyna Murdza-Bróz

Korekta

Magdalena Kozińska-Skrzypiec

DTP

Paweł Wójcik

Copyright by

Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2025

Skrypty 558

ISBN 978-83-7717-422-7

Wydawca

Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Sopocka 23, 50-344 Wrocław, Poland
tel. +48 71 328 1277
e-mail: wydawnictwo@upwr.edu.pl

Ark. wyd. 8,5

Spis treści

Wstęp.	4
Układ oddechowy	5
Układ naczyniowy	19
Układ chłonny.	39
Układ pokarmowy	44
Układ pokarmowy – gruczoły.	54
Układ moczowo-płciowy	59
Układ rozrodczy.	65
Układ nerwowy	78
Narządy zmysłów.	101

Wstęp

Anatomia człowieka stanowi jeden z fundamentalnych filarów wiedzy biologicznej. Pozwala zrozumieć budowę ludzkiego organizmu, a tym samym daje podstawy do interpretacji procesów fizjologicznych, biochemicznych czy ewolucyjnych. Dla studentów biologii człowieka opanowanie anatomii jest kluczowe do dalszego zgłębiania wiedzy o funkcjonowaniu ciała ludzkiego zarówno w zdrowiu, jak i w chorobie.

Przedmiot ten, ze względu na swoją złożoność, wymaga systematycznego podejścia oraz umiejętności kojarzenia struktur anatomicznych w kontekście całości organizmu. Dlatego w procesie nauczania szczególną rolę odgrywają ryciny, schematy i tabele pozwalające nie tylko lepiej zrozumieć skomplikowane układy i narządy oraz także skuteczniej utrwaląc wiedzę. Skrypt, który oddajemy do rąk studentów, jest pierwszym tego typu opracowaniem przeznaczonym specjalnie dla kierunku biologia człowieka na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

Celem przygotowania skryptu było nie tylko przekazanie rzetelnych informacji, ale również wspieranie samodzielnej pracy studenta poprzez przemyślaną systematykę treści, jasny układ materiału oraz bogaty materiał ilustracyjny. Dzięki temu proces uczenia się może być bardziej efektywny, a wiedza – trwalsza.

Szczególne podziękowania kierujemy do Sławomira Antonika, absolwenta naszego kierunku, który przygotował ryciny zamieszczone w skrypcie, dzięki temu publikacja zyskała wysoką wartość dydaktyczną. Wyrazy wdzięczności składamy również studentkom – Aleksandrze Muszyńskiej i Justynie Smolnickiej, które opracowały tabele wspierające proces nauki i powtórek. Ich wkład sprawia, że czytelnik może aktywnie ćwiczyć i utrwaląc wiedzę w trakcie pracy ze skryptem.

Mamy nadzieję, że niniejsze opracowanie stanie się nie tylko narzędziem dydaktycznym, ale także inspiracją do dalszych studiów nad złożonością organizmu ludzkiego.

dr n. med. Aleksandra Karykowska
dr hab. Barbara Kwiatkowska, prof. UPWr
dr Jacek Szczurowski, prof. UPWr

Układ oddechowy

Układ oddechowy (*systema respiratorium*) tworzą drogi oddechowe oraz narząd oddechowy (płuca). Drogi oddechowe dzielą się na górne (nos, gardło, zatoki okołososowe) i dolne (krtka, tchawica, oskrzela). Granicę stanowi płaszczyna przebiegająca przez szparę głośni. U człowieka wraz z rozwojem filogenetycznym narząd oddechowy osiągnął wysoki stopień różnicowania. Powierzchnia oddechowa płuc powiększyła się poprzez fałdowanie i uwypuklenia, dzięki czemu proces oddychania powietrzem atmosferycznym jest bardzo wydajny. Zarodek ludzki w pierwszych dniach rozwoju pobiera tlen całą powierzchnią ciała. Po zagnieżdzeniu w błonie śluzowej macicy, wykształceniu łożyska i narządów układu krążenia wymiana gazowa odbywa się w łożysku (oddychanie łożyskowe). Po porodzie, podczas pierwszego wdechu płuca rozprężają się, a pęcherzyki płucne wypełniają się powietrzem. U człowieka, podobnie jak u wszystkich ssaków wyższych, płuca położone są wewnątrz organizmu, dlatego niezbędna jest obecność dróg oddechowych, czyli narządów, które doprowadzają tlen do płuc i odprowadzają bezwodnik kwasu węglowego. Transport powietrza nie jest jednak jedyną rolą dróg oddechowych. Odpowiadają one również za przygotowanie powietrza, nim dostanie się ono do płuc. Proces ma miejsce już w jamie nosowej, w której wychwytywane są większe zanieczyszczenia, a powietrze jest nawilżane i ogrzewane. Ma to swoją kontynuację na dalszych odcinkach dróg oddechowych. Drogi te muszą być stale otwarte, dlatego ich ściany wyposażone są w elementy szkieletowe chrzęstne bądź kostne. Opisuując narządy układu oddechowego, nie należy zapominać o opłucnej, która występuje w postaci dwóch błon surowiczych pokrywających płuca i wewnętrzną powierzchnię klatki piersiowej.

Drogi oddechowe

Nos zewnętrzny (*nasus externus*)

Nos zewnętrzny położony jest pośrodku twarzy. Ma kształt piramidy, której podstawa skierowana jest ku dołowi, a oś długa przebiega skośnie od góry i tyłu, do dołu i przodu. Wyróżniamy na nim trzy powierzchnie (dwie boczne i jedną tylną) oraz podstawę. Powierzchnie boczne u góry spoczywają na szkielecie kostnym, zaś u dołu są chrzęstne, ruchome, zwane inaczej skrzydłami nosa (*ala nasi*).

Brzeg przedni nosa powstaje przez połączenie ścian bocznych – nazywany jest grzbietem nosa (*dorsum nasi*) i rozpoczyna się u góry nasadą nosa (*radix nasi*), a kończy się wierzchołkiem/końcem nosa (*apex nasi*). U podstawy nosa znajdują się nozdrza przednie (*nares*) rozdzielone częścią błoniastą przegrody nosa (*pars membranacea septi nasi*).

W budowie nosa wyróżniamy: szkielet, warstwę mięśniową, skórę zewnętrzną i skórę wewnętrzną. Szkielet utworzony jest przez kości (nosowe, trzon i wyrostek czołowy kości szczękowej) oraz chrząstki. Główne trzy chrząstki nadające kształt nosowi zewnętrznemu i utrzymujące drożność dróg oddechowych tej części to: chrząstka przegrody nosa (*cartilago septi nasi*), chrząstka boczna nosa (*cartilago nasi lateralis*) oraz chrząstka skrzydłowa większa (*cartilago alaris major*). Skóra pokrywająca nos zewnętrzny jest cienka i przesuwalna, grubieje w okolicach skrzydeł i końca nosa. Przechodzi w warstwę skórę wewnętrzną, wyścielającą przedsionek nosa (*vestibulum nasi*), znajdujący się we wnętrzu nosa. Skóra ta ma gruczoły potowe, łojowe oraz włosy nozdrzy (*vibrissae*).

Jama nosowa (*cavitas nasi*)

Ograniczona jest wewnętrzną powierzchnią nosa zewnętrznego oraz kośćmi. Do przodu otwarta jest nozdrzami przednimi, a do tyłu nozdrzami tylnymi (*choanae*) otwiera się do gardła (*pharynx*). Jama nosowa podzielona jest zazwyczaj niesymetrycznie na dwie części, poprzez przegrodę nosa (*septum nasi*). Każda z tych części, prawa i lewa, ma 4 ściany: górną, dolną, boczną i przyśrodkową. Ściana dolna to jednocześnie kości tworzące podniebienie twarde: wyrostki

podniebienne szczęk oraz blaszki poziome kości podniebiennych. Ściana górna podzielona jest na 3 części: czołowo-nosową, sitową i klinową. Ściana przyśrodkowa to jednocześnie przegroda nosa, w której wyróżniamy: część kostną (lemiesz i blaszka pionowa kości sitowej), chrzęstną (chrząstka przegrody nosa) i błoniastą (ruchomą). Skrzywienie przegrody nosa zdarza się relatywnie często i jest efektem ogólnej asymetrii czaszki. Gdy skrzywienie jest silne, może utrudniać oddychanie. Ściana boczna uwypuklona jest przez małżowiny nosowe (*conchae nasales*): dolną (*concha nasalis inferior*), środkową (*media*), górną (*superior*) i najwyższą (*suprema* – występuje niestale). Dzielą one częściowo jamę nosową na analogiczne przewody nosowe (*meatus nasalis*): górny, środkowy, dolny i niestały najwyższy. Pod sklepieniem jamy nosowej, nad najwyższą małżowiną znajduje się zachyłek klinowo-sitowy (*recessus sphenoidal*), w którym ujście ma zatoka klinowa. Między wolnymi, dolnymi końcami małżowin a przegrodą nosową przewody nosowe łączą się w przewód nosowy wspólny (*meatus nasalis communis*). Przewód ten uchodzi ku tyłowi do przewodu nosowo-gardłowego (*meatus nasopharyngeus*), łączącego jamę nosową z gardłem. W przewodzie nosowym dolnym znajduje się ujście kanału nosowo-łzowego (*ductus nasolacrimalis*). W przewodzie nosowym środkowym ujście znajduje większa część zatok przynosowych (*sinus paranasales*): zatoka czołowa (*sinus frontalis*), szczękowa (*sinus maxillaris*) oraz komórki sitowe przednie (*cellulae ethmoidales anteriores*). W przewodzie nosowym górnym uchodzą natomiast komórki sitowe tylne (*cellulae ethmoidales posteriores*).

Błona śluzowa jamy nosowej podzielona jest na dwie zróżnicowane histologicznie i funkcjonalnie okolice: węchową (*regio olfactoria*) i oddechową (*regio respiratoria*). Okolica węchowa u człowieka jest niewielka i ogranicza się do małżowiny nosowej górnej i najwyższej oraz podległych im przewodów i przeciwległej części przegrody nosa. W okolicy tej znajduje się nabłonek węchowy z nerwowymi włóknami węchowymi. Brak tu obfitego unaczynienia i migawek. W okolicy oddechowej z kolei wyróżniamy struktury służące przygotowaniu powietrza oddechowego. Należą do nich: gruczóło nosowe (wydzielające śluz nosowy, zwilżający powietrze i zatrzymujący zanieczyszczenia), komórki kubkowe, spłoty jamiste małżowin (sieci żyłne, ogrzewające powietrze) oraz nabłonek oddechowy (wielorzędowy nabłonek migawkowy, charakterystyczny dla dróg oddechowych, wychwytyjący zanieczyszczenia).

Gardło (*pharynx*)

Jest nieparzystym, symetrycznym narządem, wspólnym dla układu oddechowego i pokarmowego. Zawieszona jest u podstawy czaszki (tu: sklepienie gardła – *fornix pharyngis*), sięga do wysokości kręgu C6, gdzie ku tyłowi otwiera się do przetyku, a w części przedniej do krtani. Ściana tylna gardła jest ciągła, luźno łączy się z więzadłem podłużnym przednim kręgosłupa i kręgami szyjnymi. Ściana przednia otwiera się na trzy jamy: nosową, ustną i jamę krtani, dlatego gardło dzieli się na trzy części. Część nosowa (*pars nasalis pharyngis*), zwana również górną, w ścianach bocznych zawiera ujście gardłowe trąbki słuchowej (*ostium pharyngeum tubae auditivae*), które prowadzi do trąbki słuchowej. W ontogenezie początkowo ujście położone jest poniżej podniebienia miękkiego, następnie pozornie się unosi. U niemowląt karmienie w pozycji leżącej oraz tzw. ulewianie po karmieniu mogą prowadzić do przedostawania się treści pokarmowej do światła trąbki słuchowej i powodować stan zapalny ucha środkowego. W błonie śluzowej gardła znajdują się ponadto skupiska tkanki limfatycznej, czyli migdałki. Największy z nich, migdałek gardłowy, zwany również trzecim (*tonsilla pharyngea/tertia*), znajduje się w przejściu sklepienia gardła w jego ścianę tylną. U dzieci migdałek jest stosunkowo dużych rozmiarów, często też dochodzi do jego przerostu. Droga oddechowa na linii nos–gardło jest wówczas częściowo lub całkowicie zamknięta. Prowadzi to do problemów z oddychaniem, nawracających infekcji dróg oddechowych spowodowanych nieprawidłowym oddychaniem przez usta, a w skrajnych przypadkach do niedotlenienia mózgu. Drugim migdałkiem tej części gardła jest migdałek trąbkowy (*tonsilla tubaria*), położony na wale trąbkowym przy ujściu gardłowym trąbki słuchowej. W sytuacji przerostu utrudnia wentylację ucha środkowego, co może doprowadzić nawet do osłabienia słuchu. Wymienione migdałki stanowią część tzw. pierścienia gardłowego chłonnego Waldeyera, w którym dodatkowo wyróżniamy migdałki: podniebienne (zlokalizowane pomiędzy łukami podniebiennymi) i językowy (na grzbietowej powierzchni nasady języka). Część ustna gardła łączy się z jamą ustną za pośrednictwem cieśni gardzieli (*isthmus faucium*). W ścianie przedniej części

krtaniowej gardła znajduje się wejście do krtani (*aditus laryngis*). Wejście to ograniczają: z przodu górny brzeg nagłośni (*epiglottis*), a bocznie fałdy nalewkowo-nagłośniowe (*plicae aryepiglotticae*).

Krtań (*larynx*)

Jest narządem długości 4–6 cm, o kształcie trójściennej piramidy, położonym w przedniej okolicy szyi, na wysokości kręgów C3–C6 (nieco niżej u mężczyzn). Krtań zawieszona jest na kości gnykowej błoną tarczowo-gnykową (*membrana thyrohyoidea*) i włączona w mięśnie podgnykowe, dlatego w trakcie mowy, śpiewu lub połykania unosi się i opada. Jest ruchoma również w kierunku bocznym (poruszając ujętą w palce krtanią w bok – słychać szmer przesuwających się po guzkach przednich wyrostków poprzecznych kręgów szyjnych tylnych krawędzi chrząstki tarczowatej). U człowieka widoczna jest na szyi w postaci wyniosłości krtaniowej (*prominentia laryngea*). U góry rozpoczyna się wejściem do krtani (*aditus laryngis*), a u dołu przechodzi w tchawicę. Krtań u człowieka jest nie tylko częścią układu oddechowego, ale stanowi również narząd głosu ze względu na umieszczone w jej wnętrzu więzadła głosowe. Jej wielkość wykazuje dużą zmienność i zdeterminowana jest głównie wysokością ciała. W rozwoju początkowo wzrost krtani jest wolny, około 6. r.ż. ulega niemal zupełnemu zahamowaniu, aby w okresie pokwitania ponownie przyspieszyć. Szczególnie u płci męskiej proces ten jest gwałtowny i szybki, co powoduje mutację. Wraz z wiekiem zmianie również ulega kąt między płytkami chrząstki tarczowatej, które u dzieci układają się względem siebie w łagodny łuk, a u dorosłych w zależności od płci ustawiają się pod kątem >120 stopni u kobiet i <90 stopni u mężczyzn.

Szkielet krtani tworzą chrząstki nieparzyste: tarczowata (*cartilago thyroidea*), pierścieniowata (*cartilago cricoidea*) i nagłośniowa (*cartilago epiglottica*) oraz parzyste: nalewkowata (*cartilago arytenoidea*), różkowata (*cartilago corniculata*) i klinowata (*cartilago cuneiformis*). W większości utworzone są z tkanki chrzęstnej szklistej i mają tendencję do kostnienia już około 20. roku życia. Największą chrząstką krtani jest chrząstka tarczowata, zbudowana z dwóch blaszek połączonych pod kątem jako wyniosłość krtaniowa. W górnym ograniczeniu wyniosłości znajduje się wcięcie tarczowe górne, do którego przyczepiają się więzadła głosowe, przebiegające od chrząstek nalewkowatych. Chrząstki to niewielkie struktury trójkątnego kształtu, zlokalizowane na blaszce chrząstki pierścieniowatej. Jak sama nazwa wskazuje, chrząstka pierścieniowata wygląda jak pierścień/sygnet i składa się z wąskiego łuku skierowanego do przodu i wymienionej blaszki („oczka sygnetu”), położonej ku tyłowi. Chrząstka nagłośniowa ogranicza od przodu wejście do krtani. Chrząstki połączone są ze sobą licznymi więzadłami, jak również poprzez stawy. Od wewnątrz krtań wyścięła błona śluzowa, która pokrywając więzadła przedsiónkowe, wytwarza fałdy przedsiónkowe (*plicae vestibulares*), a pokrywając fałdy głosowe, razem z mięśniem głosowym wytwarza wargi głosowe (*labia vocalia*). Wolny brzeg warg głosowych nazywa się fałdami głosowymi (*plicae vocales*), ograniczającymi szparę głośni (*rima glottis*), przez którą przechodzi wydychane powietrze, wprawiając w drgania fałdy głosowe. Dzięki temu możliwe jest wydawanie dźwięków. W obrębie jamy krtani wyróżnia się trzy piętra: jamę górną/przedsiónek krtani (*vestibulum laryngis*), jamę pośrednią (*cavitas intermedia*) oraz jamę podgłośniową/dolną (*cavitas infraglottica*), przechodzącą następnie w tchawicę.

Tchawica (*trachea*)

Wraz z prawym i lewym oskrzelem głównym zapewnia dopływ powietrza do płuc. Jest cewą sprężystą, której ściana wzmocniona jest przez chrząstki tchawicze (*cartilagines tracheales*) o podkowiastym kształcie, dzięki czemu stale zachowuje otwarte światło. Rozpoczyna się na wysokości kręgu C6, a kończy się rozdzieleniem tchawicy (*bifurcatio tracheae*) na wysokości kręgów Th4/Th5. Tchawica w początkowym odcinku przebiega w przedniej i dolnej części szyi, po czym stopniowo przechodzi skośnie ku tyłowi w okolicę grzbietu. Dlatego w trakcie badania stetoskopem szmery pochodzące z dolnej części tchawicy oraz z oskrzeli lepiej słyszalne są na plecach. Tchawica jest cewą o przeciętnej długości 10–12 cm w kształcie cylindra ze spłaszczoną ścianą tylną. Ścianę tę nazywamy ścianą błoniastą (*paries membranaceus*), ponieważ nie zawiera chrząstek, a jedynie mięsień tchawiczy (*musculus trachealis*). Wiązki mięśniowe przebiegają głównie w płaszczyźnie poziomej, dzięki czemu w trakcie kaszlu, przy wzroście ciśnienia w płucach i drogach oddechowych, możliwe jest

zwiększenie światła tchawicy. W górnym odcinku tchawica objęta jest gruczołem tarczowym (*glandula thyroidea*), który nieco ją spłaszczają. Przy chorobowym powiększeniu tarczycy (wole) ucisk może wzrastać i utrudniać przepływ powietrza. W dolnym odcinku tchawicy, nad jej rozdzieleniem, opiera się łuk aorty.

W budowie tchawicy od zewnątrz wyróżniamy: przydanek, błonę włóknistą z 16–20 chrząstkami tchawiczymi oraz błonę śluzową, pokrytą wielorzędowym nabłonkiem migawkowym. Chrząstki błony włóknistej mają kształt podkowiasty, otwarte są ku tyłowi i zrastają się z błoną włóknistą. Pomiedzy tchawicą a przełykiem znajduje się luźna tkanka łączna, dzięki której te dwa przewody są względem siebie przesuwalne. Chrząstki tchawicze połączone są między sobą więzadłami obrączkowymi (*ligamenta anularia*), które wydłużają się w kierunku podłużnym.

Oskrzela główne (*bronchi principales*)

Są odgałęzieniami tchawicy z początkiem w jej rozdzieleniu (*bifurcatio tracheae*), a z końcem przy wejściu do odpowiedniego płuca. Ich przebieg do płuc jest śrubowaty, a kąt rozdzielenia cechą zmienną międzyosobniczo. Podziały oskrzeli wewnątrz narządu oddechowego (płuca) tworzą tzw. drzewo oskrzelowe (*arbor bronchialis*). Oskrzela główne prawe (*bronchus principalis dexter*) stanowi niejako przedłużenie tchawicy. Odchodzi od niej pod mniejszym kątem, ma średnicę większą niż oskrzela lewe i jest od niego krótsze. Dlatego też ciała obce częściej dostają się do prawego oskrzela i prawego płuca. Z tego powodu również częściej w płucu prawym występują stany zapalne. Oskrzela główne lewe (*bronchus principalis sinister*) jest dłuższe, ma mniejszą średnicę i odchodzi od tchawicy pod większym kątem. Oskrzela główne, podobnie jak tchawica, wzmocnione są chrząstkami o kształcie podkowiastym, z tylną ścianą błoniastą. Ich kolejne podziały charakteryzuje obecność różnokształtnych chrząstek w ścianach, aż do wytworzenia oskrzelików końcowych, które stanowią ostatnią część drzewa oskrzelowego.

Oskrzela główne dzielą się dalej na płatowe (*bronchis lobares*), zgodnie z podziałem płuc. Zatem w płucu prawym wyróżniamy trzy oskrzela płatowe (górne, środkowe i dolne), a w lewym dwa oskrzela płatowe (górne i dolne). Kolejne podziały to oskrzela segmentowe (*bronchis segmentales*), wnikaące do segmentów oskrzelowo-płucnych, których w każdym płucu jest dziesięć. Ich dalsze rozgałęzienia to oskrzela podsegmentowe (*bronchis subsegmentales*), dzielące się aż do powstania wspomnianych oskrzelików końcowych (*bronchioli terminales*). Dalsze podziały dróg oddechowych tworzą tzw. drzewo pęcherzykowe (*arbor alveolaris*). W ich ścianach brak jest chrząstek, których miejsce zajmują włókna mięśniowe i sprężyste. Drzewo pęcherzykowe tworzą oskrzeliki oddechowe (*bronchioli respiratorii*), przechodzące w przewodniki pęcherzykowe (*ductuli alveolares*), a następnie w woreczki pęcherzykowe (*sacculi alveolares*) i pęcherzyki płucne (*alveoli pulmonales*).

Płuca (*pulmones*)

Stanowią narząd wymiany gazowej. Wyróżniamy w nich składnik oskrzelowy i składnik pęcherzykowy, którego cienka ściana pozwala na wymianę gazową. Masa płuc jest zmienna, u donoszonego płodu wynosi 65 g, u noworodka 90 g, u dorosłych mężczyzn 1350 g, a u kobiet 1050 g. Ciężar właściwy płuc jest niewielki, co ma związek z dużą zawartością powietrza. Zmienna jest także barwa płuc, od krwistej u płodu, przez różową u dzieci, białą u młodych ludzi, do szarej z czarnym mozaikowym nalotem u osób starszych. Struktura płuca jest miękka i gąbczasta.

Każde płuco podzielone jest szczelinami (*fissurae interlobares*) na płaty (*lobi*), mające swój początek we wnęce płuca (*hilum pulmonis*). W płucu lewym występuje tylko jedna szczelina, skośna (*fissura obliqua*), oddzielająca płat górny (*lobus superius*) od dolnego (*lobus inferius*). Tak więc płuco lewe jest dwupłatowe. W prawym płucu, trzypłatowym, dodatkowo wyróżnia się szczelinę poziomą (*fissura horizontalis*), oddzielającą płat środkowy (*lobus medius*). We wnęce każdego płuca znajduje się korzeń płuca (*radix pulmonis*), na który składają się: oskrzela główne, żyły płucne, tętnice płucne, żyły i tętnice oskrzelowe, naczynia chłonne oraz sploty nerwowe. Wnęka położona jest bliżej brzegu tylnego płuca, natomiast od przodu znajduje się wycisk sercowy (*impressio cardiaca*), głębszy w płucu lewym. Każdy z płatów jest dodatkowo podzielony na segmenty, których w płucu prawym wyróżniamy 3–10 w płacie górnym, 2 w środkowym i 5 w dolnym, a w płucu lewym

4–9 w płacie górnym i 5 w dolnym. Płuca oddzielone są od siebie śródpiersiem (*mediastinum*) i umieszczone w workach opłucnej. Płuco prawe ma większą pojemność, jest szerokie i krótkie. Płuco lewe jest mniej pojemne, węższe i dłuższe. Asymetria ta związana jest z lewostronnym położeniem serca i prawostronnym położeniem wątroby. Każde płuco ma kształt połowy stożka, z podstawą (*basis pulmonis*), szczytem (*apex pulmonis*) i trzema powierzchniami: żebrową (*facies costalis*), przeponową (*facies diaphragmatica*) i przyśrodkową (*facies mediastinalis*). Szczyt płuca jest zaokrąglony i tępy, wystaje nad przednim brzegiem otworu górnego klatki piersiowej i wypełnia osklepek opłucnej (*cupula pleurae*), będący częścią opłucnej. Do osklepka silnie przylega nerw piersiowy pierwszy splotu ramiennej, dlatego procesy zapalne płuc mogą wywoływać ból ramienia. Podstawa płuca przylega natomiast do przepony. Na uwagę zasługuje „podwójne unaczynienie płuc”. Wyróżniamy unaczynienie czynnościowe i odżywcze. Pierwsze pochodzi od pnia płucnego (*truncus pulmonalis*), który dzieli się na dwie tętnice płucne, a te prowadzą przez wnękę płuc z serca do płuc krew odtlenowaną. Wskutek kolejnych podziałów naczyń powstaje sieć naczyń włosowatych, które odpowiadają za wymianę gazową. Krew natlenowana z każdego płuca wraca dwoma żyłami płucnymi do serca i dostaje się od dużego krwioobiegu. Unaczynienie odżywcze pochodzi głównie od gałęzi oskrzelowych aorty piersiowej i odpowiada za odżywienie płuc i oskrzeli.

Jama opłucnowa (*cavitas pleuralis*)

Występuje w postaci dwóch zamkniętych worków – błon surowicznych otaczających każde płuco z osobna. Jama opłucnowa ograniczona jest dwoma blaszkami: opłucną ścienną (*pleura parietalis*) i opłucną płucną (*pleura pulmonalis*).

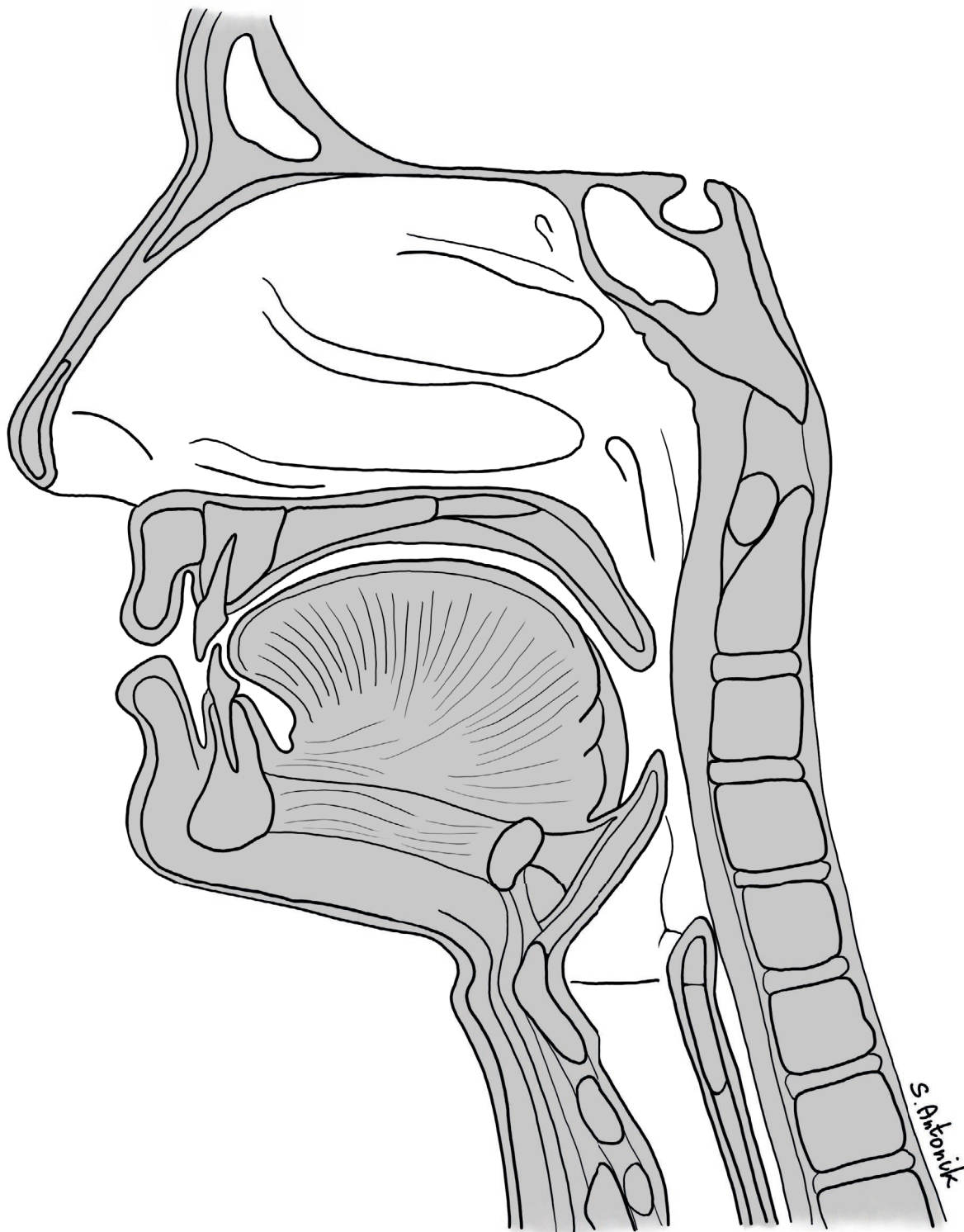
Opłucna płucna ściśle przylega do płuca, szczelnie pokrywając jego powierzchnię i wnikając w szczeliny międzypłatowe, z pominięciem wnęki płuca. Opłucna ścienna natomiast wyściela wewnętrzną powierzchnię klatki piersiowej i dzieli się na: żebrową, przeponową i śródpiersiową. W miejscach połączenia tych części tworzą się zachyłki opłucnej. Najgłębszy z nich to zachyłek żebrowo-przeponowy, sięgający najniżej – ma on istotne znaczenie diagnostyczne. Część opłucnej ściennej wystająca ponad otwór górny klatki piersiowej, obejmująca szczyt płuca, to osklepek opłucnej. W rejonie korzenia płuca (*radix pulmonis*) opłucna ścienna przechodzi w płucną.

W jamach opłucnej znajduje się niewielka ilość płynu surowiczego, który zmniejsza tarcie podczas ruchów oddechowych i ułatwia rozprężanie płuc. Dodatkowo w jamie opłucnej panuje ujemne ciśnienie (podciśnienie) względem ciśnienia atmosferycznego. Dzięki temu blaszki opłucnej przylegają do siebie, a płuca „podążają” za ruchami ścian klatki piersiowej i przepony, co umożliwia prawidłowy mechanizm oddychania. Utrata tego podciśnienia, np. w przebiegu odmy opłucnowej, prowadzi do zapadnięcia się (niedodmy) płuca.

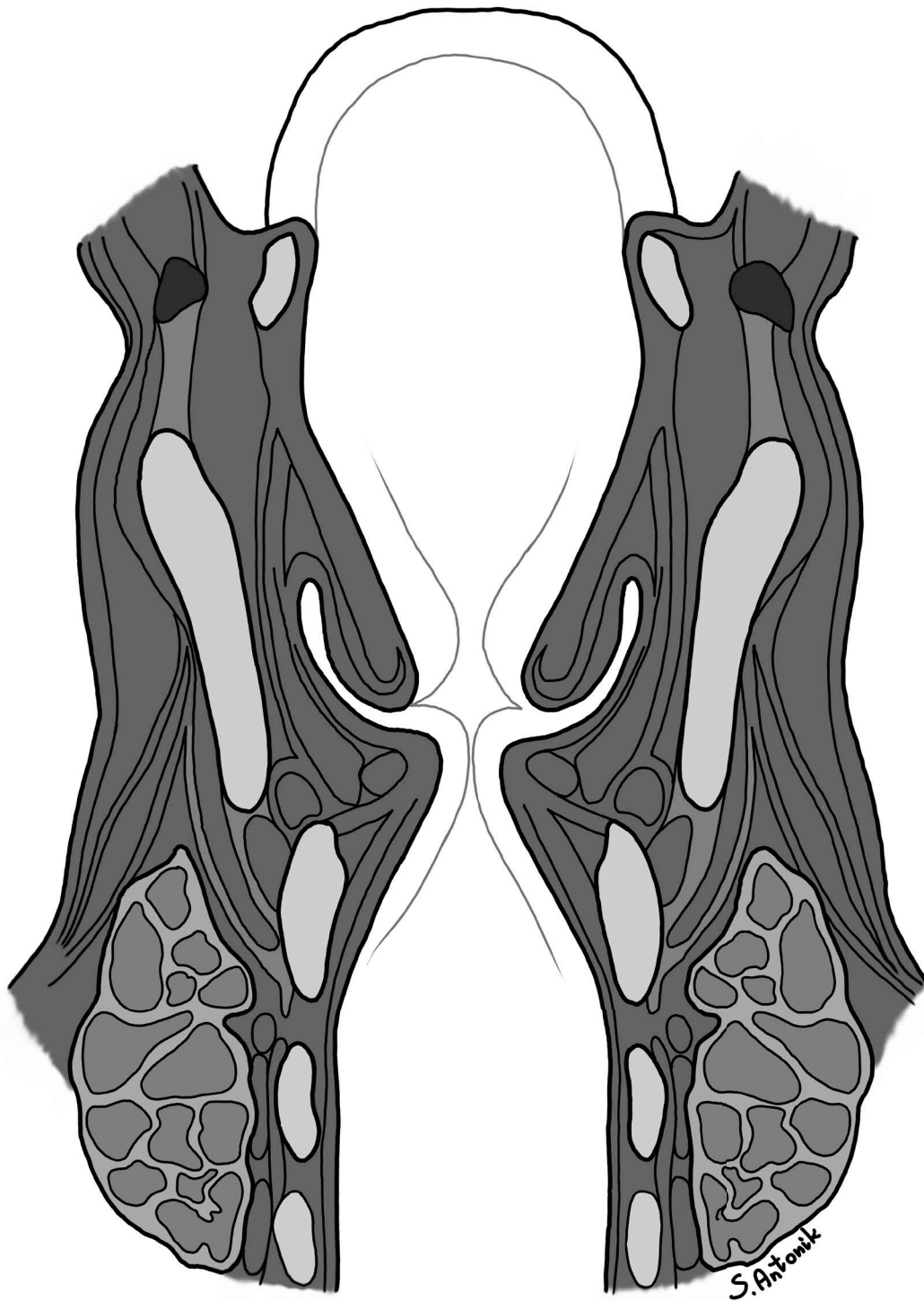
W warunkach patologicznych w jamie opłucnowej mogą gromadzić się ropna wydzielina (ropniak opłucnej), większa ilość surowicy (wysięk, przesięk) lub krew (krwiak opłucnej). Może pojawić się tam także powietrze – taki stan to odma opłucnowa.

W kontekście wymiany gazowej należy pamiętać o budowie pęcherzyków płucnych – są to drobne struktury o bardzo cienkich ścianach, utworzonych z nabłonka oddechowego i oplatających je naczyń włosowatych. To właśnie w ich świetle zachodzi wymiana gazowa: tlen dyfunduje do krwi, a dwutlenek węgla z krwi do wnętrza pęcherzyka. Ogromna liczba pęcherzyków i ich łączna powierzchnia (u dorosłego ok. 70–100 m²) sprawiają, że proces ten jest wyjątkowo wydajny.

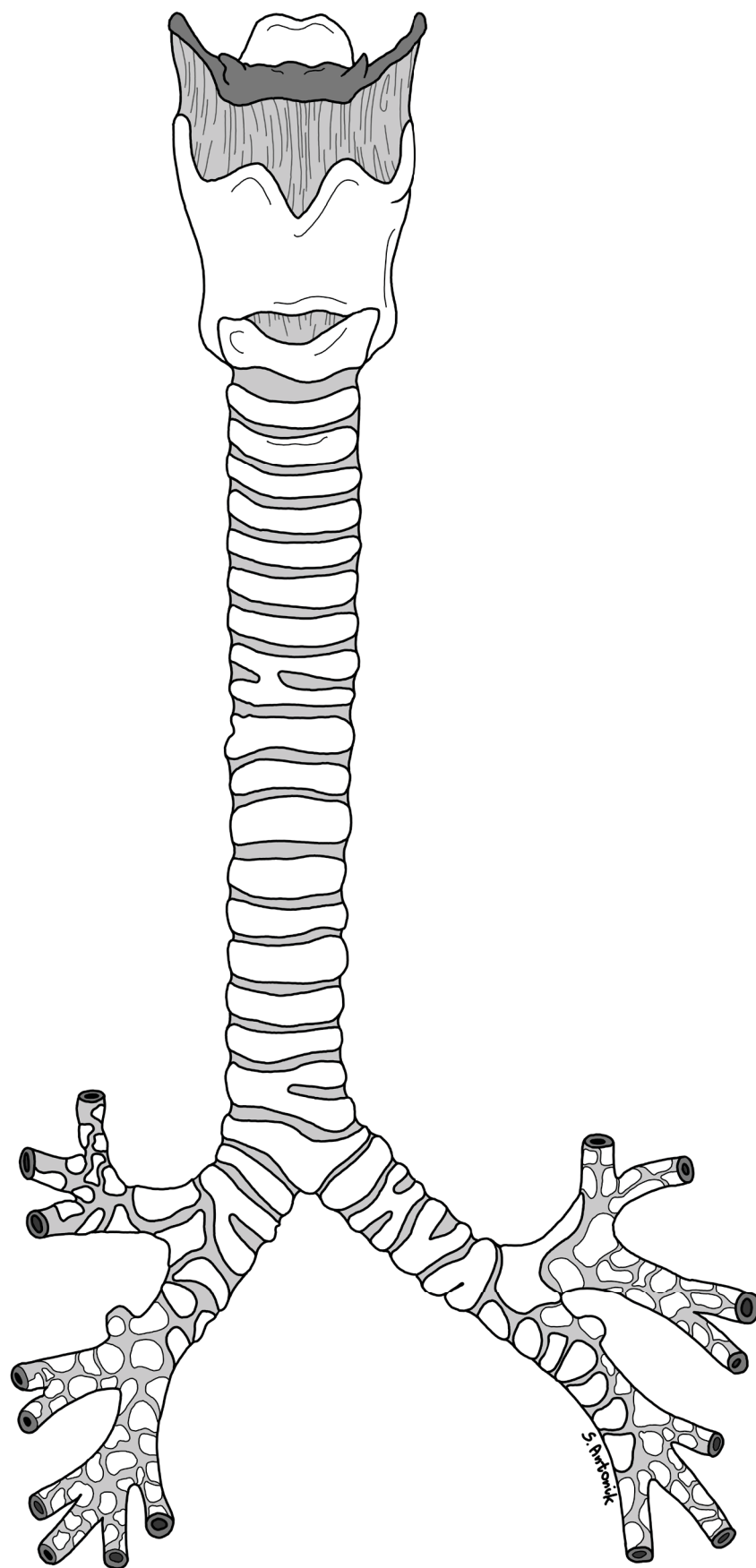
Należy odróżnić odmę opłucnową od rozedmy płuc. Odma to obecność powietrza w jamie opłucnej i utrata podciśnienia, co prowadzi do zapadnięcia się płuca. Rozedma natomiast jest przewlekłą chorobą mięszu płucnego, w której dochodzi do nieodwracalnego poszerzenia przestrzeni powietrznych dystalnie od oskrzelików końcowych oraz zniszczenia ścian pęcherzyków płucnych. Skutkiem rozedmy jest upośledzenie wymiany gazowej i zmniejszenie elastyczności płuc, ale nie obecność powietrza w jamie opłucnowej.



Ryc. 1. Jama nosowa, gardło i jama krtani



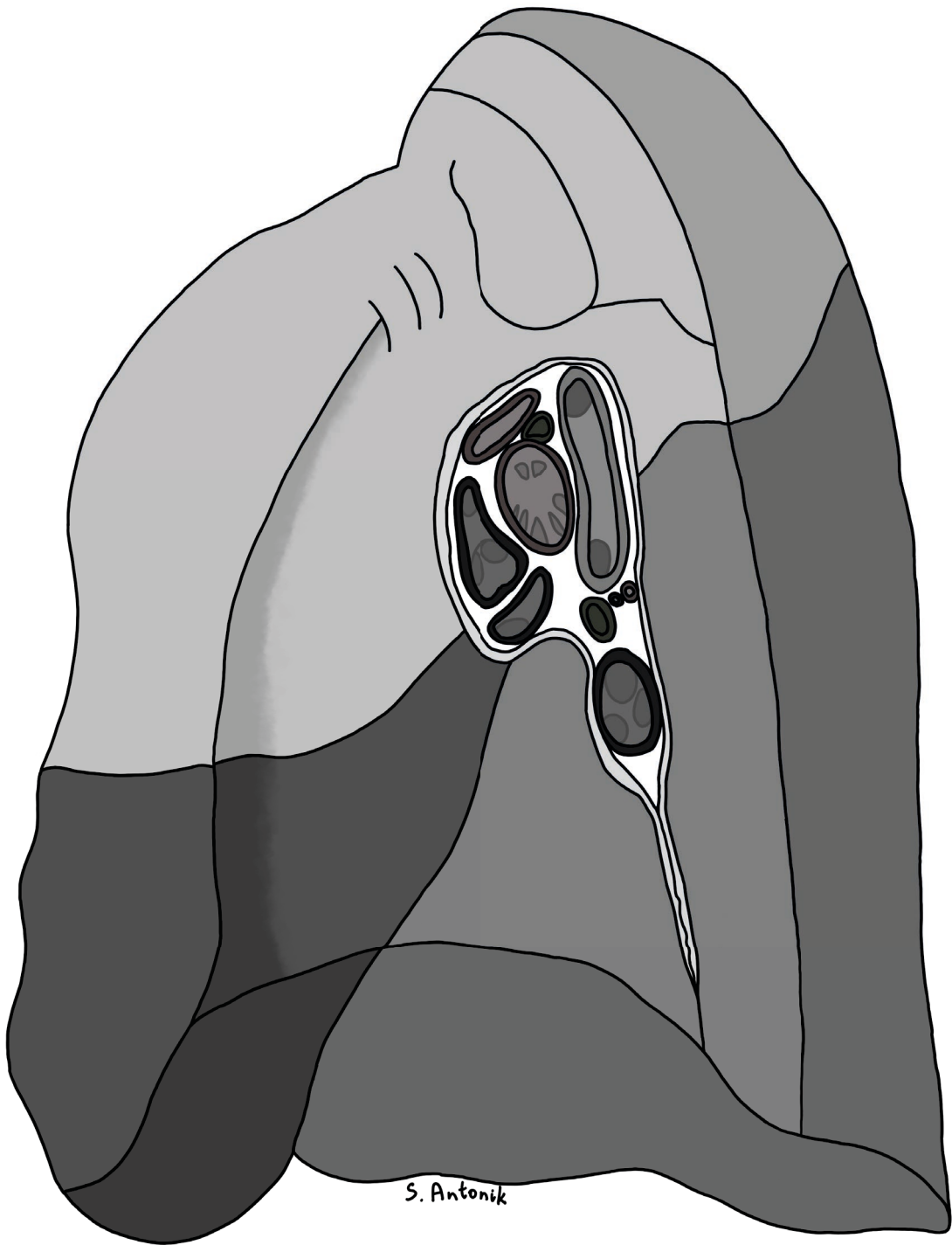
Ryc. 2. Jama krtani



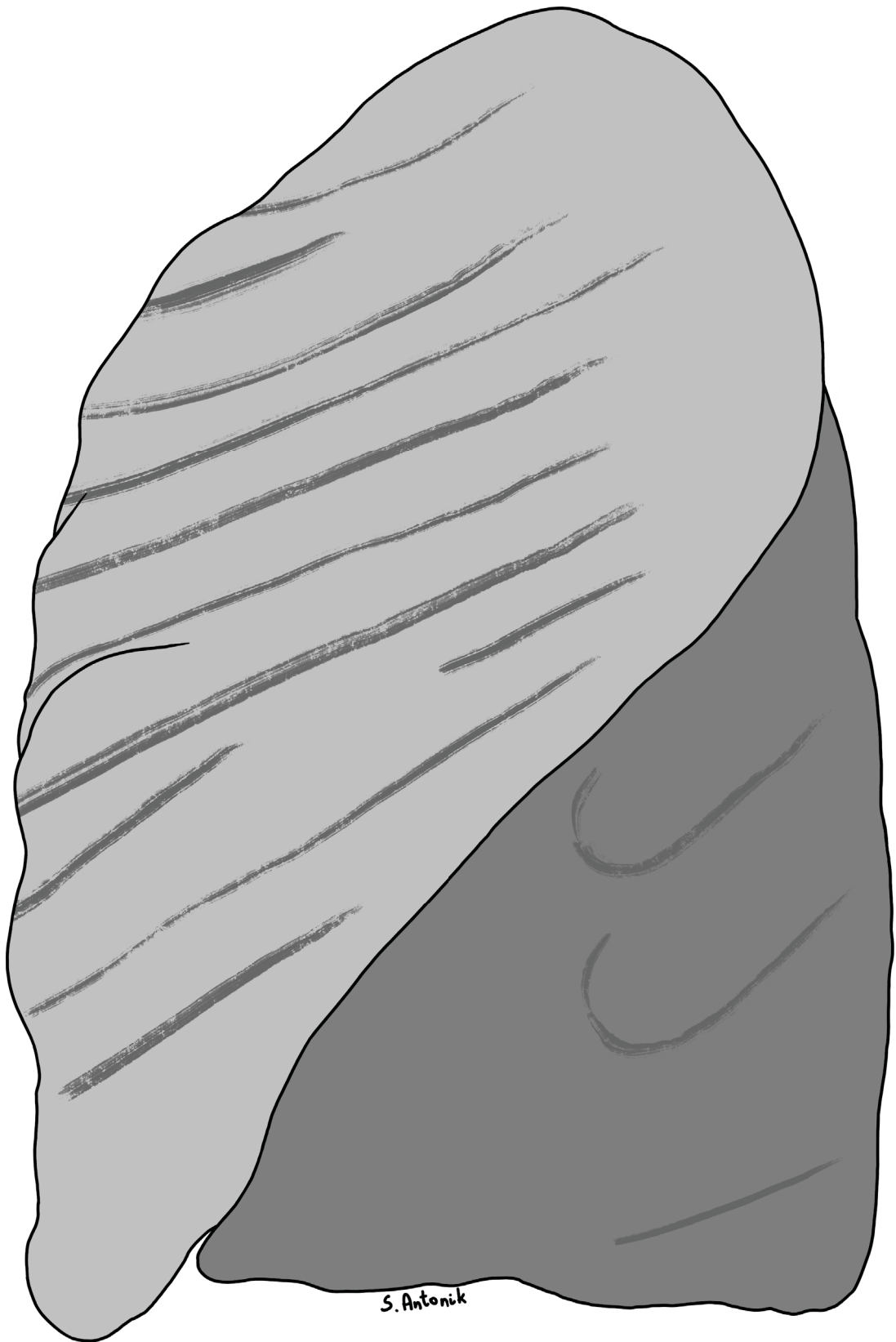
Ryc. 3. Krtani, tchawica i oskrzela gównne



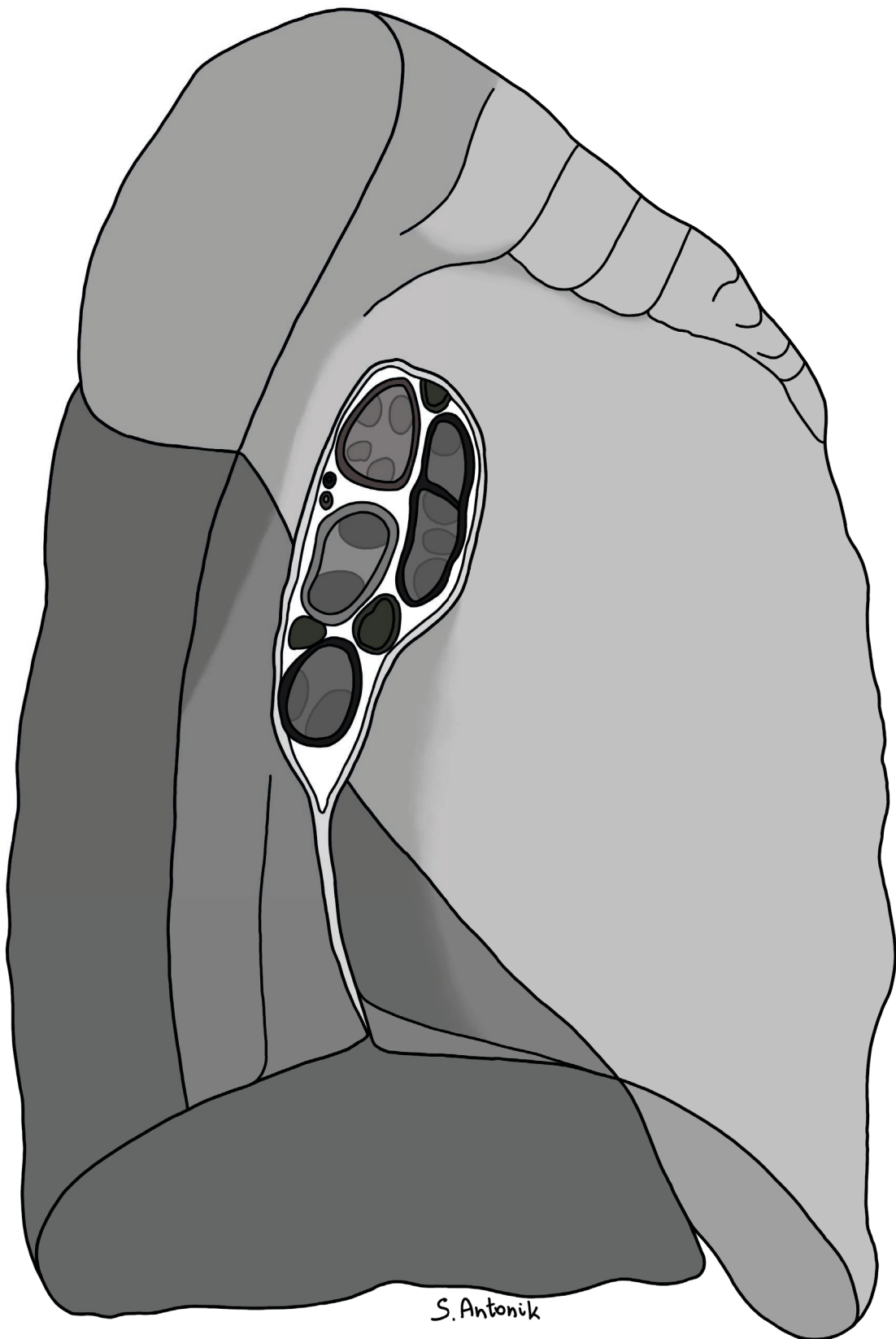
Ryc. 4. Płuco prawe – powierzchnia żebrowa



Ryc. 5. Płuco prawe – powierzchnia śródpiersiowa



Ryc. 6. Płuco lewe – powierzchnia żebrowa



Ryc. 7. Płuco lewe – powierzchnia śródpiersiowa

Tabela 1. Jama nosowa, jama ustna i gardło

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Nozdrza przednie	
Nozdrza tylne	
Małżowina nosowa górna	
Małżowina nosowa środkowa	
Małżowina nosowa dolna	
Przewód nosowy górny	
Przewód nosowy środkowy	
Przewód nosowy dolny	
Zatoka klinowa	
Zatoka czołowa	
Ujście gardłowe trąbki słuchowej	
Podniebienie miękkie	
Nagłośnia	
Chrząstka tarczowata	

Tabela 2. Krtań i tchawica

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Nagłośnia	
Chrząstka tarczowata	
Chrząstka pierścieniowata	
Tchawica	
Chrząstki tchawicy	
Oskrzele główne prawe	
Oskrzele główne lewe	
Oskrzela płatowe	
Oskrzela segmentowe	

Tabela 3. Jama krtani

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Nagłośnia	
Chrzątka tarczowata	
Jama podgłośniowa	
Chrzątka pierścieniowata	
Fałdy przedsionkowe	
Fałdy głosowe	
Przedsionek krtani	
Kieszonka krtaniowa	

Tabela 4. Płuca

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Szczyt	
Szczelina skośna	
Szczelina pozioma	
Więzadło płucne	
Płat górny płuca prawego	
Płat środkowy płuca prawego	
Płat dolny płuca prawego	
Płat górny płuca lewego	
Płat dolny płuca lewego	
Tętnica płucna	
Oskrzela płatowe	
Żyła płucna	
Węzły chłonne oskrzelowo-płucne	
Wcięcie sercowe	
Języczek	

Układ naczyniowy

Układ naczyniowy (*systema vasculare*) pełni w organizmie ludzkim istotną rolę, dostarczając tkankom substancji odżywczych, odprowadzając produkty przemian tkankowych, transportując hormony, a także pełniąc rolę termoregulacyjną. Układ naczyniowy dzieli się na część krwionośną i chłoną. W układzie cew, czyli naczyniach krwionośnych i chłonnych, krążą dwie substancje: krew i chłonka. Do narządów układu naczyniowego, oprócz naczyń i serca, należą również narządy, w których powstają krążące w cewach substancje. Są to: szpik kostny, węzły chłonne i śledziona.

Krążenie duże i małe

Krążenie duże ma początek w lewej połowie serca, a konkretnie w jego lewej komorze. Do niej wpływa krew natlenowana z lewego przedsionka, do którego dostaje się czterema żyłami płucnymi z płuc. Z lewej komory krew dostaje się do aorty – głównej tętnicy ciała. Aorta rozprowadza krew do wszystkich narządów. Odżywia również własne ściany. Sieć naczyń włosowatych w narządach po ich odżywieniu i natlenowaniu przechodzi w układ żył, z których dwie największe: żyła główna górna oraz żyła główna dolna dostarczają ubogą w tlen i składniki odżywcze krew do prawego przedsionka serca. Krążenie małe to dalsza droga krwi, która za pośrednictwem prawej komory dostaje się do pnia płucnego, a ten – dzieląc się na dwie tętnice płucne: prawą i lewą – przeprowadza ją ponownie do płuc. W płucach krew ulega natlenowaniu i poprzez cztery żyły płucne: dwie prawe (z prawego płuca) i dwie lewe (z lewego płuca) dostaje się do lewego przedsionka serca.

Układ wrotny

Krew żylna cewy żołądkowo-jelitowej, odpowiedzialna za transport wchłoniętych z pożywienia węglowodanów i białek, a także krew żylna trzustki i śledziony wymaga podwójnego włączenia sieci włosowatej. W układzie wrotnym schemat przepływu krwi jest następujący: tętnica jelitowa → sieć włosowata jelita → żyła wrotna → sieć włosowata wątroby → żyła wątrobowa. Krążenie wrotne u obu swych końców zawiera sieć naczyń włosowatych, a cała krew cewy żołądkowo-jelitowej przechodzi przez wątrobę, która m.in. magazynuje jej najważniejsze składniki.

Serce (*cor*)

Serce położone jest w śródpiersiu przednim, w worku osierdziowym, pomiędzy workami opłucnej, na wysokości wyrostków kolczystych kręgow Th5–Th9. Narząd ma postać odwróconego stożka, z podstawą (*basis cordis*) zwróconą ku górze, tyłowi i na prawo, oraz wierzchołkiem (*apex cordis*) skierowanym ku dołowi, przodowi i na lewo (koniuszek należy do lewej komory). Długa oś serca przebiega zatem z tyłu, góry i strony prawej ku dołowi, przodowi i na stronę lewą. Kształt serca związany z budową ciała, wiekiem, fazą oddechową. U osób w typie leptosomicznym serce jest wydłużone, położone bardziej pionowo (serce wiszące – *cor pendulum*), zaś u pykników jest krótkie, szerokie, ułożone poprzecznie. Podobnie jak u pykników, serce położone jest u kobiet i u dzieci (spowodowane wyższym ułożeniem przepony). Osoby silnie umięśnione, ciężko pracujące fizycznie mają serca większe w stosunku do osób ze słabiej rozwiniętą mięśniówką.

Serce stanowi główny narząd układu krążenia, mający postać mięśnia wydrążonego o roli pompy ssąco-tłoczącej. Serce dzielimy na prawe i lewe, a obie jego części kurczą się jednocześnie i wypychają tę samą ilość krwi na obieg. Górną cienkościnną część tworzą przedsionki (*atrium*), natomiast dolną, o grubych, mięśniowych ścianach – komory (*ventriculus*).

Każdy z przedsionków łączy się z komorą ujściem przedsionkowo-komorowym (*ostium atrioventriculare*), a każda komora z ujściem wielkich tętnic: pnia płucnego i aorty (*ostium trunci pulmonalis* oraz *ostium aortae*). Obie części serca dodatkowo rozdzielone są w osi pionowej podłużnymi przegrodami: międzyprzedsionkową (*septum interatriale*) i międzykomorową (*septum interventriculare*). W każdym ujściu znajdują się zastawki zapewniające jednokierunkowy przepływ prądu krwi. Naprzemienne skurcze (systole) i rozkurcze (diastole) przedsionków i komór to podstawa pracy serca. Kiedy przedsionki wypełniają się krwią, komory się opróżniają. W trakcie rozkurczu komór napływa do nich krew z przedsionków. Serce ludzkie wyrzuca na minutę od 3 l (w spoczynku) do 30 l (w trakcie intensywnego wysiłku) krwi.

Budowa ogólna

Wewnętrzny podział serca ma swoje odzwierciedlenie w budowie zewnętrznej. Wyróżnia się trzy powierzchnie: mostkowo-żebrową, przeponową i płucną. Zewnętrzna granica między przedsionkami i komorami zwana jest bruzdą wieńcową. Granica między prawą i lewą komorą występuje w postaci bruzd międzykomorowych przedniej i tylnej, które łączą się na prawo od koniuszka serca, w tzw. wcięciu koniuszka. Brak jest wyraźnej granicy między przedsionkami. Przy podstawie serca znajduje się korona serca (*corona cordis*), czyli naczynia małego i wielkiego krążenia. Na zewnątrz przedsionków uwypuklają się ich wypustki, tzw. uszka serca (*auriculae cordis*) pokrywające początkowe odcinki pnia płucnego i aorty, wyrównujące powierzchnię serca.

Grubość ścian serca w obrębie poszczególnych jego jam jest różna. Ściany przedsionków są najcieńsze, niemal identyczne w obu przedsionkach. Komory to jamy o grubych, mięśniowych ścianach, przy czym ściana komory lewej jest ponad dwukrotnie grubsza od ściany prawej komory. Jest to spowodowane tym, że tłoczy ona krew na duży obieg, więc krew musi przezwyciężać większy opór.

Budowa ściany serca jest trójwarstwowa: wsierdzie (*endocardium*), śródsierdzie (*myocardium*) i nasierdzie (*epicardium*). Wsierdzie i nasierdzie są wyjątkowo cienkimi błonami. Wsierdzie wyścieła całą wewnętrzną powierzchnię serca, a jego podwójna warstwa tworzy płatki zastawek. Zastawki serca dzielimy na: zastawki przedsionkowo-komorowe (*valvae atrio-ventriculares*) i zastawki ujść tętnicznych (*valvulae semilunares*). Zastawki przedsionkowo-komorowe to prawa zastawka trójdzielna (*valva tricuspidalis*) i lewa dwudzielna (*valva bicuspidalis*). Do ich pracy niezbędne są struny ścięgnowe (*chordae tendinae*), które wychodzą z komór i przyczepiają się do ich płatków, napinając je jak liny żagiel (zwane są również zastawkami żaglowymi). Płatki zastawek nie mają własnego unaczynienia. Stwierdzenie w sekcji zwłok obecności drobnych naczyń może świadczyć o przebyłym stanie zapalnym, np. bakteryjnym zapaleniu wsierdzia.

Nasierdzie jest jednocześnie częścią osierdzia surowiczego, czyli worka osierdziowego. Jest przezroczyste, dlatego widać szczegóły budowy zewnętrznej serca. Jest również śliskie, dzięki czemu możliwe jest poruszanie się serca w worku osierdziowym w trakcie pracy. Śródsierdzie to najsilniej zróżnicowana i zbudowana warstwa serca. Oprócz włókien mięśniowych, tworzących główną masę serca oraz pełniących rolę pompy ssąco-tłoczącej, zawiera szkielet i układ przewodzący serca. Szkielet serca położony jest głównie w ujściach przedsionkowo-komorowych, w ujściu pnia płucnego i aorty. W skład szkieletu serca wchodzi cztery pierścienie włókniste (*annuli fibrosi*), dwa trójkąty włókniste (*trigona fibrosa*) i błoniasta część przegrody międzykomorowej. Pierścienie włókniste otaczają ujścia pnia płucnego, aorty i obu ujść przedsionkowo-komorowych. Stanowią miejsce przyczepów płatków zastawek i włókien mięśniowych. Trójkąty włókniste znajdują się między ujściem aorty a ujściami przedsionkowo-komorowymi. Przyczepiają się do nich trzy pierścienie włókniste i włókna mięśniowe.

Mięsień sercowy różni się w obrębie przedsionków i komór. O ile w przedsionkach jest cienki, o tyle w komorach bardzo zróżnicowany. Oprócz trójwarstwowej mięśniówki budującej ścianę komór mięsień sercowy występuje w ich wnętrzu w postaci beleczek mięśniowych i mięśni brodawkowatych (*musculi papillares*), od których w kierunku zastawek przedsionkowo-komorowych przebiegają struny ścięgnowe (*chordae tendinae*).

Mięsień sercowy ma zdolność do samoinicjowania skurczów. Cecha ta powstała dzięki obecności specyficznego systemu, czyli nieco odmiennych pod względem budowy i funkcji włókien mięśniowych, zwanych układem przewodzącym serca (*systema conducens cordis*). Układ ten odpowiedzialny jest za regulację rytmicznych ruchów serca oraz prawidłową kolejność skurczów przedsionków i komór. Składa się z dwóch części: zatokowo-predsionkowej i przedsionkowo-komorowej. Pierwsza część położona jest w okolicy wejścia żył głównych do prawego przedsionka (węzeł zatokowo-predsionkowy), a druga w okolicy ujścia przedsionkowo-komorowego prawego (węzeł przedsionkowo-komorowy oraz pęczek Hisa).

Węzeł zatokowo-predsionkowy (*nodus sinuatrialis*) znajduje się na granicy zatoki żyłnej i właściwego przedsionka prawego. Zbudowany jest z głowy, leżącej w okolicy przedniego brzegu ujścia żyły głównej górnej, odnogi prawej biegnącej wzdłuż grzebienia granicznego, i odnogi lewej, która biegnie do przegrody międzypredsionkowej.

Węzeł przedsionkowo-komorowy (*nodus atrioventricularis*) tworzy pień zwany odnogą wspólną (*truncus s. crus commune*) oraz odnogą prawą i lewą. Znajduje się na dnie przedsionka prawego. Pień biegnie wzdłuż błoniastej części przegrody międzykomorowej i rozdziela się na pęczki, które obejmują mięśniową część przegrody międzykomorowej.

Jamy serca

Przedsionek prawy (*atrium dextrum*) ma kształt nieregularnego sześcianu. Powstaje z końcowego odcinka zatoki żyłnej i właściwego przedsionka prawego. Spływa do niego odtlenowana krew z całego organizmu. Ściana przednia uwypukla się ku przodowi i tworzy uszko serca prawe (*auriculum cordis dextrum*). Na wewnętrznej powierzchni uszka znajdują się mięśnie grzebieniaste (*musculi pectinati*), które zwiększają rozciągliwość ściany przedniej przedsionka. W okolicy przegrody międzypredsionkowej, w ścianie górnej znajduje się ujście żyły głównej górnej (*ostium venae cavae superioris*). W ścianie tylnej przedsionka leżą dwa otwory: większy, będący ujściem żyły głównej dolnej (*ostium venae cavae inferioris*), i mniejszy, który jest ujściem zatoki wieńcowej (*ostium sinus coronarii*). Oba wyżej wymienione otwory zaopatrzone są w szczątkowe zastawki. Ściana przyśrodkowa zwana jest ścianą przegrodową, ponieważ tworzy przegrodę międzypredsionkową. W ścianie znajduje się zagłębienie zwane dołem owalnym (*fossa ovalis*), będące pozostałością płodowego otworu owalnego łączącego oba przedsionki. Po urodzeniu otwór owalny zamyka się, zapobiegając mieszanii się krwi w przedsionkach. U dorosłego człowieka otwarty otwór owalny powoduje różnorodne zaburzenia w krążeniu krwi. Ściana dolna przedsionka prawego buduje ujście przedsionkowo-komorowe prawe.

Komora prawa (*ventriculus dexter*) ma kształt trójściennego ostrosłupa, którego podstawa zwrócona jest w górę, a wierzchołek w dół. Komora prawa pompuje krew spływającą z przedsionka prawego do pnia płucnego. Ponieważ krwioobieg płucny stawia stosunkowo mały opór (serce leży na wysokości płuc), ciśnienie skurczowe komory prawej nie jest wysokie. Z tego powodu ściana komory prawej jest ok. trzykrotnie cieńsza (ok. 5 mm) od ściany komory lewej. Światło komory prawej w przekroju poprzecznym ma kształt półksiężycowaty. W komorze prawej możemy wyróżnić ścianę przednią, tylną i przyśrodkową. Krew do komory prawej dostaje się z przedsionka prawego przez ujście przedsionkowo-komorowe prawe (*ostium atrioventriculare dextrum*). Krew, wypływając z komory, przechodzi przez stożek tętniczy prawy (*conus arteriosus dexter*) i dostaje się do pnia płucnego (*truncus pulmonalis*). Pomiędzy stożkiem a pniem płucnym znajduje się ujście pnia płucnego (*ostium trunci pulmonalis*) zamknięte zastawką pnia płucnego (*valva trunci pulmonalis*).

Przedsionek lewy (*atrium sinistrum*) kształtem zbliżony jest do przedsionka prawego. Dociera do niego krew, która została utlenowana w płucach, po czym spływa czterema żyłami płucnymi (*venae pulmonales*). Ujścia żył płucnych znajdują się w górnej ścianie przedsionka i nie mają zastawek. Ściana przednia uwypukla się i tworzy uszko lewe serca (*auricula sinistra cordis*). Jest ono węższe i dłuższe od prawego, przykrywając początek pnia płucnego. Na wewnętrznej powierzchni uszka znajdują się, podobnie jak w uszku prawym, mięśnie grzebieniaste (*musculi pectinati*). W przegrodzie międzypredsionkowej występuje półksiężycowate zagłębienie, które odpowiada dołowi owalnemu w przedsionku prawym. Ścianę dolną przedsionka lewego stanowi ujście przedsionkowo-komorowe lewe (*ostium atrioventriculare sinistrum*).

Komora lewa (*ventriculus sinister*) jest początkowym odcinkiem dużego krwioobiegu. Ma kształt stożka i jest nieco dłuższa niż komora prawa. Światło komory w przekroju poprzecznym ma kształt okrągły. W komorze lewej można wyróżnić trzy ściany – przednią, tylną i przyśrodkową oraz wierzchołek i podstawę. Krew napływa do komory przez ujście przedsionkowo-komorowe lewe (*ostium atrioventriculare sinistrum*), które zamknięte jest zastawką dwudzielną, zwaną również zastawką przedsionkowo-komorową lewą (*valva bicuspidalis*). W czasie skurczu komory krew przepływa przez stożek tętnicy lewej (*conus arteriosus sinister*), a następnie przez ujście aorty (*ostium aortae*) zamykane przez zastawkę aorty (*valva aortae*) i dostaje się do systemu naczyń tętnicznych.

Naczynia i nerwy serca

Serce unaczyniają dwie tętnice wieńcowe: prawa (*arteria coronaria dextra*) i lewa (*arteria coronaria sinistra*), odchodzące od opuszki aorty, która jest jej pierwszym odcinkiem. Tętnice zaopatrują wyłącznie ścianę serca. Obie tętnice przebiegają w bruzdzie wieńcowej, a następnie w bruzdzie międzykomorowej, zaopatrując po drodze ściany przedsionków i komór. Po oddaniu składników odżywczych i tlenu krew z mięśnia sercowego odprowadzana jest żyłami wieńcowymi (sercową wielką, średnią, małą, skośną przedsionka lewego i tylną komory lewej), które uchodzą do zatoki wieńcowej, oraz żyłami sercowymi przednimi i najmniejszymi uchodzącymi bezpośrednio do serca.

Serce ma własny układ nerwowy, ale z zewnątrz docierają do niego włókna nerwowe współczulne i przywspółczulne, tworzące splot sercowy, który składa się z dwóch części. Cieńsza część powierzchniowa pokrywa wklęsły brzeg łuku aorty i rozdwojenie pnia płucnego, a grubsza część głęboka leży między aortą a żyłami płucnymi.

Osierdzie

Serce w całości otoczone jest workiem osierdziowym – osierdziem (*pericardium*). Budują je dwie błony surowicze: blaszka trzewna osierdzia surowiczego (*lamina visceralis*), zwana również nasierdziem (*epicardium*), zrastająca się z powierzchnią zewnętrzną ściany serca, oraz blaszka ścienna osierdzia surowiczego (*lamina parietalis*). Pomiedzy blaszkami znajduje się jama osierdzia (*cavum pericardii*), która zawiera ok. 10 ml płynu osierdziowego (*liquor pericardii*). Blaszkę ścienną osierdzia surowiczego wzmacnia od strony zewnętrznej gruba warstwa włóknista – osierdzie włókniste (*pericardium fibrosum*). Funkcją osierdzia jest ochrona serca i zmniejszanie tarcia powstającego w czasie jego pracy.

Naczynia krwionośne

Naczynia krwionośne dzieli się na: tętnice, żyły i naczynia włosowate, które łączą tętnice z żyłami.

Ściany wszystkich naczyń zbudowane są z trzech warstw: błony wewnętrznej, błony środkowej i błony zewnętrznej. W tętnicach błona środkowa jest warstwą najgrubszą, zawiera dużą liczbę włókien sprężystych i mięśniowych. W żyłach błona środkowa jest znacznie cieńsza i zawiera niewielką ilość włókien mięśniowych. Tętnice (*arteriae*) są naczyniami, które prowadzą krew z serca. Ich sprężyste ściany rozszerzają się i kurczą w rytmie uderzeń serca. Tętnice sprężyste są duże i leżą w pobliżu serca (aorta i jej odgałęzienia). W ich błonie środkowej przeważają włókna i błony sprężyste. Tętnice sprężyste przechodzą w tętnice mięśniowe, które w błonie środkowej mają dużą liczbę włókien mięśniowych. Do typu mięśniowego zaliczamy tętnice średnie i małe.

Żyły (*venae*) są naczyniami, które prowadzą krew ze wszystkich narządów do serca. Budowa ścian naczyń żylnych przypomina budowę tętnice, jednak niskie ciśnienie krwi żyłnej sprawia, że ściany żył są cienkie i wiotkie. Zawierają mniej włókien mięśniowych w błonie środkowej, natomiast w błonie zewnętrznej więcej włókien sprężystych. Duże żyły,

zwłaszcza w których krew płynie ku górze, mają zastawki żyłne (*valvulae venosae*) podobne do zastawek ujścia aorty i pnia płucnego. Zastawki zapobiegają cofaniu się i zaleganiu krwi w żyłach. Przepływ krwi w żyłach mogą wspomagać również kurczące się mięśnie, które uciskają biegnącą w ich pobliżu żyłę. W pewnych przypadkach może dochodzić do zaburzeń w pracy zastawek żylnych. Powoduje to zaleganie krwi w żyłach i tworzenie tzw. żylaków (*varices*).

Naczynia włosowate (*vasa capillaria*) stanowią połączenie między żyłami a tętnicami. Ściana tych naczyń jest bardzo cienka. Budują ją tylko śródbłonek i błona podstawna, co warunkuje jej przepuszczalność. Naczynia włosowate tworzą w poszczególnych narządach złożone sieci naczyniowe, w których zachodzi wymiana substancji pomiędzy krwią a otoczeniem. Zachowują one przez całe życie zdolność do tworzenia nowych odgałęzień. Ma to znaczenie przy gojeniu się ran, kiedy odtwarzana jest sieć naczyniowa.

Zasadniczo krew krąży według schematu: tętnica – naczynia włosowate – żyła. Są jednak pewne wyjątki. Krew może np. krążyć w układzie żyłno-żylnym, jak to ma miejsce w wątrobie, lub tętniczo-tętnicznym jak w nerkach.

Tętnice krążenia dużego

Naczynia tętnicze możemy podzielić na tętnice duże, średnie i małe – tętniczki (*arterioli*). Te ostatnie przechodzą w naczynia przedwłosowate (*vasa precapillaria*), które przedłużają się w naczynia włosowate.

Aorta zwana również tętnicą główną jest największym naczyniem krwionośnym w organizmie człowieka. Od niej odchodzą mniejsze tętnice, doprowadzające natlenioną krew do wszystkich narządów. Aorta dzieli się na kilka odcinków: część wstępująca, łuk aorty i część zstępująca.

Część wstępująca aorty – aorta wstępująca (*pars ascendens aortae s. aorta ascendens*) zaczyna się w przedłużeniu stożka tętniczego lewego opuszką aorty (*bulbus aortae*). W tym miejscu odchodzą od niej dwie tętnice wieńcowe prawa i lewa (*arteriae coronariae dextra et sinistra*). Część wstępująca kieruje się w górę i w prawo, a następnie na wysokości przyczepu worka osierdziowego przechodzi w łuk aorty.

Łuk aorty (*arcus aortae*) zaczyna się na wysokości drugiego stawu mostkowo-żebrowego. Biegnie początkowo ku górze, następnie przechodzi ponad lewym oskrzelem głównym i kieruje się w dół, w stronę tylnej ściany klatki piersiowej. Łuk aorty kończy się na wysokości kręgow C3–C4. Od wypukłego brzegu łuku odchodzą trzy wielkie naczynia: pień ramiennie-główny (*truncus brachiocephalicus*), tętnica szyjna wspólna lewa (*arteria carotis communis sinistra*) i tętnica podobojczykowa lewa (*arteria subclavia sinistra*). Część łuku aorty leżąca za ujściem wymienionych naczyń tworzy tzw. cieśń aorty (*isthmus aortae*).

Część zstępująca aorty – aorta zstępująca (*pars descendens aortae s. aorta descendens*) jest najdłuższym odcinkiem aorty i dzieli się na dwie części: aortę piersiową i brzuszna.

Aorta piersiowa (*aorta thoracica*) zaczyna się na wysokości kręgow Th3–Th4 i biegnie w śródpiersiu tylnym. Zasadniczo leży po lewej stronie kręgosłupa, ale w dolnym odcinku przyjmuje położenie przedkręgosłupowe. Koniec aorty piersiowej znajduje się na poziomie kręgu Th12.

Po przejściu przez rozwór aortowy przepony zaczyna się aorta brzuszna (*aorta abdominalis*), która biegnie na powierzchni przedniej trzonów kręgow lędźwiowych. Od aorty brzusznej odchodzi szereg dużych naczyń. Są to między innymi: pień trzewny (*truncus coeliacus*), tętnica kręzkowa górna i dolna (*arteria mesenterica superior et inferior*) oraz tętnice nerkowe (*arteriae renales*).

W końcowym odcinku część brzuszna aorty zstępującej dzieli się na dwie tętnice biodrowe wspólne (*arteriae iliacae communes*) i cienką tętnicę krzyżową pośrodkową (*arteria sacralis mediana*).

Tętnice głowy i szyi

Okolica głowy i szyi zaopatrywana jest w krew przez dwie główne tętnice szyjne wspólne (*arteriae carotes communes*) oraz tętnicę kręgową (*arteria vertebralis*), będącą odgałęzieniem tętnicy podobojczykowej. Każda z tętnic wspólnych dzieli się na tętnicę szyjną zewnętrzną i tętnicę szyjną wewnętrzną. Tętnica szyjna wspólna prawa (*arteria carotis communis dextra*) odchodzi od pnia ramiennie-głowowego, natomiast lewa (*arteria carotis communis sinistra*) bezpośrednio od łuku aorty.

Unaczynienie mózgowia i koło tętnicze mózgu

Krew do mózgowia dociera za pośrednictwem parzystych tętnic kręgowych (*arteriae vertebrales*) i szyjnych wewnętrznych (*arteriae carotis internae*). Obie tętnice kręgowe łączą się w jamie czaszki w tętnicę podstawną, która przebiega w bruzdzie podstawnej (*sulcus basilaris*) na brzusznej powierzchni mostu. Tętnica podstawna oddaje następujące odgałęzienia: tętnice błędnikowe (do ucha wewnętrznego), 2 tętnice górne mózdzku, 2 tętnice dolne przednie mózdzku oraz gałęzie dla mostu. Dzieli się następnie na dwie tętnice tylne mózgu. Tętnica szyjna wewnętrzna z kolei doprowadza do mózgu tętnicę łączącą tylną, tętnicę naczyniówkową, tętnicę przednią mózgu i tętnicę środkową mózgu. Część wymienionych naczyń tętnicznych tworzy na podstawie mózgu, wokół podwzgórza, koło tętnicze mózgu (inaczej Willisa), w skład którego wchodzi: tętnica podstawna, 2 tętnice tylne mózgu, 2 tętnice łączące tylne, 2 tętnice szyjne wewnętrzne, 2 tętnice przednie mózgu oraz tętnica łącząca przednia. Unaczynienie mózdzku tworzą 2 tętnice dolne tylne mózdzku odchodzące od tętnic kręgowych, 2 tętnice dolne przednie mózdzku i 2 tętnice górne przednie mózdzku.

Tętnice kończyny górnej

Początkowym odcinkiem układu tętniczego kończyny górnej jest tętnica podobojczykowa (*arteria subclavia*). Tętnica podobojczykowa prawa odchodzi od pnia ramiennie-głowowego, lewa natomiast bezpośrednio od łuku aorty. Początek tętnicy znajduje się na wysokości stawu mostkowo-obojczykowego, zaś koniec w okolicy brzegu zewnętrznego I żebra. W tym miejscu rozpoczyna się tętnica pachowa (*arteria axillaris*).

Od tętnicy podobojczykowej odchodzą gałęzie zaopatrujące w krew szyję, głowę i klatkę piersiową. Są to: tętnica kręgowa, tętnica piersiowa wewnętrzna, pień tarczowo-szyjny i pień żebrowo-szyjny.

Tętnice tułowia

Głównym naczyniem unaczyniającym tułów jest aorta, a dokładniej jej część zstępująca, która dzieli się na odcinek piersiowy i brzuszny. Ściany i trzewia klatki piersiowej zaopatrywane są w krew dzięki gałęziom aorty piersiowej. W zależności od okolicy gałęzie dzielimy na trzewne i ścienne. Gałęzie trzewne (*rami viscerales*) aorty piersiowej zaopatrują trzewia klatki piersiowej – oskrzela, przetyk, osierdzie. Gałęzie ścienne (*rami parietales*) doprowadzają krew do mięśni międzyżebrowych, niektórych narządów jamy brzusznej i skóry. Zalicza się do nich tętnice przeponowe górne (*aa. phrenicae superiores*), tętnice międzyżebrowe tylne (*aa. intercostales posteriores*) i tętnice podżebrowe (*aa. subcostales*).

Ściany i trzewia jamy brzusznej unaczyniane są przez odgałęzienia aorty brzusznej. Podobnie jak w przypadku aorty piersiowej, gałęzie aorty brzusznej możemy podzielić na gałęzie ścienne i trzewne (parzyste i nieparzyste). W aorcie brzusznej wyróżnić można również gałęzie końcowe.

Do gałęzi ściennych zaliczamy dwie tętnice przeponowe dolne (*aa. phrenicae inferiores*), które odchodzą od aorty na wysokości Th12, i cztery pary tętnic lędźwiowych (*aa. lumbales*), odchodzących od tylnej ściany aorty na wysokości kręgow od L1 do L4. Gałęzie ścienne unaczyniają kości, mięśnie i skórę okolicy brzucha.

Gałęzie trzewne parzyste doprowadzają krew głównie do narządów układu moczowo-płciowego. Zalicza się do nich tętnicę nadnerczową środkową (*a. suprarenalis media*), tętnicę nerkową (*a. renalis*) i tętnicę jądrową (*a. testicularis*) bądź tętnicę jajnikową (*a. ovarica*), które są najcieńszymi tętnicami trzewnymi parzystymi.

Gałęzie trzewne nieparzyste doprowadzają krew do śledziony i narządów układu pokarmowego (od żołądka). Zalicza się do nich: pień trzewny (*truncus coeliacus*) oraz tętnice krezkowe górną (*a. mesenterica superior*) i dolną (*a. mesenterica inferior*).

Tętnice kończyny dolnej

Głównymi naczyniami zaopatrującymi w krew okolice miednicy i kończyny dolnej wolnej są tętnice biodrowe wspólne. Zaczynają się w miejscu rozdzielenia odcinka brzuszego aorty (okolica kręgu L4), a kończą w miejscu rozdzielenia każdej z tętnic na tętnicę biodrową wewnętrzną i zewnętrzną.

Obszar zaopatrywany przez sieć tętniczą (ok. 10 gałęzi) tętnicy biodrowej wewnętrznej jest dość rozległy. Należą do niego: ściany i trzewia miednicy, narządy płciowe zewnętrzne, okolica kroczoza i tylnoprzyszrodkowa część uda. Koniec tętnicy znajduje się w okolicy więzadła pachwinowego.

Poniżej niego tętnica biodrowa zewnętrzna przechodzi w tętnicę udową (*arteria femoris*). Od tętnicy udowej odchodzą drobne gałęzie unaczyniające przednią ścianę brzucha i narządy płciowe zewnętrzne. Głównym jednak odgałęzieniem jest tętnica głęboka uda (*arteria profunda femoris*), która zaopatruje w krew zespół mięśni i kości uda. Przedłużeniem tętnicy udowej jest tętnica podkolanowa (*arteria poplitea*), przebiegając przez dół podkolanowy. Koniec tętnicy znajduje się w miejscu jej podziału na główne gałęzie goleni – tętnice piszczelowe przednią i tylną.

Tętnice krążenia małego

Naczynia tętnicze krążenia małego są jedynymi tętnicami w organizmie ludzkim, którymi płynie krew odtlenowana. Dostarczają krew tłoczoną z komory prawej do płuc, gdzie zachodzi wymiana gazowa i krew ponownie zostaje nasycona tlenem.

Ściany tętnic płucnych są cieńsze od ścian tętnic podobnej wielkości należących do dużego układu krążenia. Pień płucny (*truncus pulmonalis*) rozpoczyna się w przedłużeniu stożka tętniczego komory prawej i zmierza ku górze w stronę lewą. Obejmuje aortę wstępującą, a pod łukiem aorty rozdzwaja się na dwie tętnice płucne – prawą i lewą (*aertriae pulmonales dextra et sinistra*).

Tętnice płucne (*pulmonales*) dzielą się na gałęzie płatowe, które wnikają do odpowiedniego płata płuc. Te z kolei dzielą się na gałęzie segmentowe dzielące się na coraz drobniejsze naczynia tętnicze, tworzące sieci włosowate i oplatające poszczególne pęcherzyki płucne.

Żyły krążenia wielkiego

Naczynia żyłne podzielić można na dwie duże grupy. Do pierwszej należą żyły głębokie, które biegną obok dużych naczyń tętnicznych. W większości przypadków mniejszym tętnicom towarzyszą dwie żyły, a większym jedna. Grupę drugą tworzą żyły powierzchowne zwane również żyłami skórnymi (*venae cutaneae*), biegnące powierzchniowo i niezależnie od sieci naczyń tętnicznych. Pomiędzy obiema grupami naczyń funkcjonują liczne połączenia, co znacznie ułatwia krążenie krwi żyłnej.

Żyły główne

Żyła główna górna (*vena cava superior*) powstaje w wyniku połączenia dwóch żył ramiennie-głowych (*venae brachiocephalicae*). Zaczyna się na wysokości pierwszego stawu mostkowo-żebrowego prawego, a kończy, uchodząc do prawego przedsionka serca. Do żyły głównej górnej uchodzi również żyła nieparzysta (*vena azygos*), która odprowadza krew z klatki piersiowej i odcinka piersiowego kręgosłupa.

Żyła główna dolna (*vena cava inferior*) leży na tylnej ścianie tułowia na prawo od odcinka brzusznej aorty. Powstaje w wyniku połączenia się żył biodrowych wspólnych (*venae iliacae communes*). Początek tego największego w organizmie ludzkim naczynia znajduje się na wysokości kręgow L4–L5. Biegnie ono następnie ku górze i przechodząc przez otwór w osrodku ścięgnistym przepony, dostaje się do śródpiersia, gdzie uchodzi do przedsionka prawego.

Żyły kończyny dolnej

Naczynia żylne kończyny dolnej, podobnie jak kończyny górnej, dzielą się na głębokie i powierzchowne.

Układ żył głębokich kończyny dolnej rozpoczyna się podwójnymi żyłami grzbietowymi stopy (*venae dorsales pedis*) i żyłami podeszwowymi bocznymi (*venae plantares laterales*). Naczynia te łączą się ze sobą w dwa łuki żylne podeszwowe (*arcus venosus plantaris*). Naczynia żylne stopy przedłużają się na goleń, gdzie tworzą trzy pary głównych żył głębokich goleni: żyły piszczelowe przednie (*venae tibiales anteriores*), żyły piszczelowe tylne (*venae tibiales posteriores*) i żyły strzałkowe (*venae fibulares*). Wszystkie biegną ku górze wraz z odpowiednimi tętnicami. Krążenie żylne w tej okolicy wspomagane jest przez liczne zespolenia między żyłami goleni.

W okolicy podkolanowej żyły goleni zlewają się ze sobą i tworzą pojedynczą żyłę podkolanową (*vena poplitea*), która biegnie obok tętnicy wzdłuż dołu podkolanowego. Odprowadza krew ze stawu kolanowego oraz powierzchownych części goleni.

Ponad dołem podkolanowym rozpoczyna się żyła udowa (*vena femoralis*), która jest przedłużeniem żyły podkolanowej. Biegnie ku górze wraz z tętnicą udową w tzw. pochewce naczyń udowych. Koniec naczynia znajduje się na poziomie więzadła pachwinowego. Do żyły udowej dopływa szereg mniejszych naczyń żylnych, odprowadzających krew z przedniej ściany brzucha. Do żył głębokich kończyny dolnej zalicza się również żyły okolicy pośladkowej – żyły pośladkowe górne i dolne (*venae gluteae superiores et inferiores*), które odprowadzają krew z mięśni pośladkowych. W dalszych odcinkach łączą się ze sobą i dochodzą do żyły biodrowej wewnętrznej.

Żyły powierzchowne kończyny dolnej tworzą rozległą i skomplikowaną sieć naczyniową. Jest ona połączona licznymi zespoleniami z układem żył głębokich, co znacznie usprawnia krążenie żylne w obrębie kończyny dolnej. Powierzchnowa sieć żylna stopy zaczyna się drobnymi żyłami grzbietowymi i podeszwowymi palców (*venae digitales dorsales et plantares*). W obrębie śródstopia łączą się, tworząc łuki żylne stopy – grzbietowy i podeszwowy (*arcus venosus dorsalis pedis et plantaris pedis*). Podobnie jak w ręce, układ naczyń grzbietowych stopy jest silniejszy od podeszwowego. Odchodzą od niego główne pnie powierzchowne kończyny dolnej – żyła odpiszczelowa i żyła odstrzałkowa.

Żyła odpiszczelowa (*vena saphena*) rozpoczyna się w okolicy kostki przyśrodkowej. Jest przedłużeniem gałęzi przyśrodkowej łuku grzbietowego stopy. Początkowo biegnie ku górze na powierzchni przyśrodkowej goleni. W okolicy kolana zbliża się do tylnej powierzchni kłykcia przyśrodkowego kości udowej, a następnie biegnie na powierzchni przednio-przyśrodkowej uda. W pachwinie żyła odpiszczelowa wnika pod powięź i łączy się z żyłą udową. Żyła odpiszczelowa odprowadza krew z części powierzchni stopy i goleni oraz wszystkich żył powierzchownych uda.

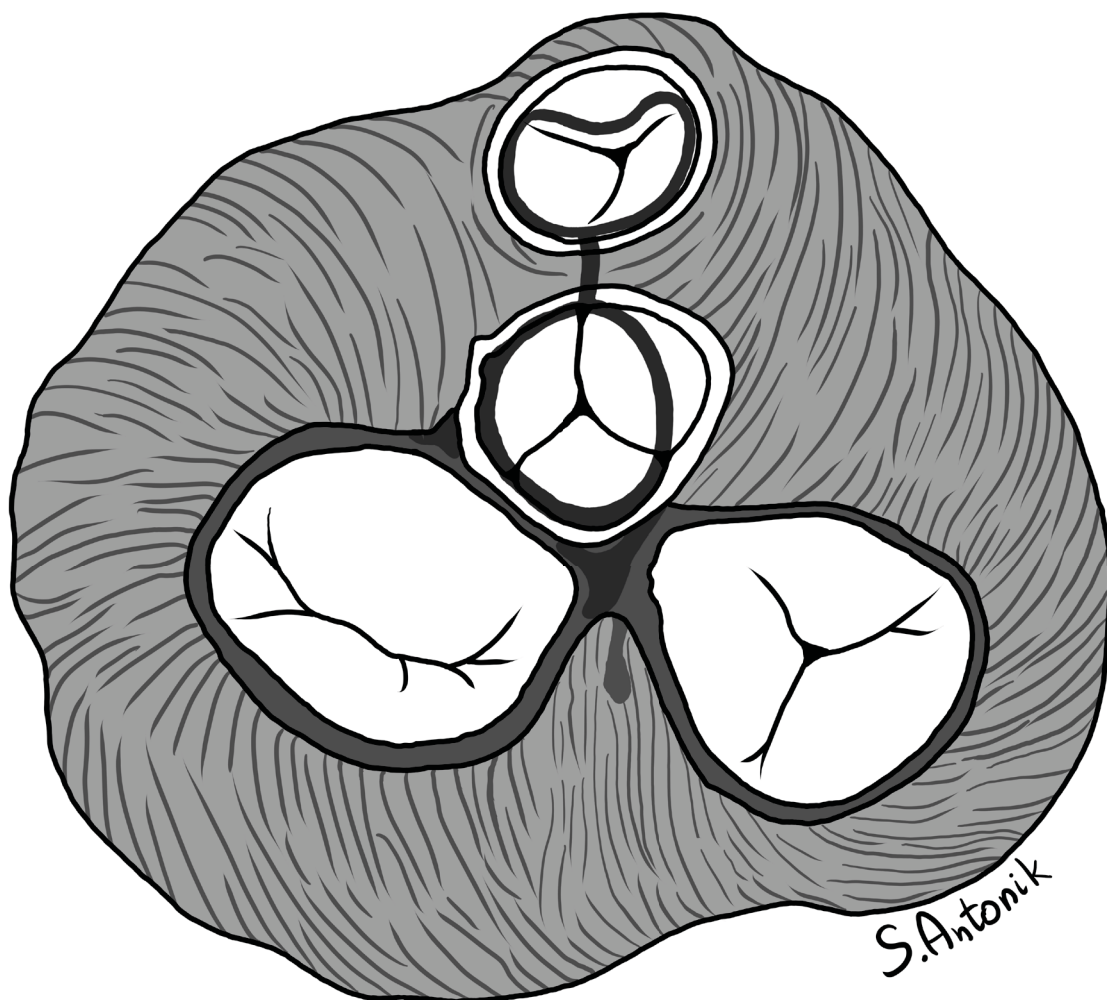
Żyła odstrzałkowa (*vena saphena parva*) rozpoczyna się z tyłu kostki bocznej w przedłużeniu gałęzi bocznej łuku grzbietowego stopy. Biegnie na powierzchni tylnej goleni pomiędzy głowami mięśnia brzuchatego łydki. W dole podkolanowym żyła przechodzi pod powięź i łączy się z żyłą podkolanową.



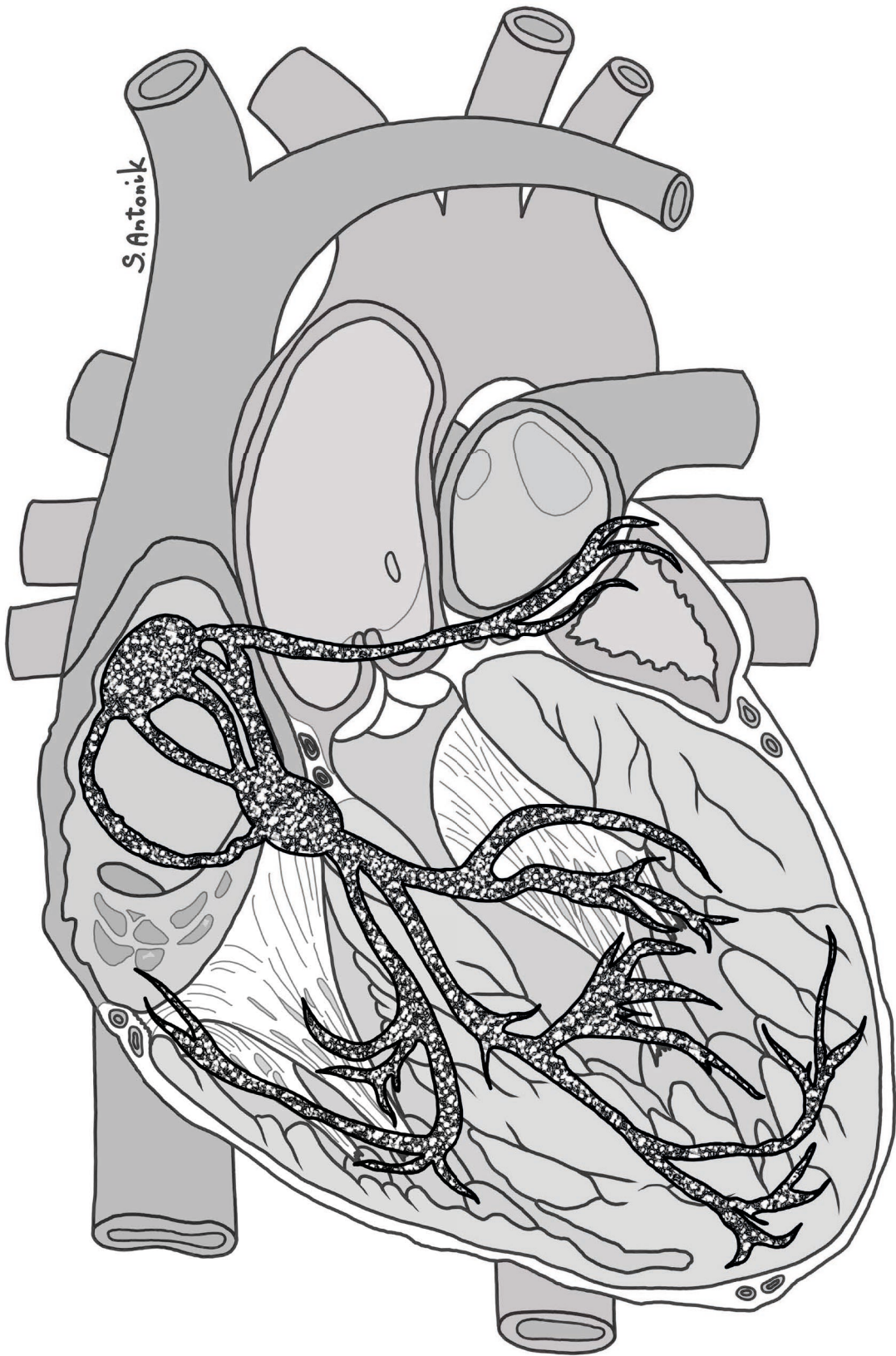
Ryc. 8. Budowa zewnętrzna serca (przód)



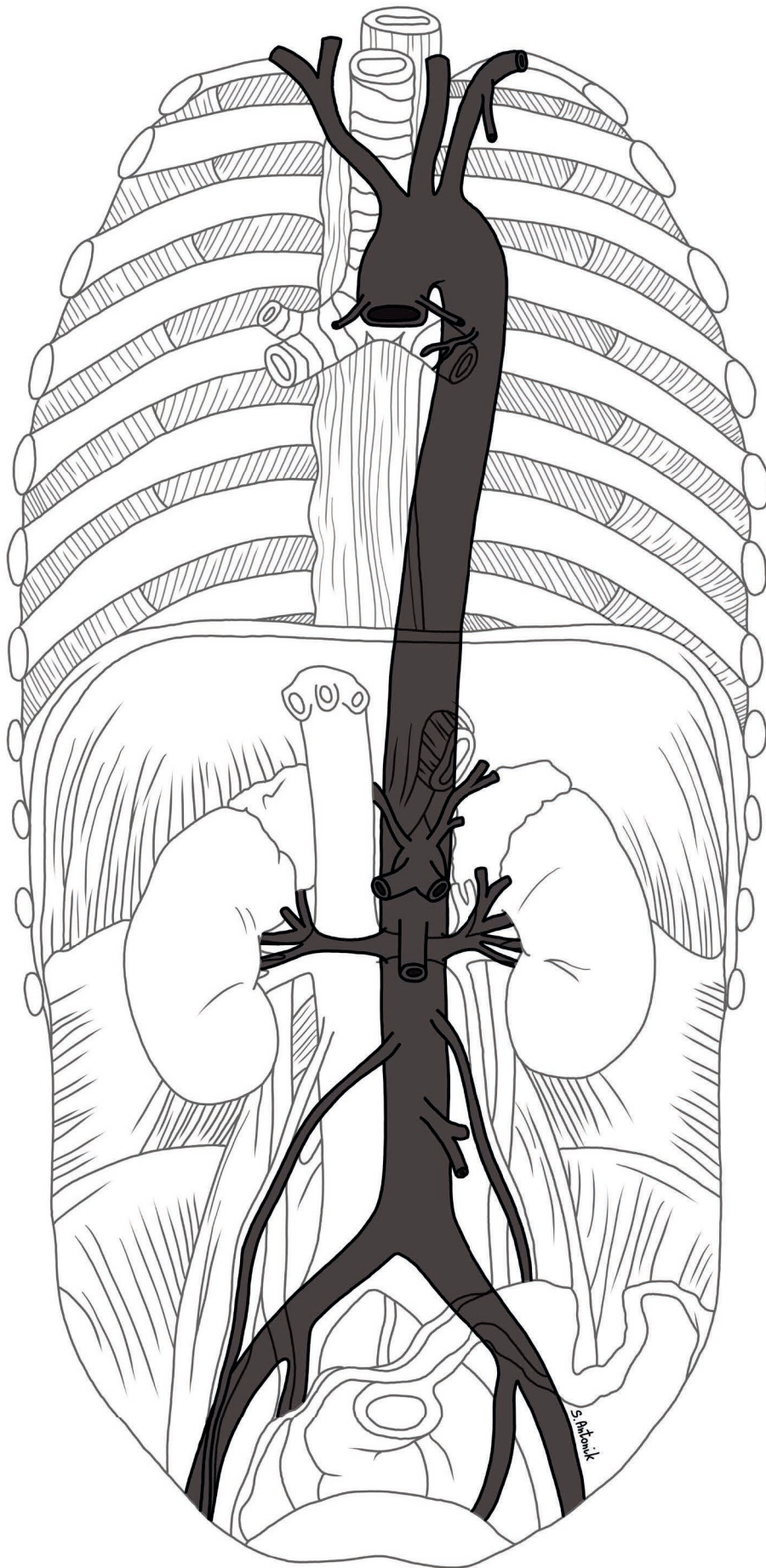
Ryc. 9. Budowa jam serca



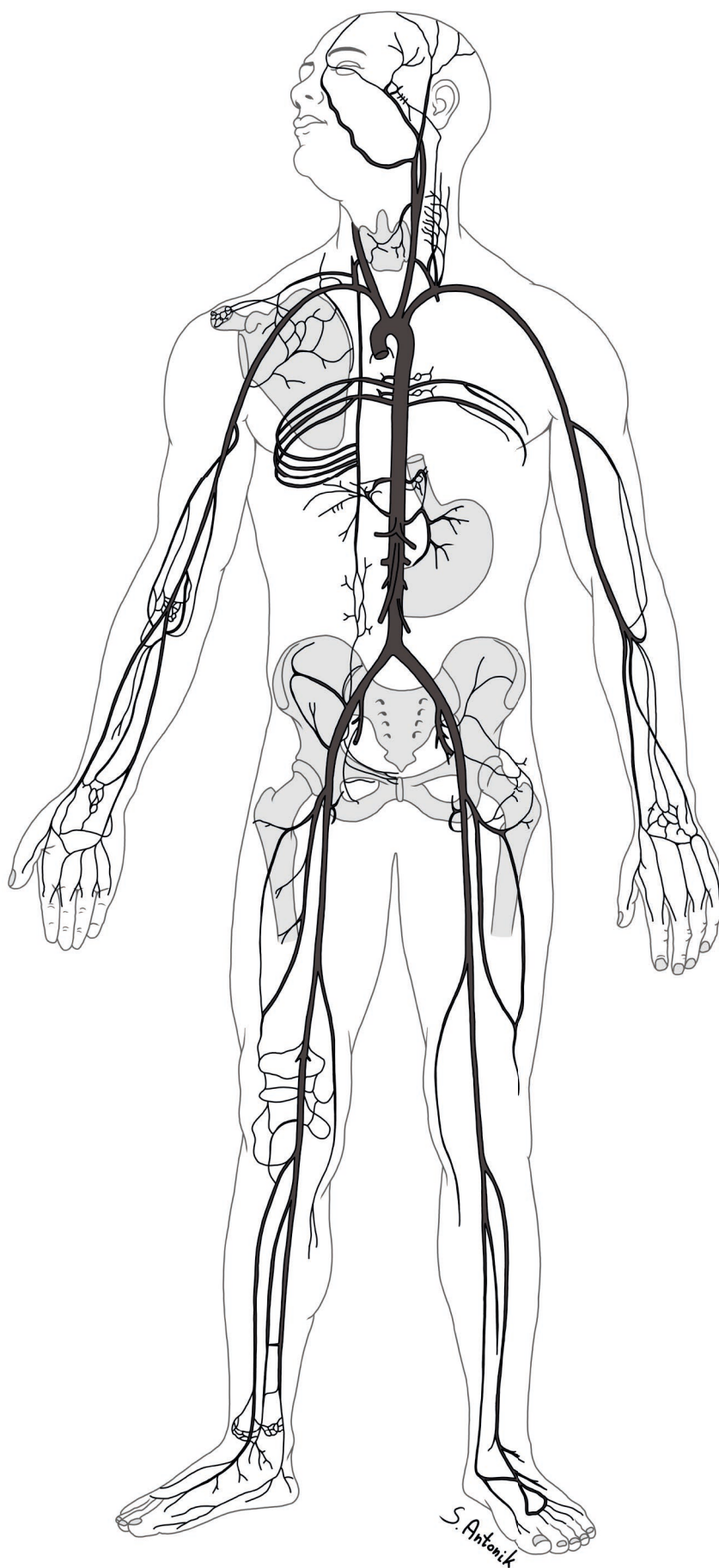
Ryc. 10. Szkielet serca



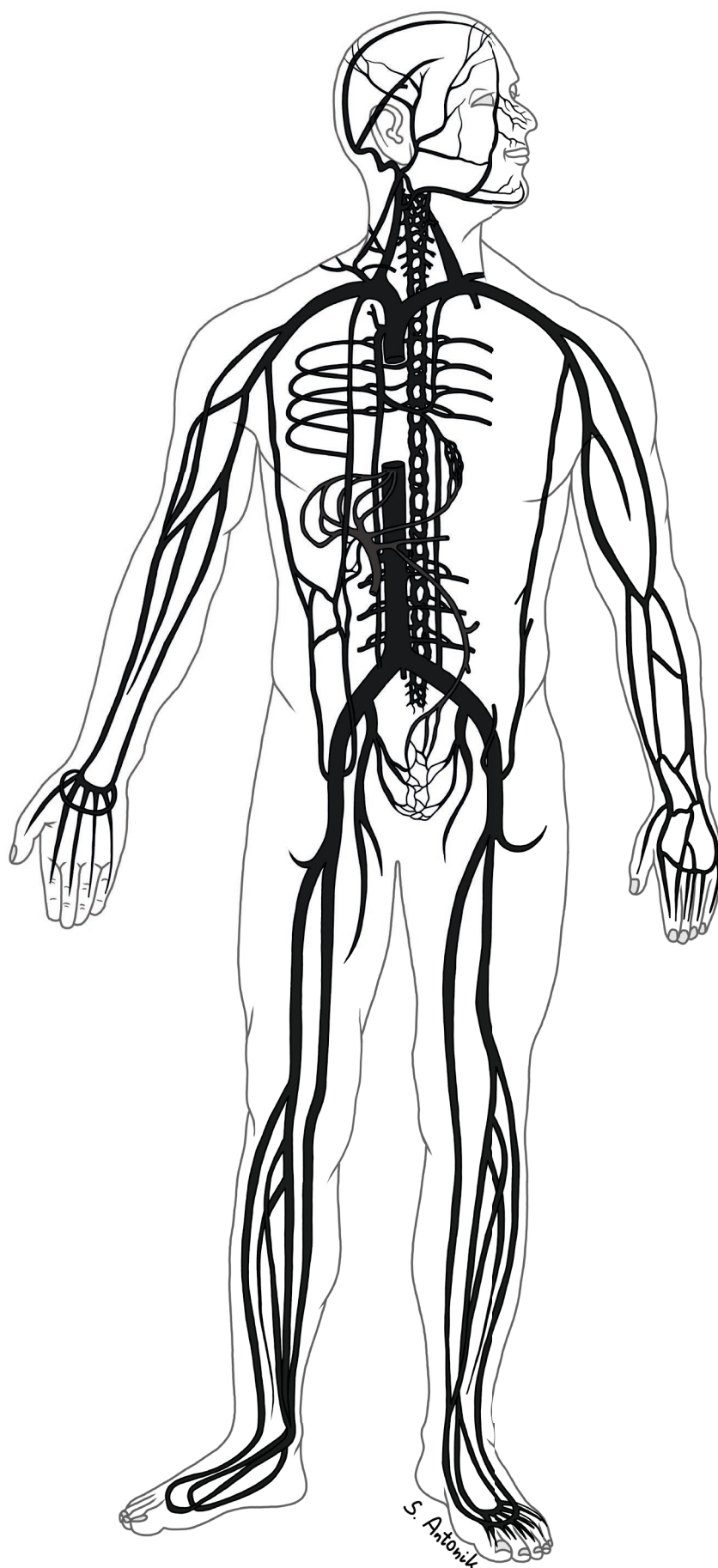
Ryc. 11. Układ bodźco-przewodzący serca



Ryc. 12. Aorta i jej odgałęzienia



Ryc. 13. Najważniejsze tętnice ciała



Ryc. 14. Najważniejsze żyły ciała

Tabela 5. Serce (budowa zewnętrzna)

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Aorta wstępująca	
Łuk aorty	
Pień ramiennie-główny	
Tętnica szyjna wspólna lewa	
Tętnica podobojczykowa lewa	
Pień płucny	
Żyły płucne	
Żyła główna dolna	
Żyła główna górna	
Tętnica wieńcowa prawa	
Tętnica wieńcowa lewa	
Wierzchołek serca	

Tabela 6. Serce (przekrój)

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Prawy przedsionek	
Lewy przedsionek	
Prawa komora	
Lewa komora	
Zastawka aorty	
Zastawka pnia płucnego	
Zastawka trójdzielna	
Zastawka dwudzielna	
Mięśnie brodawkowate	
Struny ścięgniste	

Tabela 6. cd.

Przegroda międzykomorowa	
Przegroda międzyprzedsionkowa	
Aorta	
Pień płucny	
Żyły płucne	
Żyła główna dolna	
Żyła główna górna	

Tabela 7. Szkielet serca

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Zastawka aorty	
Zastawka pnia płucnego	
Zastawka trójdzielna	
Zastawka dwudzielna	
Mięsień sercowy	

Tabela 8. Układ bodźco-przewodzący serca

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Węzeł zatokowo-przedsionkowy	
Węzeł przedsionkowo-komorowy	
Pęczek przedsionkowo-komorowy (pęczek Hisa)	
Odnoga wspólna	
Odnoga prawa	
Odnoga lewa	
Włókna Purkiniego	

Tabela 9. Aorta i jej odnogi

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Aorta wstępująca	
Łuk aorty	
Pień ramienno-główny	
Tętnica podobojczykowa lewa	
Tętnica podobojczykowa prawa	
Tętnica szyjna wspólna lewa	
Tętnica szyjna wspólna prawa	
Aorta piersiowa	
Aorta brzuszna	
Pień trzewny	
Tętnica nerkowa	
Tętnica kręzkowa górna	
Tętnica kręzkowa dolna	
Tętnice biodrowe wspólne	
Tętnice biodrowe wewnętrzne	
Tętnice biodrowe zewnętrzne	

Tabela 10. Najważniejsze tętnice ciała

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Tętnica podstawna	
Tętnica szyjna wspólna	
Tętnica podobojczykowa	
Tętnica pachowa	
Tętnice płucne	
Aorta	

Tabela 10. cd.

Tętnica ramienna	
Tętnica promieniowa	
Tętnica łokciowa	
Tętnice palców	
Pień trzewny	
Tętnica nerkowa	
Tętnica biodrowa wspólna	
Tętnica udowa	
Tętnica podkolanowa	
Tętnice piszczelowe przednie/tylne	
Tętnica strzałkowa	
Tętnica łukowata	
Tętnice grzbietowe palców	

Tabela 11. Najważniejsze żyły ciała

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Żyła szyjna wewnętrzna	
Żyła szyjna zewnętrzna	
Żyła podobojczykowa	
Żyła odpromieniowa	
Żyła pachowa	
Żyła główna	
Żyła odłokciowa	
Żyły płucne	
Żyły wątrobowe	
Żyły nerkowe	

Tabela 11. cd.

Żyła biodrowa wspólna	
Żyła odpiszczelowa	
Żyła udowa	
Żyła podkolanowa	
Żyła odstrażkowa	
Łuk żylny grzbietowy stopy	

Układ chłonny

Do układu naczyniowego oprócz naczyń krwionośnych i serca wliczamy układ chłonny. Składają się na niego głównie cewy transportujące chłonkę, czyli limfę (*lymph*). Jest to płyn, który – inaczej niż krew – w różnych częściach układu charakteryzuje się odmiennym składem i wyglądem. Chłonka powstaje z przesączu międzykomórkowego (płynu tkankowego), przenikającego z przestrzeni międzykomórkowych do naczyń włosowatych chłonnych. Z reguły jest przezroczysta i klarowna, przypominająca osocze. W jelitach, gdzie znajdują się naczynia chłonne, transportujące wchłonięte w procesie trawienia tłuszcze, staje się mętna, żółto-mlecznie zabarwiona i dlatego nosi nazwę mleczu (*chylus*).

Na układ chłonny składają się: naczynia chłonne włosowate, odprowadzające naczynia chłonne zbiorcze, wielkie pnie chłonne oraz węzły chłonne.

Naczynia chłonne włosowate, w przeciwieństwie do naczyń krwionośnych, nie mają zastawek, są od nich szersze oraz mniej regularne. Rozpoczynają się ślepyimi uchyłkami, po czym tworzą sieć naczyń włosowatych, licznie zespalając się ze sobą. Sieci przechodzą dalej w większe naczynia zbiorcze, które również łączą się w sieci. Naczynia włosowate występują w prawie każdym narządzie i tkance, z wyjątkiem warstwy nabłonkowej skóry, błony śluzowej, tkanki chrzęstnej, twardówki, rogówki i ciała szklistego oka (tam gdzie brak własnych naczyń krwionośnych), a także łożyska, mózgowia i rdzenia przedłużonego.

Zbiorcze naczynia chłonne (*vasa lymphatica*) to takie, którymi chłonka przez węzły chłonne odprowadzana jest do wielkich pni chłonnych. Naczynia nie przyjmują gałęzi bocznych, więc zachowują niemal stałą średnicę na całym przebiegu aż do węzła chłonnego. Z jednego narządu mogą kierować się do różnych węzłów. Chłonka w drodze do układu żylnego przepływa przez kilka (nawet 8–10) węzłów. Liczba naczyń chłonnych wychodzących z danego narządu z reguły jest większa niż liczba naczyń krwionośnych z niego wychodzących. Większe naczynia chłonne powstają wskutek przekazania chłonki z węzła, do którego dociera kilka mniejszych naczyń. Wyróżnia się naczynia chłonne powierzchowne (*vasa lymphatica superficialia*), przebiegające w podskórnej tkance tłuszczowej, oraz naczynia chłonne głębokie (*vasa lymphatica profunda*), przebiegające z naczyniami obwodowymi. W naczyniach zbiorczych, inaczej niż we włosowatych, obecne są bardzo zastawki, które nadają naczyniom charakterystyczny kształt paciorków różańca (regularne zwężenia i rozszerzenia).

Główne pnie chłonne/limfatyczne

Pnie chłonne (*trunci lymphatici*) całej podprzeponowej części ciała tuż pod rozworem aortowym przepony łączą się we wspólny pień, zwany przewodem piersiowym (*ductus thoracicus*). Powstaje on z połączenia prawego i lewego pnia łędźwiowego, zbierających chłonkę z kończyn dolnych i miednicy. Dołącza do niego w początkowym odcinku kilka pni jelitowych, odprowadzających mlecz z przewodu pokarmowego. Przewód piersiowy następnie biegnie ku górze wzdłuż kręgosłupa, przechodząc przez przeponę. U nasady szyi skręca na lewo i uchodzi do lewego kąta żylnego, położonego w miejscu połączenia żyły szyjnej wewnętrznej z żyłą podobojczykową. W pobliżu tego kąta uchodzą pień szyjny (*truncus jugularis*) i pień podobojczykowy (*truncus subclavius*), odprowadzające limfę z lewej połowy głowy i szyi oraz lewej kończyny górnej. Ponadto uchodzą w okolicy lewego kąta żylnego do przewodu piersiowego pnie śródpiersiowe (*trunci mediastinales*) przedni i tylny. Po prawej stronie wszystkie pnie, które odprowadzają chłonkę z prawej połowy ciała, łączą się w pobliżu lewego kąta żylnego i uchodzą do niego krótkim przewodem chłonnym prawym (*ductus lymphaticus dexter*).

Przewód piersiowy (*ductus thoracicus*)

Ma długość 38–45 cm i szerokość 2–4 mm. Powstaje z dwóch pni lędźwiowych na wysokości kręgow między Th12 a L2. Miejsce powstania często bywa poszerzone i nazywa się zbiornikiem mleczu (*cisterna chyli*) o wymiarach około 2 x 1,5 cm. Przewód przechodzi przez przeponę w towarzystwie aorty, zaś w klatce piersiowej układa się między nią a żyłą nieparzystą. Rozszerza się przed ujściem do kąta żylnego. W tym miejscu znajdują się zastawki zapobiegające cofaniu się krwi żyłnej do układu chłonnego. Jego zasięg obejmuje niemal całe ciało, z wyjątkiem prawej części nadprzeponowej.

Węzły chłonne (*nodi lymphatici*)

To narządy o zróżnicowanym kształcie, otoczone torebką i włączone w przebieg naczyń chłonnych. Chłonka dociera do nich naczyniami doprowadzającymi, po czym przepływając przez tkankę siateczkowatą, zabiera ze sobą wytworzone limfocyty i odpływa naczyniami odprowadzającymi. Węzły chłonne, oprócz zaopatrzenia chłonki w limfocyty, precedzają ją jak sito ze składników ożywionych i nieożywionych (dlatego czasami są powiększone). Kolor węzłów chłonnych zależy od położenia (np. we wnękach płuc mogą być stalowe, w krezce jelita mleczne), od stopnia ukrwienia i aktualnej czynności. Ich wielkość jest zróżnicowana – od niewielkich, kilkumilimetrowych po węzły średnicy 3 cm. Zazwyczaj układają się wzdłuż powrózków naczyniowych w grupy liczące od 2 do 15 sztuk. Do tych grup z każdego narządu lub części ciała przepływa chłonka (zazwyczaj do kilku równocześnie). Węzły, które ściśle przynależą do danego narządu lub części ciała, nazywa się węzłami chłonnymi regionalnymi. Występują m.in. w kończynie dolnej (w pachwinie), kończynie górnej (w jamie pachowej), śródpiersiu, płucach itd.

W budowie węzłów chłonnych wyróżnia się korę (*cortex*) położoną obwodowo oraz centralnie położony rdzeń (*medulla*), które przechodzą w siebie bez wyraźnej granicy. Kora jest bardziej jednorodna i zbita, zawiera liczne grudki chłonne wtórne. Rdzeń z kolei ma budowę bardziej gąbczastą, a jego tkanka biegnąca od grudek kory wytwarza tzw. pasma rdzeniowe.

Śledziona (*splen/lien*)

Jest narządem zlokalizowanym w górnej części jamy brzusznej, w lewym podżebrzu ku tyłowi od żołądka. Do jej funkcji w organizmie człowieka należą:

- magazynowanie krwi, poprzez wyłączenie części ciałek krwi z obiegu i uruchomienie jej ponownie w trakcie intensywnego wysiłku;
- udział w rozkładzie krwinek, zwłaszcza erytrocytów;
- wytwarzanie limfocytów;
- wytwarzanie substancji zwiększających funkcje odpornościowe.

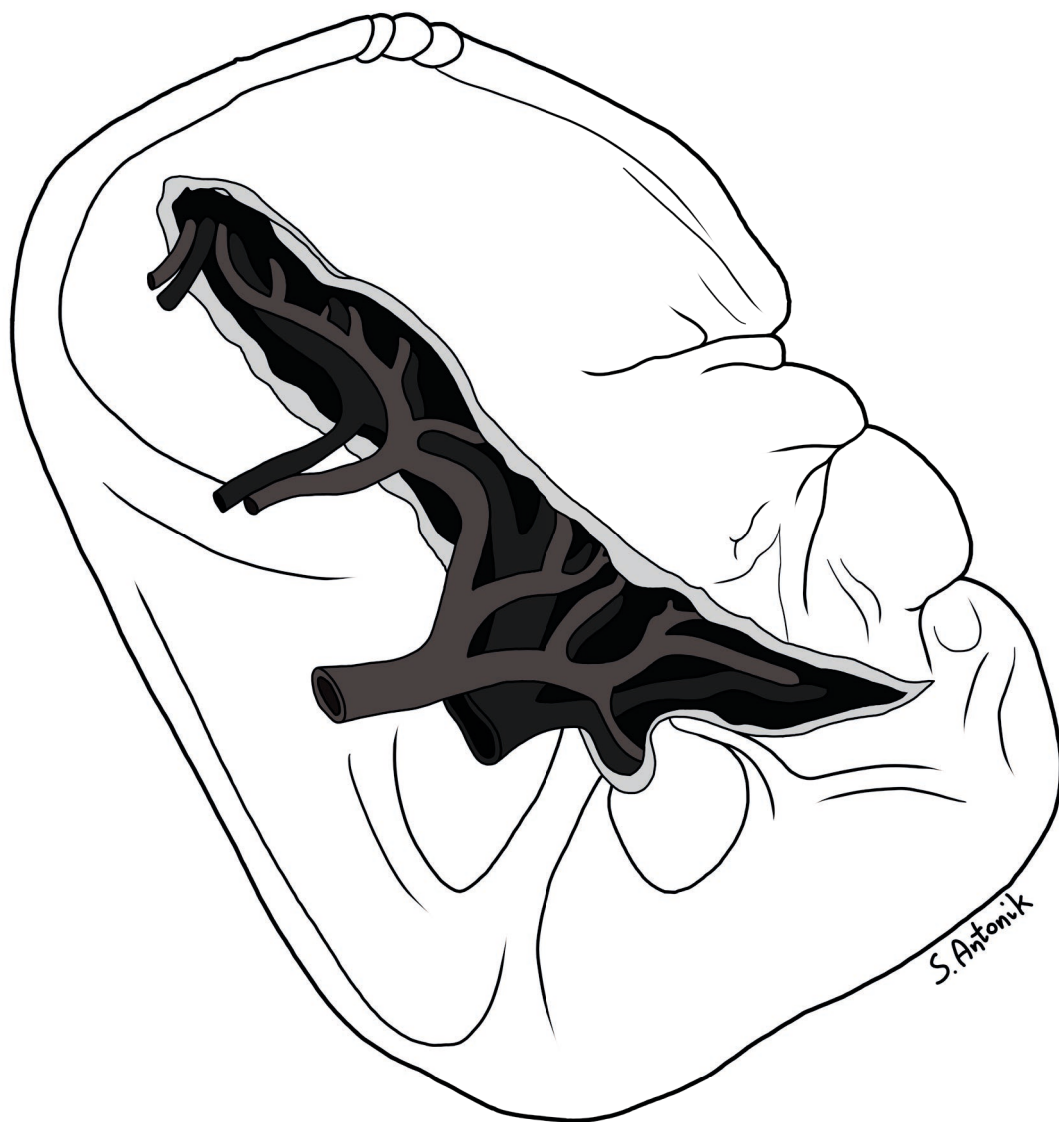
Mimo licznych funkcji śledziona nie jest narządem niezbędnym do życia. Kształt śledziony porównywany jest z cząstką pomarańczy. Jej przeciętne wymiary u dorosłego człowieka to: 12 cm długości, 7 cm szerokości i 4 cm grubości. Średnia masa to 200 g, a jeśli wynosi więcej, jest to oznaka zmian chorobowych, np. zimnicy (wówczas śledziona może nawet zająć znaczną część jamy brzusznej).

W śledzionie wyróżnia się wypukłą powierzchnię przeponową (*facies diaphragmatica*) oraz powierzchnię trzewną (*facies visceralis*) przedzieloną na dwie części: przednią i tylną. Część przednia zwana jest powierzchnią żołądkową, ponieważ przylega do żołądka, a część tylna z uwagi na przyleganie do nerki nazywana jest powierzchnią nerkową. Na powierzchni żołądkowej znajduje się przebiegająca podłużnie wnęka śledziony (*hilum splenicum*), którą wchodzi i wychodzą z narządu naczynia i nerwy. Brzeg górny śledziony, położony między powierzchnią przeponową a żołądkową, ma charakterystyczne 3–4 wręby, nadające mu karbowany wygląd. Dolny brzeg narządu jest z reguły gładki.

Śledziona zabarwiona jest na purpurowo-czerwono, za sprawą krwi, która ją wypełnia. W jej przekroju można zauważyć dwa rodzaje miazgi: czerwoną (*pulpa rubra*) i białą (*pulpa alba*). Miazga czerwona występuje w postaci czerwonego mięszu, przenikającego białawe beleczki śledziony (*trabeculae splenicae*) i białawe grudki chłonne śledzionowe (*folliculi lymphatici splenici*), które z kolei stanowią miazgę białą. Miazga czerwona zawiera bogate unaczynienie, a w oczkach siateczki liczne ciała krwi. Miazga biała obejmuje obszar zawierający pochewki i ciała śledzionowe, otoczone dużą ilością limfocytów.



Ryc. 15. Budowa węzła chłonnego



Ryc. 16. Śledziona

Tabela 12. Węzeł chłonny

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Kora	
Rdzeń	
Torebka	
Zatoka	
Wnęka	
Naczynia limfatyczne doprowadzające	
Naczynia limfatyczne odprowadzające	

Tabela 13. Śledziona

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Żyła śledzionowa	
Tętnica śledzionowa	
Powierzchnia żołądkowa	
Powierzchnia nerkowa	
Wnęka śledziony	

Układ pokarmowy

Układ pokarmowy (*systema digestorium*)

Układ pokarmowy człowieka prowadzi mechaniczną i chemiczną obróbkę pożywienia umożliwiającą jego wchłonięcie i wykorzystanie przez organizm, co ogólnie nazywa się trawieniem. Trawienie mechaniczne polega na rozdrabnianiu, przetykaniu i przesuwaniu pokarmu wzdłuż przewodu pokarmowego przez ruchy perystaltyczne kolejnych jego części (przełyku, żołądka i jelit) oraz wydalaniu na zewnątrz niestrawionych resztek. Trawienie chemiczne wiąże się z szeregiem przemian chemicznych pokarmów, poddanych działaniu substancji wydzielanych przez gruczoły przewodu pokarmowego.

Układ pokarmowy dzielimy na część nadprzeponową, do której zaliczamy: jamę ustną (*cavum oris*), gardło (*pharynx*) i większą część przełyku (*oesophagus*), oraz podprzeponową, do której należą: żołądek (*ventriculus, gaster*), jelito cienkie (*intestinum tenue*) i jelito grube (*intestinum crassum*). Dodatkowo w skład układu pokarmowego wchodzi dwa ważne gruczoły: trzustka i wątroba. Trzustka wydzielają enzymy trawienne niezbędne do rozkładu wszystkich podstawowych składników pokarmowych – amylazę (rozkładającą węglowodany), lipazę (trawiącą tłuszcze) oraz proteazy (takie jak trypsyna, chymotrypsyna czy elastaza), które rozkładają białka do krótszych peptydów i aminokwasów. Dzięki temu możliwy jest prawidłowy metabolizm węglowodanów, tłuszczów i białek.

Wątroba z kolei jest największym gruczołem organizmu ludzkiego. Jej główne zadania to m.in. magazynowanie węglowodanów (w postaci glikogenu) i niektórych białek, detoksykacja organizmu, produkcja ciepła oraz udział w gospodarce lipidowej i białkowej.

Jama ustna (*cavum oris*)

Jama ustna stanowi pierwszy element układu pokarmowego. Od góry ogranicza ją podniebienie (*palatum*), od dołu dwa mięśnie żuchwowo-gnykowe tworzące przeponę jamy ustnej (*diaphragma oris*), natomiast od stron bocznych policzki (*buccae*). Zaczyna się szparą ust (*rhima oris*) otoczoną przez wargę górną (*labium superior*) i wargę dolną (*labium inferior*), które łączą się ze sobą w kątach ust (*angulus oris*). Policzki i wargi, a także dziąsła (*gingivae*) pokryte są błoną śluzową. Od wewnętrznej strony warg schodzą na nie z wyrostków zębodołowych wędzidełka (*frenula labiorum*) – górne i dolne, utworzone przez błonę śluzową. Przednia część jamy ustnej między wargami a zębami stanowi przedsionek ust (*vestibulum oris*), natomiast część znajdująca się za zębami zwana jest jamą ustną właściwą (*cavum oris proprium*).

Podniebienie składa się z dwóch części. Z przodu znajduje się rusztowanie kostne tworzące tzw. podniebienie twarde (*palatum durum*), natomiast z tyłu mięśniowe i wiotkie podniebienie miękkie (*palatum molle*) zakończone języczkiem podniebiennym (*uvula*), który przy zamkniętych ustach styka się z grzbietem języka (*lingua*). Języczek po prawej i lewej stronie sąsiaduje z podwójnymi łukami podniebiennymi: bliżej jamy ustnej z łukiem podniebiennie-językowym (*arcus palatoglossus*), a bliżej gardła z łukiem podniebiennie-gardłowym (*arcus palatopharyngeus*). Oba te łuki ograniczają cieśń gardzieli (*isthmus faucium*), za którą rozpoczyna się część ustna gardła. Między łukami występuje zatoka (*sinus*), gdzie zlokalizowane są migdałki podniebienne (*tonsillae palatini*).

W zębodołach, w trakcie rozwoju ontogenetycznego umieszczone są zęby mleczne (*dentes lactei*), a następnie zęby stałe (*dentes permanentes*). Człowiek ma difiodontyczny typ uzębienia, czyli dwie generacje zębów. Ponadto zęby są różnicowane pod względem funkcjonalnym (heterodontyzm). Zęby mleczne w liczbie 20 mają w każdej połówce łuku zębodołowego górnego bądź dolnego: siekacz przyśrodkowy (*incisivus medialis*), siekacz boczny (*incisivus lateralis*), kieł (*caninus*) i dwa trzonowce (*molares*). Zębów stałych (*dentes permanentes*) jest 32, po 8 w każdej połówce łuku zębodołowego: siekacz przyśrodkowy i boczny, kieł, dwa przedtrzonowce (*praemolares*) i trzy trzonowce.

W jamie ustnej znajduje się również narząd mięśniowy, istotny w formowaniu i przesuwaniu kęsów pokarmu, czyli język (*lingua*). Tworzą go dwie części: ruchomy trzon języka (*corpus linguae*), zakończony końcem języka (*apex linguae*) oraz przytwierdzony, położony głęboko korzeń języka (*radix linguae*). Granicę między trzonem a nasadą tworzy bruzda krańcowa (*sulcus terminalis*), przyjmująca kształt litery V, której szczyt stanowi zagłębienie – otwór ślepy (*foramen caecum*). Grzbiet języka pokrywają brodawki (*papillae linguales*) nitkowate i grzybowate w części przedniej, okolone wzdłuż bruzdy krańcowej i liściaste na stronach bocznych. W brodawkach znajdują się kubki smakowe. Pozwalają one na rozróżnienie pięciu smaków: słodkiego, słonego, kwaśnego, gorzkiego i umami. Zrąb języka stanowią mięśnie własne języka, których włókna ułożone są w trzech płaszczyznach: poprzecznej, pionowej i podłużnej. Za ruchy języka w przestrzeni jamy ustnej odpowiadają mięśnie prążkowane: bródkowo-językowy (*m. genioglossus*), rylcowo-językowy (*m. styloglossus*) i gnykowo-językowy (*m. hypoglossus*). Do jamy ustnej otwierają się ujścia parzystych gruczołów ślinowych dużych i małych. Do dużych gruczołów (ślinianek) zalicza się: śliniankę przyuszną (*glandula parotidea*), śliniankę podżuchwową (*glandula submandibularis*) i śliniankę podjęzykową (*glandula sublingualis*). Ślinianka przyuszną jest największą spośród wszystkich ślinianek. Jej przewód wyprowadzający ma długość ok. 4–5 cm i uchodzi w brodawce przyusznicy na wysokości górnego drugiego zęba trzonowego, przebijając uprzednio ciało tłuszczowe policzka i mięsień policzkowy. Do małych gruczołów należą: gruczoły wargowe (*glandulae labiales*), policzkowe (*glandulae buccales*), podniebienne (*glandulae palatinae*) i językowe (*glandulae linguales*). Gruczoły ślinowe odpowiedzialne są za produkcję śliny (*saliva*). U człowieka, w zależności od potrzeb, produkcja ta może wynosić 1–1,5 l na dobę. Ślina w 99,5% składa się z wody, a ponadto z białek i soli mineralnych. Zawiera również enzym – amylazę ślinową (ptialinę), która w środowisku jamy ustnej rozkłada skrobię do dekstryny i maltozy.

W jamie ustnej pokarm zostaje rozdrobniony i zmiażdżony za pomocą zębów, a kęs uformowany i zmieszany ze śliną jest oceniany pod względem smaku. Przeprowadzony jest także wstępny rozkład węglowodanów. Tak przygotowany kęs pokarmowy jest przepchnięty przez cieśń gardzieli do gardła, a następnie do przełyku. Odruch połykania jest zależny od woli człowieka.

Gardło (*pharynx*)

Gardło, z wyjątkiem jego części nosowej, stanowi wspólną część dwóch układów: pokarmowego i oddechowego. Jego budowa opisana została w rozdziale dotyczącym układu oddechowego.

Przełyk (*esophagus*)

Przełyk jest najwęższą częścią przewodu pokarmowego, o długości 25–30 cm. Wyróżniamy w nim trzy części: szyjną (*pars cervicalis*) biegnącą za tchawicą, piersiową (*pars thoracica*) położoną w tylnej części śródpiersia za lewym oskrzelem i workiem osierdziowym oraz krótką część brzuszną (*pars abdominalis*) dochodzącą do wpustu żołądka. Granicę między częścią piersiową a brzuszną stanowi przepona (*diaphragma*). Przełyk w trzech miejscach ma fizjologiczne przewężenia: w miejscu przejścia z gardła (tzw. usta przełyku), przy mijaniu się z oskrzelem głównym lewym oraz w przejściu przez przeponę. Przepona stanowi swoisty zwieracz dla przełyku, dzięki któremu przełyk otwiera się tylko w momencie przesuwania treści pokarmowej w kierunku żołądka. Za pomocą skurczów mięśniówki tworzącej jedną z trzech warstw przełyku kęs pokarmowy jest przesuwany do żołądka. Najbardziej wewnętrzną warstwę przełyku stanowi błona śluzowa, która układa się w podłużne pasma.

Żołądek (*ventriculus/ gaster*)

Położony jest w lewym podżebrzu oraz nadbrzuszu. Kształt żołądka jest zmienny i zależy od wielu czynników, m.in. od stopnia wypełnienia treścią, przyjętej pozycji ciała, płci oraz poziomu napięcia warstwy mięśniowej. Przyżyciowo w pozycji stojącej ma postać haka, położony jest pionowo, a w pozycji leżącej układa się poprzecznie. U kobiet żołądek jest silniej wydłużony, układa się bardziej pionowo i niżej niż u mężczyzn.

Żołądek ma dwie ściany: przednią (*paries anterior*) i tylną (*paries posterior*), które łączą się poprzez dwie krzywizny: położoną na prawo wklęsłą krzywiznę mniejszą (*curvatura minor*) i położoną na lewo, silnie wypukłą krzywiznę większą (*curvatura major*). Miejsce ujścia przełyku do żołądka zwane jest wpustem żołądka (*cardia*). Po lewej stronie wpustu znajduje się dno żołądka (*fundus ventriculus*), czyli najwyżej położona część żołądka, skierowana wypukłością do przepony. W dnie znajduje się banieczka powietrza, utrzymująca tę część żołądka w stałym położeniu. Dno przedłuża się w trzon żołądka (*corpus ventriculi*), który ku dołowi zagina się na prawo, a następnie ku górze przechodząc w część odźwiernikową (*pars pylorica*), kończącą się przejściem w dwunastnicę i zamkniętą odźwiernikiem (*pylorus*). Jest on ograniczony nagromadzonymi włóknami mięśni okrężnych tworzących mięsień zwany zwieraczem odźwiernika (*musculus sphincter pylori*). W warstwie środkowej (mięśniowej) ściany żołądka, oprócz włókien o przebiegu okrężnym, występują włókna podłużne (powierzchniowo, głównie na krzywiznach) oraz włókna skośne (położone głęboko, w obrębie dna i trzonu). Dzięki takiemu ułożeniu włókien możliwe jest utrzymanie perystoliki żołądka (utrzymanie w napięciu treści pokarmowej celem wymieszania z sokiem żołądkowym) oraz jego perystaltyki głównie w części odźwiernikowej.

Najbardziej wewnętrzną warstwą żołądka jest błona śluzowa cechująca się obfitą rzeźbą. Tworzą ją przede wszystkim wysokie fałdy żołądkowe (*plicae gastricae*), przebiegające po przedniej i tylnej ścianie żołądka (w liczbie 8–10), położone na nich i pomiędzy nimi pólka żołądkowe (*areae gastricae*) i drobne fałdy kosmkowe (*plicae villosae*).

W błonie śluzowej ściany żołądka występują dwa rodzaje gruczołów: gruczoły żołądkowe właściwe (*glandulae ventriculae propriae*) i gruczoły odźwiernikowe (*glandulae pyloricae*). Pierwsze z nich zgromadzone są w okolicy trzonu i dna żołądka, produkują kwas solny i pepsynogen. Drugie, umiejscowione w części odźwiernikowej, produkują śluz i gastrynę. Produkty obu rodzajów gruczołów tworzą sok żołądkowy (*succus gastricus*).

Sok żołądkowy jest jasnym, bezbarwnym płynem, o odczynie $\text{pH} = 1$, zawierającym HCl o stężeniu 0,4–0,5%, sole mineralne i białko, a także trzy rodzaje enzymów. Pokarm docierający do żołądka dzięki jego skurczom miesza się z sokiem żołądkowym i przekształca w miazgę pokarmową (*chymus*). Miazga jest poddawana procesowi trawienia z udziałem enzymów. Pepsyna pod wpływem kwasu solnego powstaje z pepsynogenu produkowanego przez gruczoły główne, powodując rozkład hydrolityczny białek i peptonów. Chymozyna rozkłada białko mleka – kazeinę do parakazeiny, która przy udziale jonów wapniowych tworzy tzw. sernik, rozkładany następnie przez pepsynę i trypsynę (enzym znajdujący się w dwunastnicy) do białka prostego. Lipaza żołądkowa rozkłada tłuszcze zemulgowane (czyli np. tłuszcze śmietany, jaj i mleka).

Wydzielanie soku żołądkowego jest regulowane przez bodźce nerwowe. Powstają one nawet na widok lub zapach pokarmu. Za wydzielanie soków trawiennych w żołądku odpowiedzialny jest nerw błędny (*nervus vagus*).

Pojemność żołądka wynosi średnio 1–2 l. Przełknięte pożywienie w zależności od składu i obfitości posiłku znajduje się w nim od 1 do 7 godzin. Najpierw trawiony jest pokarm, który po przełknięciu znajduje się przy ścianach żołądka, po czym przesuwany zostaje do dwunastnicy. Płyny przechodzą przez żołądek bez zatrzymywania się. Ściany pustego żołądka nie zapadają się ze względu na obecność powietrza, które w miarę jego wypełniania jest stopniowo usuwane. Błona śluzowa żołądka, mimo wykształconej potrójnej bariery w postaci śluzu, nabłonka i warstwy podnabłonkowej, narażona jest na działanie czynników drażniących lub uszkodzających (pokarmy, wysokie i niskie temperatury, bakterie, kwasy, leki). Dzięki śluzowi możliwe jest aż czterokrotne zwalnianie przenikania jonów wodorowych w kierunku błony śluzowej oraz zubożenie tych jonów. W sytuacji zaburzenia równowagi w żołądku dochodzi do zwrotnego przenikania jonów wodorowych, wskutek czego wytwarzają się wrzody żołądka.

Jelito cienkie (*intestinum tenue*)

Jelito cienkie jest kolejnym, za żołądkiem, odcinkiem drogi pokarmowej. Jego koniec znajduje się w ujściu do przyśrodkowej ściany jelita grubego, położonym w prawym dole biodrowym. Oba końce jelita cienkiego zamknięte są: zastawką odźwiernika i zastawką krętniczko-kątniczą. Długość jelita cienkiego dochodzi średnio do 4–5 m (bez zagrożenia życia można usunąć ok. 3 m jelita). Dzieli się ono na trzy odcinki o różnej długości: ok. 4% – dwunastnica (*duodenum*), ok. 34% – jelito czcze (*jejunum*) oraz ok. 60% – jelito kręte (*ileum*). W jelicie cienkim ma miejsce dalszy proces trawienia, a przede wszystkim poddanie miazgi pokarmowej działaniu enzymów, wchłanianie przez nabłonek prostych składników pokarmowych oraz przesuwanie pozostałej treści. Błona śluzowa wyścielająca wnętrze jelita cienkiego jest silnie pofałdowana i tworzy skierowane do światła jelita fałdy okrężne (*plicae circulares*) oraz kilka milionów kosmków jelitowych (*villi intestinales*). Długość kosmków waha się od 0,5 do 1,5 mm. Pokryte są jednowarstwowym, półprzepuszczalnym nabłonkiem, a do ich wnętrza wnikają naczynia włosowate i limfatyczne. Zanurzone w mleczku pokarmowym kosmki umożliwiają wchłanianie prostych składników pokarmowych. Dzięki kosmkom powierzchnia chłonna jelita jest bardzo duża.

Dwunastnica (*duodenum*) ma kształt podkowy o długości ok. 25–30 cm, wypukłością skierowanej na prawą stronę. Jest jedynym odcinkiem jelita cienkiego położonym zewnątrzotrzewnowo, zatem jedyną częścią jelita cienkiego, która nie ma krezki jelitowej, przytwierdzoną do tylnej ściany jamy brzusznej. Dwunastnicę dzielimy na cztery części: górną, zwaną opuszką dwunastnicy (*bulbus duodeni*), zstępującą, poziomą (dolną) i wstępującą. Do części zstępującej otwierają się przewody wątroby i trzustki, a miejsce w którym uchodzą, nazywa się brodawką większą dwunastnicy (*papilla duodeni major*). Dwunastnica kończy się na wysokości kręgu L2 ostrym zgięciem dwunastniczo-czczym (*flexura duodenojejunalis*), przechodząc w jelito czcze.

Jelito czcze (*intestinum jejunum*) wraz z jelitem krętym (*intestinum ileum*) są zwane również jelitem krezkowym, ponieważ umocowane są do tylnej ściany jamy brzusznej za pomocą krezki (*mesenterium*), czyli podwójnego fałdu otrzewnej ścienniej. Korzeń krezki (*radix mesenterii*) stanowiący jej część przytwierdzoną jest krótki (ok. 15 cm), natomiast wolny brzeg, łączący się z jelitem na całej jego długości jest mocno pofałdowany i nadaje jelitu postać pętli. W krezce występują naczynia krwionośne, chłonne i nerwy, a także pewna ilość tkanki tłuszczowej.

Jelito czcze przechodzi w jelito kręte bez wyraźnej granicy, jest jednak grubsze, lepiej unaczynione oraz ma lepiej rozwinięte fałdy okrężne, występujące w całym jelicie cienkim, zwiększające jego powierzchnię chłonną. Kosmki w jelicie czczym są krótsze i grubsze niż w jelicie krętym. Przyjmuje się, że 2/5 górnego jelita cienkiego stanowi jelito czcze, a 3/5 dolne jelito kręte. Jelito czcze zajmuje lewą część jamy brzusznej, poniżej żołądka, a jelito kręte prawą część, kończąc się w dole biodrowym wejściem do jelita grubego, zwanym ujściem krętniczko-kątnicznym (*ostium ileocecale*). Ujście zamyka zastawka krętniczko-kątnicza (*valva ileocecalis*), zapobiegająca cofaniu się treści pokarmowej z jelita grubego do jelita cienkiego.

Ruchy perystaltyczne jelita powodują przesuwanie się pokarmu w kierunku jelita grubego, ułatwiają jego mieszanie z sokami trawiennymi i umożliwiają kontakt całej treści pokarmowej z kosmkami jelitowymi, co usprawnia wchłanianie. W jelicie cienkim zachodzą trzy rodzaje ruchów błony mięśniowej:

- ruchy wahadłowe, czyli naprzemienne skracanie i wydłużanie poszczególnych odcinków wywołane przez warstwę włókien podłużnych;
- ruchy segmentacyjne (odcinkowe), w których pierścieniowate przewężenia dzielą jelito na segment, po czym zanikają; wywołane warstwą okrężną;
- ruchy robaczkowe, przesuujące pokarm w kierunku jelita grubego, a następnie odbytu pod wpływem współpracy obu warstw mięśniowych.

Ruchy mięśniówki jelita są regulowane przez nerw błędny i nerw współczulny, a ponadto pobudzane przez pokarm i wydzielanie soków trawiennych.

Chemiczne trawienie w jelicie cienkim związane jest z wydzielinami wątroby (*hepar*) i trzustki (*pancreas*), dwóch wielkich gruczołów trawiennych, otwierających przewody (*ductus choledochus et ductus pancreaticus major et minor*) do dwu-

nastnicy, a także z produkowanym przez gruczoły w jelicie czczym sokiem jelitowym (*succus intestinalis*). Rezultatem tych procesów chemicznych jest rozłożenie znajdujących się w wychodzącej z żołądka miazdze pokarmowej białek, węglowodanów i tłuszczów do prostych składników, które mogą być wchłaniane przez kosmki jelitowe do naczyń krwionośnych i limfatycznych.

Jelito grube (*intestinum crassum*)

Stanowi ostatni odcinek przewodu pokarmowego, pomiędzy ujściem krętniczno-kątniczym a odbytem (*anus*). Treść w jelicie grubym pozbawiona jest składników pokarmowych. Resztki pokarmu ulegają procesom gnilnym, wchłaniana jest woda, wydzielany obficie śluz, a treść jelitowa ulega zagęszczeniu, wskutek czego formowane są masy kałowe. W jelicie grubym występuje obfita flora bakteryjna (z przewagą *Escherichia coli*), która wspomaga wchłanianie i rozkład niestrawionych resztek.

Długość jelita grubego waha się od 120 do 150 cm, a grubość wynosi od 5 do 8 cm (choć puste i zupełnie skurczone może być cieńsze od jelita cienkiego). Jelito grube dzielimy na cztery części: jelito ślepe (*cecum*), wyrostek robaczkowy (*appendix vermiformis*), okrężnicę (*colon*) i odbytnicę (*rectum*).

Jelito ślepe położone jest poniżej ujścia jelita cienkiego, w prawym dole biodrowym. Jego długość wynosi około 7–8 cm. W górnej granicy lewej ściany znajduje się ujście jelita krętego, a poniżej niego wyrostek robaczkowy. W ujściu krętniczno-kątniczym znajduje się zastawka krętniczno-kątnicza (*valva ileocecalis*), która okresowo przepuszcza treść jelita cienkiego i jednocześnie zapobiega cofaniu się treści z jelita grubego.

Wyrostek robaczkowy stanowi zwężoną część jelita ślepego i w rzucie na przednią ścianę brzucha odpowiada punktowi McBurneya (w 1/3 odległości między przednim górnym prawym kolcem kości biodrowej a pępkiem). Jego długość wynosi średnio 8–9 cm, ale jednocześnie jest zmienna (od 0,5 do nawet 33 cm). Wyrostek nie pełni u człowieka funkcji trawiennych. Zaopatrzony jest w obfitą tkankę limfatyczną i silną warstwę mięśniową (mówi się o nim „migdałek jelitowy”).

Okrężnica to najdłuższa część jelita grubego. Wyodrębniamy w niej cztery części: okrężnicę wstępującą (*colon ascendens*), okrężnicę poprzeczną (*colon transversum*), okrężnicę zstępującą (*colon descendens*) i okrężnicę esowatą (*colon sigmoideum*), zwaną również esicą. Części te charakteryzuje zmienny stosunek do otrzewnej: okrężnica wstępująca i zstępująca położone są zewnątrzotrzewnowo, a okrężnica poprzeczna i esica wewnątrzotrzewnowo. Okrężnicę wyróżnia kilka cech, które są typowe tylko dla tego fragmentu jelita. Są to: taśmy (*teniae coli*), wypuklenia (*haustra coli*), fałdy półksiężycowate (*plicae semilunares*) oraz przyczepki sieciowe (*appendices epiploicae*). Taśmy to trzy podłużne pasma utworzone przez warstwę podłużną błony mięśniowej, które ciągną się od wyrostka robaczkowego aż do odbytnicy. Są one krótsze niż sama okrężnica, wskutek czego okrężnica fałduje się. Powstają na niej naprzemiennie wcięcia i wypuklenia. Wcięciom od wewnątrz odpowiadają fałdy półksiężycowate. Gdy napięcie mięśniówki podłużnej jest silne, fałdy wypuklone są nadmiernie do światła jelita, co może prowadzić do jego niedrożności, a tym samym zaparc i wzdęć. Przyczepki sieciowe to zrazikowate wypustki błony surowiczej, które w mniejszym lub większym stopniu wypełnia tkanka tłuszczowa. U osób bardzo otyłych mogą mieć wielkość orzecha włoskiego. Ich funkcją jest zmniejszenie tarcia pomiędzy kolejnymi wypukleniami okrężnicy.

Okrężnica wstępująca i zstępująca są morfologicznie najmniej zróżnicowane. Okrężnica poprzeczna ma zmienną długość: od 30 do 85 cm. Może przebiegać poprzecznie albo zstępować aż do okolicy pępka lub spojenia łonowego. Jej ruchomość uzależniona jest od długości krezki, która przebiega wzdłuż przedniego brzegu trzustki. Ten odcinek okrężnicy przechodzi zgięciem śledzionowym w okrężnicę zstępującą. Zgięcie to jest miejscem, gdzie odrywa się słup kału. Okrężnica esowata ma swój początek na wysokości lewego grzebienia biodrowego, po czym zatacza podwójną pętlę na kształt poziomo położonej litery S. Jej długość jej waha się od 15 do nawet 90 cm, na wysokości kręgow S2/S3 przechodzi w odbytnicę.

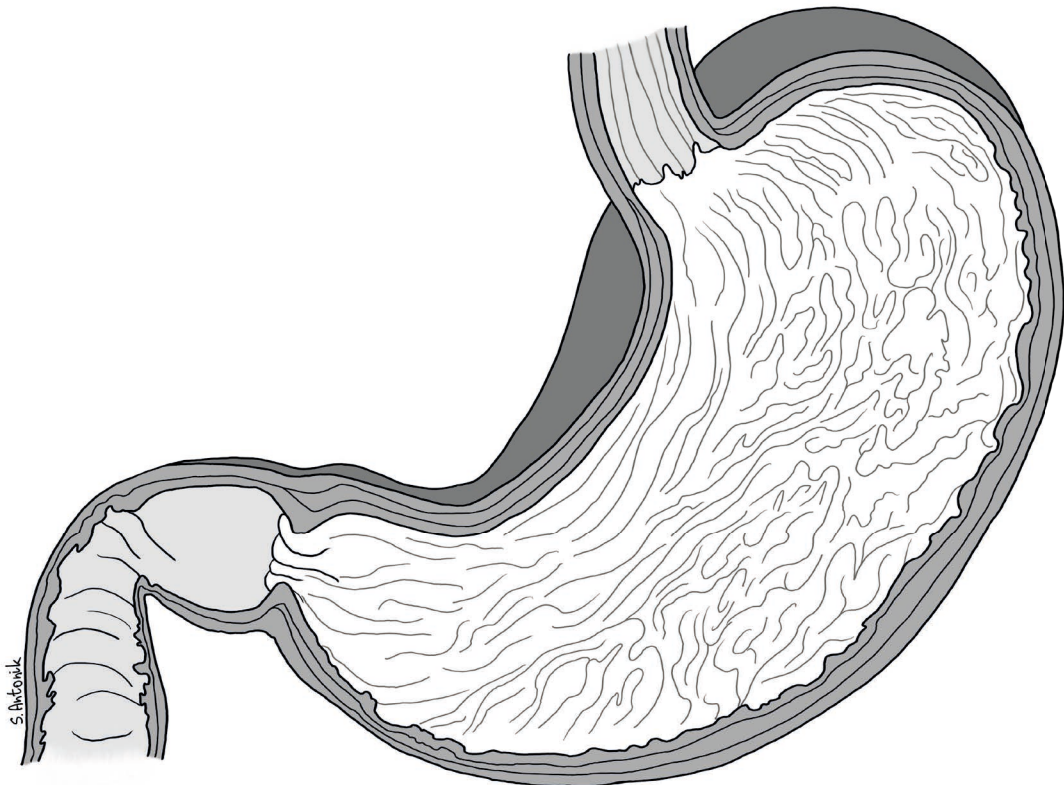
Odbytnica rozpoczyna się na poziomie kręgow S2/S3, a kończy odbytem (*anus*). Nie ma uwypukleń ani innych cech charakterystycznych dla okrężnicy. Jej łacińska nazwa *rectum* dosłownie oznacza „prostnicę”, co tłumaczy jej makroskopowy wygląd. Wyróżniamy w niej dwie części: miedniczną (*pars pelvina*), która mieści się w miednicy mniejszej, oraz odbytową (*pars analis*), zwaną inaczej kanałem odbytu (*canalis analis*). Granicę między obu częściami stanowi miejsce przebiecia przez odbytnicę mięśnia dźwigacza odbytu (*musculus levator ani*). Część miedniczna, zwana również bańką odbytnicy, przebiega wzdłuż przedniej powierzchni kości krzyżowej i guzicznej, następnie zagina się pod kątem 60° i przechodzi w część odbytową. Ta kieruje się ku dołowi i tyłowi, tworząc zgięcie kroczone. Kanał odbytu jest odcinkiem o długości zaledwie 3 cm, ma rozciągliwe ściany i u osób zdrowych nie powinien zawierać kału.

Ściana odbytnicy jest trójwarstwowa. Na zewnątrz znajdują się błona zewnętrzna, częściowo utworzona przez otrzewną, wewnątrz silna błona mięśniowa, a w środku błona śluzowa. Włókna podłużne błony mięśniowej rozmieszczone są równomiernie i stopniowo łączą się z mięśniem dźwigaczem odbytu. Włókna okrężne natomiast słabe w górnej części, silnie rozwijają się w dolnej, gdzie wytwarzają pierścień mięśniowy (ok. 2,5 cm), zwany mięśniem zwieraczem wewnętrznym odbytu (*musculus sphincter ani internus*). Kanał odbytu ponadto z zewnątrz otaczają włókna mięśnia zwieracza zewnętrznego (*musculus sphincter ani externus*). Oba zwieracze dzięki napięciu zamykają odbyt oraz przeciwdziałają parciu na stolec. Błona śluzowa w części miedniczej wytwarza stałe fałdy o przebiegu poprzecznym, a w części odbytowej fałdy podłużne, zwane słupami odbytu. Fałdy poprzeczne (*plicae transversales recti*) to trzy sierpowate wypukłości, które nie zanikają w trakcie rozszerzania odbytnicy. Błona śluzowa części odbytowej dzieli się na 3 pasy: górny pas słupów odbytu (*zona columnaris*), środkowy pas splotu odbytniczego (*zona hemorrhoidalis*) i dolny pas skórny (*zona cutanea*). Słupy odbytu (*columnae anales*) to 5–10 fałdów, o wysokości 2 cm znajdujących się w kanale odbytu. Dolnymi końcami łączą się ze słupem sąsiednim, tworząc zastawki odbytu (*valvulae anales*). W słupach znajdują się bogate sploty żyłne. Pas skórny stopniowo przechodzi w skórę pośladków. Tworzy go rogowacający nabłonek, zawierający barwnik skórny.

Otrzewna (*peritoneum*)

Jest to największa błona surowicza ustroju. Występuje w postaci worka, którego jedna część wyściela od wewnątrz ściany jamy brzusznej i jamy miednicy, a druga część pokrywa zawarte w nich narządy. Pierwszą nazywamy otrzewną ścienną (*peritoneum parietale*), a drugą otrzewną trzewną (*peritoneum viscerale*). Pomiedzy częściami znajduje się potencjalna przestrzeń, czyli jama otrzewnowa (*cavitas peritonealis*). Mowa tu o przestrzeni potencjalnej, gdyż narządy w jamie brzusznej i jamie miednicy są ściśle upakowane i przylegają do ich ścian. Jama otrzewnowa wypełniona jest niewielką ilością płynu surowiczego, dzięki któremu narządy są zwilżone i przemieszczają się względem siebie, unikając tarcia i tym samym uszkodzeń. U mężczyzn jama otrzewnowa jest zamknięta, natomiast u kobiet z uwagi na otwarte do jamy otrzewnej jajowody istnieje potencjalna łączność jamy otrzewnej ze środowiskiem zewnętrznym. Przejście otrzewnej ściennej w otrzewną trzewną nazywamy krezką (*mesenterium*). Jest to podwójna blaszka otrzewnej, która biegnie od grzbietowej i brzusznej ściany tułowia. Dzięki krezce możliwe jest umocowanie trzewi. Między jej obiema blaszkami przebiegają naczynia i nerwy otoczone tkanką tłuszczową. Miejsce, w którym krezka przyczepia się do tylnej ściany brzucha, to korzeń krezki (*radix mesenterii*). Odcinki krezki, przebiegające między sąsiadującymi narządami, nazywamy więzadłami.

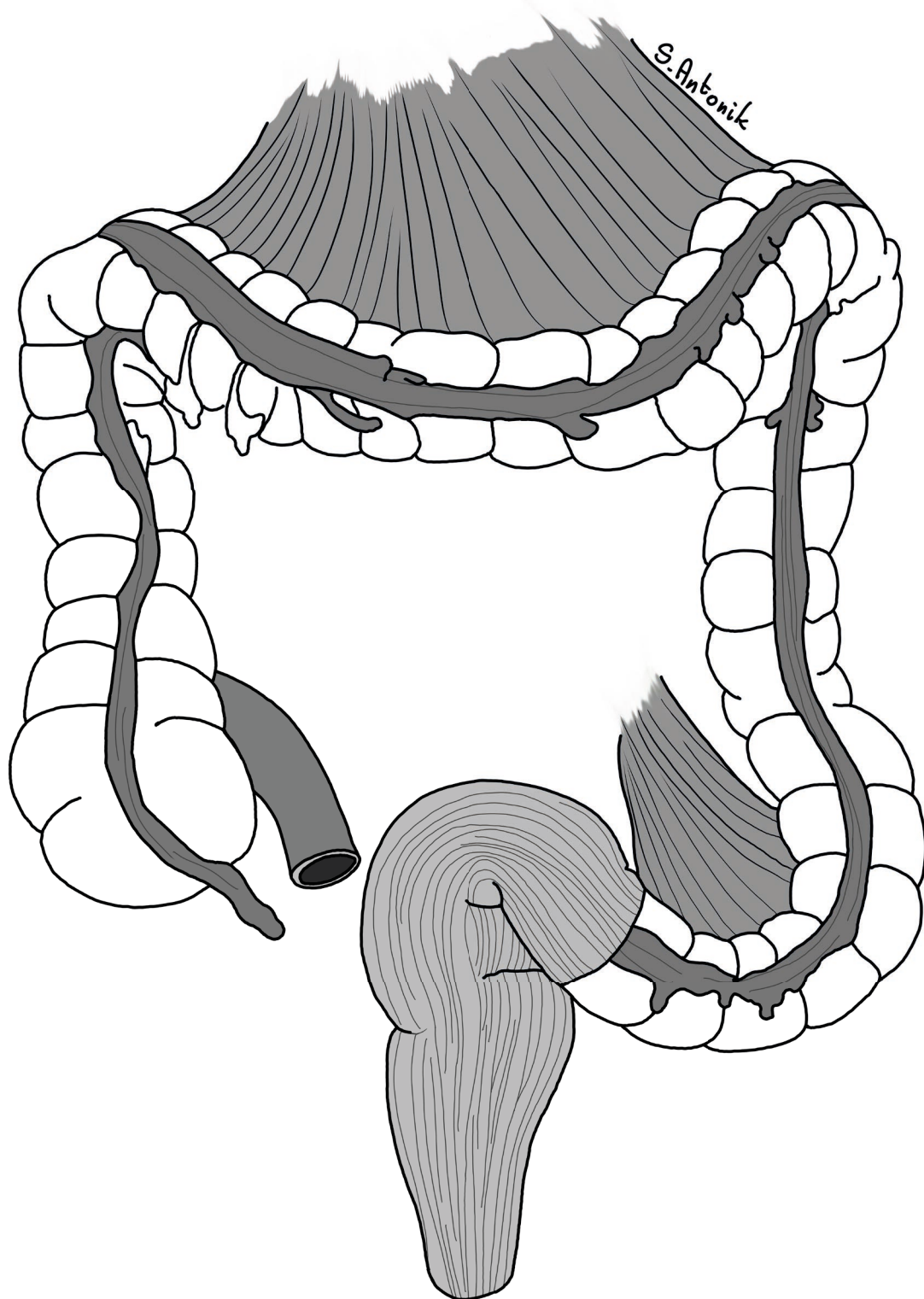
Krezkę, która biegnie z tylnej ściany jamy brzusznej, nazywamy krezką grzbietową (zaliczamy do niej krezkę jelita cienkiego i krezkę okrężnicy poprzecznej). Krezka przebiegająca z przedniej ściany brzucha to krezka brzuszna (występuje jedynie powyżej pępka). Jeśli narząd pokryty jest w całości otrzewną, ma krezkę, na której jest umocowany i w związku z tym jest ruchomy, co oznacza, że jest położony wewnątrzotrzewnowo. Jeśli natomiast otrzewna pokrywa tylko przednią część narządu (np. nerki, trzustkę, dwunastnicę) lub część jego obwodu (np. okrężnicę wstępującą), oznacza to, że jest położony zewnątrzotrzewnowo lub zaotrzewnowo. Narząd ten wówczas jest nieruchomy.



Ryc. 17. Żołądek



Ryc. 18. Dwunastnica i trzustka



Ryc. 19. Jelito grube

Tabela 14. Żołądek

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Krzywizna mniejsza	
Krzywizna większa	
Wpust żołądka	
Dno żołądka	
Trzon żołądka	
Fałdy żołądkowe	
Odźwiernik	

Tabela 15. Dwunastnica i trzustka

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Opuszka dwunastnicy	
Część zstępująca dwunastnicy	
Część pozioma dwunastnicy	
Część wstępująca dwunastnicy	
Brodawka większa dwunastnicy	
Zgięcie dwunastniczo-czcze	
Głowa trzustki	
Trzon trzustki	
Ogon trzustki	
Szyjka trzustki	
Przewód trzustkowy	
Przewód trzustkowy dodatkowy	

Tabela 16. Jelito grube

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Jelito ślepe	
Wyrostek robaczkowy	
Okrężnica wstępująca	
Okrężnica poprzeczna	
Okrężnica zstępująca	
Okrężnica esowata	
Taśma okrężnicy	
Wypuklenia	
Przyczepki sieciowe	
Odbytnica	
Kanał odbytu	

Układ pokarmowy – gruczoły

Przewód pokarmowy funkcjonuje z pomocą gruczołów dwunastniczych, gruczołów jelitowych i komórek kubkowych. Nie są to jedyne gruczoły, dzięki którym funkcjonowanie układu trawiennego jest możliwe. Dwa największe w organizmie człowieka gruczoły, takie jak wątroba i trzustka, wydzielając swe produkty do jelita, umożliwiają przeprowadzanie istotnych procesów związanych z trawieniem.

Wątroba (*hepar*)

Jest jednocześnie największym narządem jamy brzusznej i największym gruczołem organizmu ludzkiego, położonym w górnej części jamy brzusznej. Przeważająca część wątroby znajduje się w okolicy podżebrowej prawej i w nadbrzuszu, a mniejsza część wypełnia ok. połowy okolicy podżebrowej lewej. Od góry wątrobę kopulasto pokrywa przepona. Wątroba ma zabarwienie brunatnoczerwone, spoistą budowę, ale stosunkowo niewielką sprężystość. Mimo zwartej budowy jest dość plastyczna i ulega odkształceniom pod wpływem sąsiadujących narządów, które tworzą na jej powierzchni tzw. wyciski. Kształt wątroby utrwalonej przypomina skośnie ścięte jajo – grube po stronie prawej, a coraz cieńsze w stronę lewą. Wskutek ujemnego ciśnienia pod przeponą wątroba jest zasysana do przepony i dostosowuje się do niej pod względem położenia i kształtu. Uznaje się, że przepona również częściowo „wyciska” krew z wątroby, aby mogła wrócić do serca. Funkcje wątroby są złożone. Zaliczamy do nich zarówno wydzielanie dokrewne, umożliwiające przemianę materii i energii ustroju, a także wydzielanie zewnętrzne polegające na wytwarzaniu żółci.

Żyła wrotna dostarcza do wątroby krew zawierającą wchłonięte produkty trawienia jelitowego – głównie cukry proste i aminokwasy, które wątroba przekształca i magazynuje. Ponadto odpowiada za syntezę protrombiny, fibrynogenu i białek surowicy krwi, zdolna jest również do wytwarzania czynnika przeciwanemicznego. Dzięki zdolności wytwarzania przez komórki wątroby kwasu glukuronowego z glukozy wątroba pełni również funkcję odtruwającą. Komórki żerne obecne w wątrobie zdolne są do wytwarzania barwników żółciowych. Powstają na bazie dostarczanych ze śledziony produktów rozkładu hemoglobiny uwalnianej z rozpadających się erytrocytów. Wątroba ponadto zdolna jest do wytwarzania mocznika, co ma ogromne znaczenie w azotowej przemianie materii, oraz do magazynowania i rozkładu niektórych hormonów.

Powierzchnie wątroby

Wyróżniamy dwie powierzchnie wątroby: trzewną (*facies visceralis*), zwróconą ku dołowi i tyłowi, oraz przeponową (*facies diaphragmatica*) – wypukłą, skierowaną ku górze i do przodu. Obie powierzchnie łączą z przodu i dołu zaostroszony brzeg dolny (*margo inferior*). U góry i z tyłu powierzchnie łączą się za pośrednictwem części tylnej, której nie pokrywa otrzewna, ponieważ obszar ten niejako przyrasta do przepony. Z uwagi na brak pokrycia otrzewną tej części wątroby nazywa się ją polem nagim (*area nuda*).

Powierzchnia przeponowa podzielona jest wyraźnie więzadłem sierpowatym (*ligamentum falciforme hepatis*) na płat prawy (*lobus dexter*) i płat lewy (*lobus sinister*), który stanowi 1/5 całej wątroby. Na tej powierzchni wątroby po obu stronach linii pośrodkowej znajduje się wycisk sercowy (*impressio cardiaca*), czyli miejsce, w którym za pośrednictwem przepony spoczywa serce. W tylnej części powierzchni przeponowej znajduje się bruzda żyły głównej dolnej (*sulcus venae cavae*), od której bocznie utworzony jest wycisk nadnerczowy.

Powierzchnia trzewna z reguły jest płaska i nierówna. Znajdują się na niej dwie strzałkowo biegnące bruzdy połączone krótką bruzdą poprzeczną, układające się na kształt litery H. Z przodu od bruzdy poprzecznej położony jest płat

czworoboczny (*lobus quadratus*), a ku tyłowi płat ogoniasty (*lobus caudatus*). Bruzda strzałkowa lewa w przedniej części zawiera więzadło obłe wątroby (*liamentum teres hepatis*), a w tylnej więzadło żylne (*ligamentum venosum*). Więzadło obłe jest pozostałością zarodkowej żyły pępkowej, a więzadło żylne to pozostałość przewodu żylnego, który w rozwoju płodowym odprowadza krew żyły pępkowej do żyły głównej dolnej. Bruzda strzałkowa prawa w przedniej części zawiera pęcherzyk żółciowy (*vesica fellea*), a w tylnej żyłę główną dolną (*vena cava inferior*). Do żyły tej w bruzdzie uchodzą 2–3 żyły wątrobowe, stanowiące odpływy żylne wątroby. Wrota wątroby (*porta hepatis*), czyli poprzeczne ramię litery H, nie są pokryte otrzewną. W tym miejscu do wątroby uchodzą: żyła wrotna (*vena portae*), tętnica wątrobowa właściwa (*arteria hepatis propria*) i splot nerwowy, a opuszczają ją: przewód wątrobowy wspólny (*ductus hepaticus communis*) i część naczyń limfatycznych. Żyłą wrotną do wątroby transportowane są z jelita węglowodany, aminokwasy i część strawionych trójglicerydów. Ponadto transportuje ona produkty przemiany materii oraz hormony z trzustki i śledziony. Przewód wątrobowy wspólny odprowadza żółć z wątroby. Powstaje z połączenia dwóch przewodów wątrobowych: prawego i lewego. Przewód wątrobowy prawy (*ductus hepaticus dexter*) odprowadza żółć z płata prawego i czworobocznego. Przewód wątrobowy lewy (*ductus hepaticus sinister*) odpowiada za transport żółci z płata lewego i ogoniastego. Tętnica wątrobowo właściwa dostarcza wątrobie ok. 25% krwi. Reszta krwi dociera do niej drogą żyły wrotnej. Charakterystyczny dla wątroby jest układ tych trzech przewodów, tzw. triada wątrobowa (*DVA – ductus-vena-arteria*). Najbardziej z przodu i na prawo położony jest przewód wątrobowy wspólny, ku tyłowi i na lewo znajduje się tętnica wątrobowo właściwa, a na prawo od niej, nieco ku tyłowi – żyła wrotna. Drobniejsze odgałęzienia tych przewodów również przebiegają razem w przestrzeniach pomiędzy najmniejszymi strukturami budującymi wątrobę. Cała wątroba pokryta jest cienką, przezroczystą błoną włóknistą oraz otrzewną (z wyjątkiem np. pola nagiego).

Budowa mikroskopowa wątroby

Błona włóknista, która otacza wątrobę, zawiera komórki tuczne wydzielające heparynę. Wnikając w głąb miąższu wątroby, dzieli go na zraziki (*lobuli hepatis*) o kształcie graniastosłupów. Pomiedzy sąsiadującymi zrazikami przebiegają kolejne odgałęzienia tętnicy wątrobowej i żyły wrotnej, czyli tętnice i żyły międzyzrazikowe (*arteriae et venae interlobulares*). Gałązki tych żył wnikają do zrazików, przechodząc w naczynia włosowate typu zatokowego. Te z kolei przebiegają do centralnie w zraziku położonej żyły śródzrazikowej. Tętnice międzyzrazikowe odżywiają tkankę łączną w swoim otoczeniu oraz przewodziki żółciowe, po czym tak jak żyły wnikają do zrazika. Żyła śródzrazikowa uchodzi ku podstawie zrazika do żyły podzrazikowej, a kolejne żyły podzrazikowe łączą się w dwie żyły wątrobowe (*venae hepaticae*), uchodzące do żyły głównej dolnej. Komórki wątroby wbudowane są w tę gęstą sieć włosniczek. Między nimi przebiegają cienkie kanaliki żółciowe, które drobnymi odgałęzieniami wnikają między poszczególne komórki, tworząc wokół nich siateczkę. Na obwodzie zrazika siateczka ta uchodzi do przewodników międzyzrazikowych (*ductuli interlobulares*). Odprowadzają one żółć ze zrazików, przebiegając razem z tętnicą i żyłą międzyzrazikową (triada wątrobową). Dalej łączą się w większe przewodziki żółciowe (*ductuli biliferi*), a te przechodzą w przewód wątrobowy prawy i lewy, uchodząc we wnęce w przewód wątrobowy wspólny.

Drogi żółciowe

Stanowi je układ przewodów, odprowadzających do jelita żółć, czyli zewnętrzną wydzielinę wątroby. Drogi żółciowe wewnątrzwątrobowe opisane zostały w budowie mikroskopowej. Drogi żółciowe zewnątrzwątrobowe rozpoczynają się prawym i lewym przewodem wątrobowym (*ductus hepaticus dexter et sinister*) i we wnęce wątroby łączą się w przewód wątrobowy wspólny (*ductus hepaticus communis*). Przewód ten kieruje się ku dołowi i po krótkim przebiegu oddaje na prawo pod kątem prostym przewód pęcherzykowy (*ductus cysticus*). Na końcu przewodu pęcherzykowego uwypukla się

pęcherzyk żółciowy (*vesica biliaris*). Funkcja pęcherzyka sprowadza się do zbierania i magazynowania żółci w przerwach między okresami trawienia. Od miejsca odejścia przewodu pęcherzykowego przewód wątrobowy wspólny nazywa się już przewodem żółciowym wspólnym (*ductus choledochus*), który uchodzi do dwunastnicy.

Wytwarzanie żółci w wątrobie odbywa się bez przerwy. Jednak tylko w czasie przyjmowania większych posiłków żółć sphywa do jelita. W okresach między posiłkami niezbędny jest pęcherzyk żółciowy, w którym żółć jest magazynowana i zagęszczana. Pęcherzyk położony jest na trzewnej powierzchni wątroby między płatem prawym i czworobocznym. Ma kształt gruszki, zwężonej w górnym biegunie, gdzie przechodzi w przewód pęcherzykowy. Długość średnio wypełnionego pęcherzyka osiąga ok. 10 cm, a jego pojemność to maksymalnie 60 ml żółci. W sytuacjach zastoju żółci lub powstawania kamieni żółciowych ściany pęcherzyka mają zdolność do silnego rozciągania się. Wyróżnia się trzy części pęcherzyka: dno, trzon i szyjkę. Pęcherzyk sąsiaduje z okrężnicą, odźwiernikiem i dwunastnicą.

Żółć (*bilis, fel*)

Jest lepkiem, słabo zasadowym płynem o gorzkim smaku, który nadają kwasy żółciowe. Jej barwa pochodzi od m.in. bilirubiny, powstającej z rozpadających się erytrocytów. Żółć ma w sobie również śluz, cholesterol i lipidy oraz jony sodowe, potasowe, żelazo i fosforany. Żółć nie zawiera żadnych enzymów, mimo to pełni istotną rolę w trawieniu, która polega na emulgacji tłuszczów, co ułatwia działanie lipazie. Dzięki temu możliwe jest wchłanianie kwasów tłuszczowych. Wątroba wytwarza co najmniej 1500 ml żółci na dobę. Do jelita odpywa ona w dwóch postaciach – tzw. żółci wątrobowej (rzadka, jaśniejsza, bezpośrednio z wątroby do dwunastnicy) oraz żółci pęcherzykowej (zagęszczona, brunatna, z pęcherzyka żółciowego).

Trzustka (*pancreas*)

To drugi z gruczołów związanych z układem pokarmowym. Pod względem budowy wykazuje podobieństwo do ślinianek, dlatego czasami nazywana jest ślinianką brzuszną.

Jest gruczołem wydzielania zewnętrznego (sok trzustkowy – *succus pancreaticus*) i wewnętrznego (insulina i glukagon). Położona jest wtórnie zaotrzewnowo, poprzecznie w jamie brzusznej na wysokości kręgow L1/L2, z przodu od kręgosłupa i ku tyłowi od żołądka.

Trzustka jest narządem o nieregularnym kształcie. Wyróżniamy w niej trzy części (od prawej strony): głowę (*caput*), trzon (*corpus*) i ogon (*cauda*). Między głową a trzonem znajduje się niewielkie przewężenie, czyli szyjka. Głowa wpukla się w pętlę dwunastnicy i jest spłaszczona przednio-tylnie. Trzon ma trzy powierzchnie i trzy brzegi. Do brzegu przedniego przyczepia się krezka okrężnicy poprzecznej (*mesocolon transversum*). Ogon jest silnie zwężony i opiera się o śledzionę. Pod górnym brzegiem trzustki przebiega bruzda tętnicy śledzionowej, która w kierunku ogona coraz silniej przylega do tylnej ściany żołądka.

Trzustka ma dwa przewody, którymi odprowadzany jest sok trzustkowy do dwunastnicy. Są nimi przewód trzustkowy (*ductus pancreaticus*) i przewód trzustkowy dodatkowy (*ductus pancreaticus accessorius*). Pierwszy z nich rozpoczyna się w ogonie trzustki i powstaje z połączenia mniejszych przewodników. Przebiega następnie na prawo, równoległe, w kierunku głowy trzustki. Zbliży się do przewodu żółciowego wspólnego i razem z nim uchodzi do bańki wątrobowo-trzustkowej przed brodawką większą dwunastnicy. Przewód trzustkowy dodatkowy biegnie w głowie trzustki, z której zbiera sok i uchodzi na brodawkę mniejszej dwunastnicy, mieszczącej się ok. 2–3 cm powyżej brodawki większej. Ma on duże znaczenie, jeśli z różnych przyczyn zahamowaniu ulegnie transport soku trzustkowego przez przewód główny.

Wydzielanie trzustki

Większą część mięszu trzustki stanowi utkanie gruczołowe o wydzielaniu zewnętrznym (sok trzustkowy). Mniejsza część to mięsz o wydzielaniu wewnętrznym, złożony z tzw. wysp trzustkowych. Są one odpowiedzialne za wydzielanie insuliny i glukagonu. Łącznie trzustka zawiera około 2 mln takich wysp, które rozproszone są wśród gruczołów wydzielania zewnętrznego. Większość, bo ok. 80% wysp, stanowią komórki B, które w cytoplazmie zawierają ziarenka insuliny. Pozostałe 20% stanowią komórki A wytwarzające glukagon.

Zewnątrzwydzielnicza część trzustki wytwarza istotne w procesie trawienia enzymy: trypsynę (trawiącą białka), amylazę (odpowiedzialną za rozpad cukrów) oraz lipazę (rozkładającą tłuszcze na kwasy tłuszczowe i glicerol). Enzymy te wydzielane są przez komórki pęcherzyków w postaci nieaktywnej jako proenzymy, które ulegają aktywizacji dopiero w dwunastnicy.



Ryc. 20. Wątroba

Tabela 17. Wątroba

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Więzadło sierpowate	
Płat prawy	
Płat lewy	
Wycisk sercowy	
Bruzda żyły głównej dolnej	
Płat czworoboczny	
Płat ogoniasty	
Więzadło obłe	
Więzadło żylne	
Żyła główna dolna	
Wrota wątroby	
Żyła wrotna	
Tętnica wątrobowa właściwa	
Przewód pęcherzykowy	
Przewód żółciowy wspólny	

Układ moczowo-płciowy (*systema urogenitale*)

Narządy moczowe (*organa uropoetica*) oraz narządy płciowe (*organa genitalia*) powstają w rozwoju ontogenetycznym ze wspólnego zawiązka mezodermalnego. Dlatego też łączy się je w jeden układ moczowo-płciowy (*systema urogenitale*). Po ukończeniu rozwoju narządy są od siebie niemal zupełnie oddzielone. Jedynie zewnętrzne części płciowe są poniekąd wspólne dla obu części układu moczowo-płciowego (np. cewka moczowa u mężczyzn).

Narządy moczowe (*organa uropoetica*)

Do tworzących układ moczowy narządów należą parzyste narządy wytwarzające mocz, czyli nerki (*renes*), oraz system narządów odprowadzających takich jak moczowody (*ureteris*), pęcherz moczowy (*vesica urinaria*) i cewka moczowa (*urethra*), w zależności od płci: męska (*urethra masculina*) lub żeńska (*urethra feminina*).

Nerka (*ren*)

Nerka jest parzystym narządem o fasolowatym kształcie, o długości ok. 10–12 cm, szerokości 5–6 cm i grubości 3–4 cm. Jej masa wynosi od 120 do 200 g, czyniąc ją największym narządem przestrzeni zaotrzewnowej. Nerka lewa z reguły jest nieco dłuższa, grubsza i cięższa od prawej (prawdopodobnie ma to związek z hamowaniem wzrostu prawej nerki przez intensywnie rozwijającą się wątrobę). Prawa nerka jest położona nieco niżej niż lewa. Nerki położone są pozaotrzewnowo na tylnej ścianie jamy brzusznej po obu stronach kręgosłupa na wysokości od kręgu Th12 do L2. Na położenie nerek mają wpływ: pozycja ciała oraz faza oddechu.

Nerka ma dwie powierzchnie: przednią i tylną. Brzegiem wypukłym zwrócona jest bocznie, a brzegiem wklęsłym, zwanym wnęką nerkową (*hilum renale*), zwrócona jest w kierunku kręgosłupa. Do wnętrza każdej nerki, w miejscu wnęki, wnika tętnica nerkowa (*arteria renalis*), a wychodzą żyła nerkowa (*vena renalis*) i moczowód (*ureter*). Twory te nazywamy korzeniem nerki (*radix renis*). Wnęką nerki przechodzi w zatokę nerkową (*sinus renalis*), znajdującą się wewnątrz narządu i wypełnioną tkanką tłuszczową. Tkanka ta łączy się z torebką tłuszczową (*capsula adiposa*), w której nerka umieszczona jest razem z nadnerczem. Wraz z pniami naczyniowymi utrzymuje nerkę na właściwej pozycji. U osób skrajnie wychudzonych torebka może zanikać, wówczas nerka może tracić swe umocowanie i wpadać do miednicy mniejszej (tzw. nerka wędrująca – *ren mobilis*). Pod torebką tłuszczową występuje torebka włóknista (*capsula fibrosa*), na którą składają się błona mięśniowa i błona włóknista. Błona włóknista luźno otacza nerkę, natomiast znajdująca się pod nią błona mięśniowa mocno przylega do jej powierzchni. Barwa nerki za sprawą dużej ilości krwi, która przez nią przepływa, jest brunatnoczerwona. Aż 30% krwi jednego skurczu serca przepływa przez obie nerki. W konsystencji nerka jest narządem dość zbitym i łatwo daje się wyczuć przez powłoki brzucha. Jest przez to bardziej odporna na urazy niż śledziona czy wątroba. Dostęp operacyjny do nerki najczęściej prowadzi od tyłu, zaotrzewnowo, lub od przodu i bocznie.

Budowa wewnętrzna

Budowa nerki od zewnątrz wydaje się prosta, jednak wewnątrz jest dość skomplikowana i w przekroju podłużnym łatwo daje się wyróżnić dwie warstwy miąższu: zewnętrznie położoną korę (*cortex renis*) i wewnętrznie umiejscowiony rdzeń (*medulla renis*). Kora stanowi warstwę obwodową (o grubości 5–7 mm) oraz wnika w miąższ rdzenia jako słupy nerkowe (*columnae renales*). Słupy oddzielają piramidy nerkowe (*pyramides renales*) będące strukturami rdzenia (w przekroju mające kształt trój-

kątów), które podstawami zwrócone są do kory. Liczba piramid w nerce waha się od 10 do 20. Na szczytach piramid znajdują się uwypuklenia zwane brodawkami nerkowymi (*papillae renales*), które zwracają się w kierunku miedniczki nerkowej. Na szczytach tych brodawek występują drobne otwory brodawkowe (*foramina papillaria*), będące ujściami cewek nerkowych. Brodawki uchodzą po jednej lub dwie do światła ok. 10 kielichów mniejszych (*callix renalis minor*). Kielichy mniejsze uchodzą do 2–3 kielichów większych (*callix renalis major*), a te przedłużają się w szeroką miedniczkę nerkową (*pelvis renalis*) umiejscowioną we wnętrzu nerki. Miedniczka przechodzi następnie w moczowód (*ureter*).

Nerka zbudowana jest z kanalików nerkowych, w których wyróżniamy dwie części: wydzielniczą – nefron, oraz wyprowadzającą – cewkę zbiorczą, która uchodzi na brodawce nerkowej. Nefrony stanowią jednostkę czynnościową nerki i jest ich w nerce od 1 do 1,5 mln. Są one związane z układem krwionośnym i następuje w nich filtracja krwi. Nefron składa się z ciałka nerkowego (*corpusculum renis*) i układu kanalikowego. Ciało nerkowe tworzy kłębuszek naczyń włosowatych (*glomerula*) (inaczej kłębuszek Malpighiego) otoczony torebką (*capsula glomeruli*), zwaną również torebką Bowmana, złożoną z dwóch warstw, między którymi występuje szczelina. W każdym ciałku nerkowym rozróżniamy dwa bieguny: naczyniowy i kanalikowy. Do kłębuszka biegunem naczyniowym dociera tętniczka doprowadzająca oraz wychodzi tętniczka odprowadzająca. Z bieguna kanalikowego wychodzi drugi odcinek nefronu – kanalik główny. W kłębuszku nerkowym pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego krwi w naczyniach włosowatych dochodzi do przesączania części osocza do torebki Bowmana. Powstaje w ten sposób mocz pierwotny, zawierający wodę, sole mineralne oraz drobne składniki osocza. Filtracji ulega około 20% objętości osocza przepływającego przez kłębuszek, co daje w przybliżeniu 150–180 litrów moczu pierwotnego na dobę u osoby dorosłej. Ciśnienie onkotyczne białek osocza przeciwdziała temu procesowi, ograniczając filtrację. Do torebki pod wpływem ciśnienia osmotycznego krwi przesącza się 1/5 osocza zawierającego wodę, sole i składniki mineralne, tworzącego tzw. mocz pierwotny. W kanaliku głównym, dokładniej w jego pierwszej części zwanej kanalikiem krętym bliższym (*tubulus concertus proximalis*) odbywa się wchłanianie zwrotne wody (80%), glukozy oraz innych potrzebnych dla organizmu substancji, a przez to samo zagęszczenie moczu. Kanalik przedłuża się następnie w pętlę Henlego (*ansa Henle*), w której ramieniu zstępującym i wstępującym następuje dalsze wchłanianie wody (10%) i zagęszczanie moczu zwanego już od tego miejsca ostatecznym. Pętla przechodzi w kanalik kręty dalszy (*tubulus concertus distalis*), którym mocz przepływa do kanalika prostego (*tubulus rectus*). Zespół kanalików prostych tworzy piramidę nerkową o opisanych już wcześniej kształcie i budowie. W kanaliku dalszym odczyn zasadowy moczu zmienia się na lekko kwaśny.

Krew do nerek dociera drogą aorty brzusznej (*aorta abdominalis*) parzystymi tętnicami nerkowymi (*arteriae renales*). Tętnica nerkowa dzieli się na tętnice międzypłatowe, biegnące w osi piramid. Te przy podstawie piramid przechodzą w tętnice łukowate, wysyłające w kierunku obwodowym tętnice międzyzrazikowe. Od nich odgałęziają się biegnące do kłębuszków naczynia doprowadzające, które tworzą ostatecznie kłębuszki Malpighiego, znajdujące się w torebce Bowmana. Wchodzące do kłębuszka naczynie doprowadzające (*vas afferens*) ma przekrój większy niż naczynie wychodzące (*vas efferens*). Dzięki różnicy przekrojów w kłębuszku powstaje zwiększone ciśnienie umożliwiające przesącz części osocza do torebki. Naczynie doprowadzające i odprowadzające tworzą sieć dziwną (*rete mirabile*). Naczynie odprowadzające oplata następnie kanalik kręty, umożliwiając wchłanianie zwrotne. Oczyszczona ze szkodliwych substancji krew odchodzi żyłą nerkową (*vena renalis*) do żyły głównej dolnej (*vena cava inferior*). Mocz wydalany jest przez nerki stale, z minimum między 2. a 5. w nocy i maksimum tuż po przebudzeniu. Ilość dobową moczu wynosi ok. 1,5 l i może być zmienna. Zależy od ilości przyjmowanych płynów, wydzielanego potu oraz stanu zdrowia. Mocz to klarowny płyn o żółtej barwie i lekko kwaśnym odczynie (odczyn kwaśny wzrasta po spożyciu mięsa, spada przy diecie roślinnej). Składa się głównie z wody (95%), pozostałe składniki to mocznik (2%), kwas moczowy i sole mineralne (sód, potas, wapń, magnez). Poza tym w moczu znajdują się inne substancje, jak np. hormony.

Rola nerek sprowadza się nie tylko do wydalania z organizmu szkodliwych produktów przemiany materii, ale także utrzymania stałego składu środowiska wewnętrznego, regulacji ciśnienia krwi i utrzymania na stabilnym poziomie ciśnienia płynów ustrojowych.

Drogi odprowadzające mocz

Moczowód (*ureter*)

Jest to długi (28–34 cm), parzysty przewód łączący miedniczkę nerkową z dnem pęcherza moczowego. Lewy moczowód jest dłuższy, ponieważ lewa nerka położona jest wyżej. Mimo małego światła moczowody mają bardzo grube ściany własnej perystaltyce. W przebiegu moczowodu wyróżniamy część brzuszną i część miedniczną. Granica między nimi przebiega na linii przecięcia stawu krzyżowo-biodrowego przez kresę graniczną. Poza tym moczowód nie przebiega prostolinijnie, ale zagina się trzykrotnie. Pierwsze zgięcie występuje u jego początku (zgięcie nerkowe), drugie w miejscu przejścia części brzusznej w miedniczną (zgięcie brzeżne), a trzecie – na wysokości krzywizny miednicznej. Zgięcia te mają znaczenie kliniczne, gdyż najczęściej grzęzną w nich kamienie nerkowe mogące prowadzić do zastoju moczu. Ujście moczowodu (*ostium ureteris*) do pęcherza moczowego zamyka zastawka w postaci fałdu śluzówki, uniemożliwiająca cofanie się moczu. Moczowód wzdłuż całego swego przebiegu położony jest zaotrzewnowo.

Pęcherz moczowy (*vesica urinaria*)

Pęcherz tworzy worek mięśniowy położony za spojeniem łonowym w miednicy mniejszej. U mężczyzn sąsiaduje z odbytnicą, u kobiet zaś z macicą i pochwą. W miednicy mniejszej jest narządem położonym najniżej i najbardziej z przodu. Średnio wypełniony pęcherz ma kształt tetraedru, silnie wypełniony zaokrągla się. Jego średnia pojemność, przy której zaczyna się odczuwać parcie na mocz, wynosi od 400 do 700 ml (w stanach chorobowych może wynosić od 50 ml do 3 l moczu).

Ściany pęcherza zbudowane są z trzech warstw: błony surowiczej/zewnętrznej, mięśniowej i śluzowej. Błona zewnętrzna pokrywa pęcherz jako powięź tam, gdzie nie jest on pokryty otrzewną (błoną surowiczą). Błona mięśniowa nie pokrywa pęcherza równomiernie. Jest trójwarstwowa, jednak warstwy przeplecione jedna w drugą nie dają się od siebie wyraźnie oddzielić. Warstwy razem tworzą mięsień wypieracz moczu, zwany również mięśniem opróżniaczem pęcherza (*musculus detrusor vesicae/musculus detrusor urinae*). Na dnie pęcherza delikatne włókna mięśniowe o przebiegu okrężnym tworzą przy ujściu wewnętrznym cewki moczowej mięsień zwieracz wewnętrzny cewki moczowej (*musculus sphincter urethrae internus*). Oba mięśnie działają względem siebie antagonistycznie. Od wewnątrz pęcherz wyścielony jest pofałdowaną błoną śluzową pokrytą nabłonkiem. Dzięki obecności tkanki podśluzowej błona śluzowa w skurczu może wytwarzać rzeźbę (fałdy). Jedynym miejscem w pęcherzu, w którym brak jest tkanki podśluzowej, jest trójkąt pęcherza (*trigonum vesicae*) będący miejscem stale gładkim.

W budowie pęcherza wyróżnia się szczyt (*apex vesicae*) przedłużający się w więzadło pępkowe pośrodkowe, zmierzające do pępka. Szczyt przechodzi w trzon pęcherza (*corpus vesicae*). Część pęcherza położona na biegunie przeciwnym, zwrócona ku tyłowi w dół tworzy dno pęcherza (*fundus vesicae*), na którym znajduje się trójkąt pęcherza. Ograniczają go ujścia dwóch moczowodów od tyłu i ujście wewnętrzne cewki moczowej (*ostium urethrae internum*) od przodu. Pomiedzy ujściami moczowodów przy podstawie trójkąta tworzy się podłużny fałd międzymoczowodowy (*plica interureterica*). Przy ujściu wewnętrznym cewki moczowej znajduje się fałd błony śluzowej zwany jęczyczkiem (*uvula*), który działa w przypadku ujścia cewki jak korek (przy napięciu mięśnia opróżniacza pęcherza część włókien mięśniowych dochodzących do jęczyczka napina się, odciągając go od ujścia i otwierając drogę odpływu moczu do cewki). Unerwienie pęcherza pochodzi od splotu pęcherzowego, zawierającego włókna współczulne i przywspółczulne. Pobudzenie włókien przywspółczulnych wzmacnia napięcie wypieracza i hamuje napięcie zwieracza, a tym samym opróżnia pęcherz. Pobudzenie włókien współczulnych działa antagonistycznie. W opróżnianiu pęcherza biorą udział również mięśnie poprzecznie prążkowane, których czynność regulowana jest przez korę mózgową.

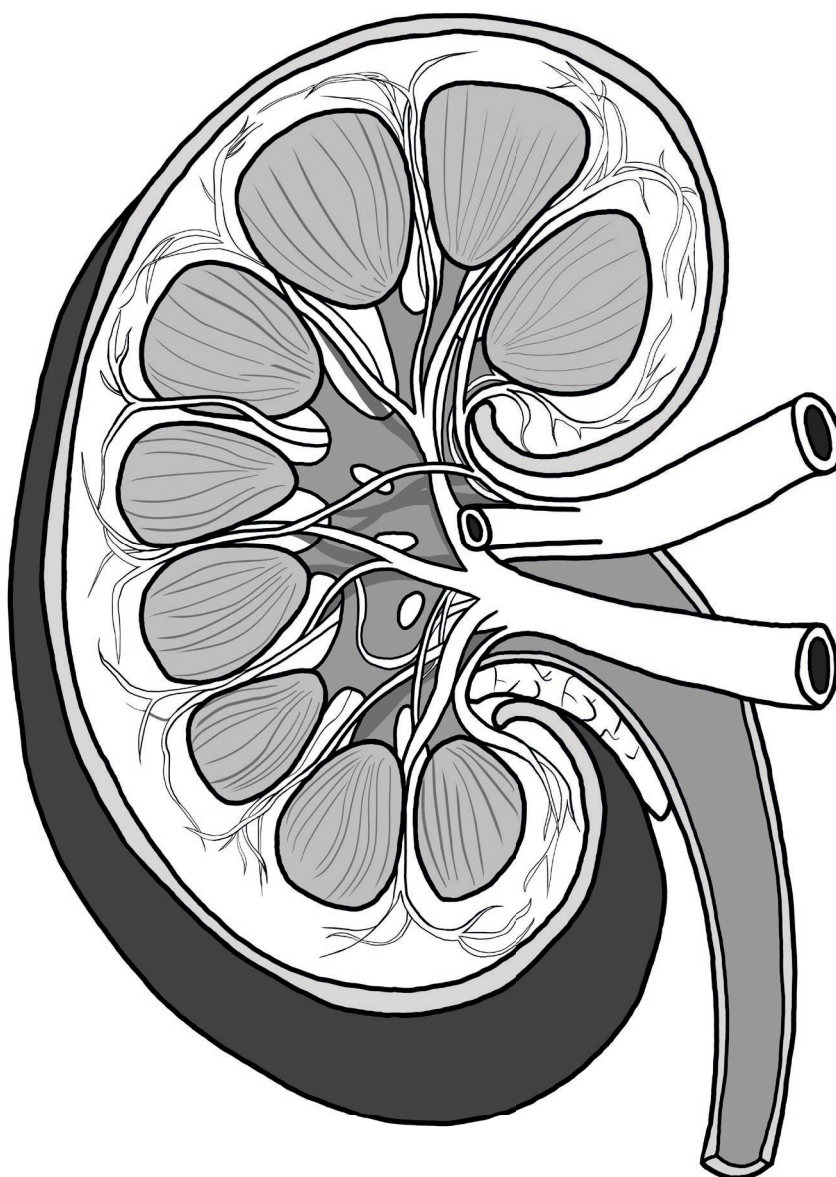
Cewka moczowa męska (*urethra masculina*)

Stanowi część wspólną narządów moczowych i płciowych, wyprowadzającą mocz i nasienie. Jest dłuższa (ok. 18 cm) od cewki żeńskiej i przebiega w kształcie litery S. Dzieli się na część sterczową (*pars prostatica*) przebijającą gruczoł krokowy,

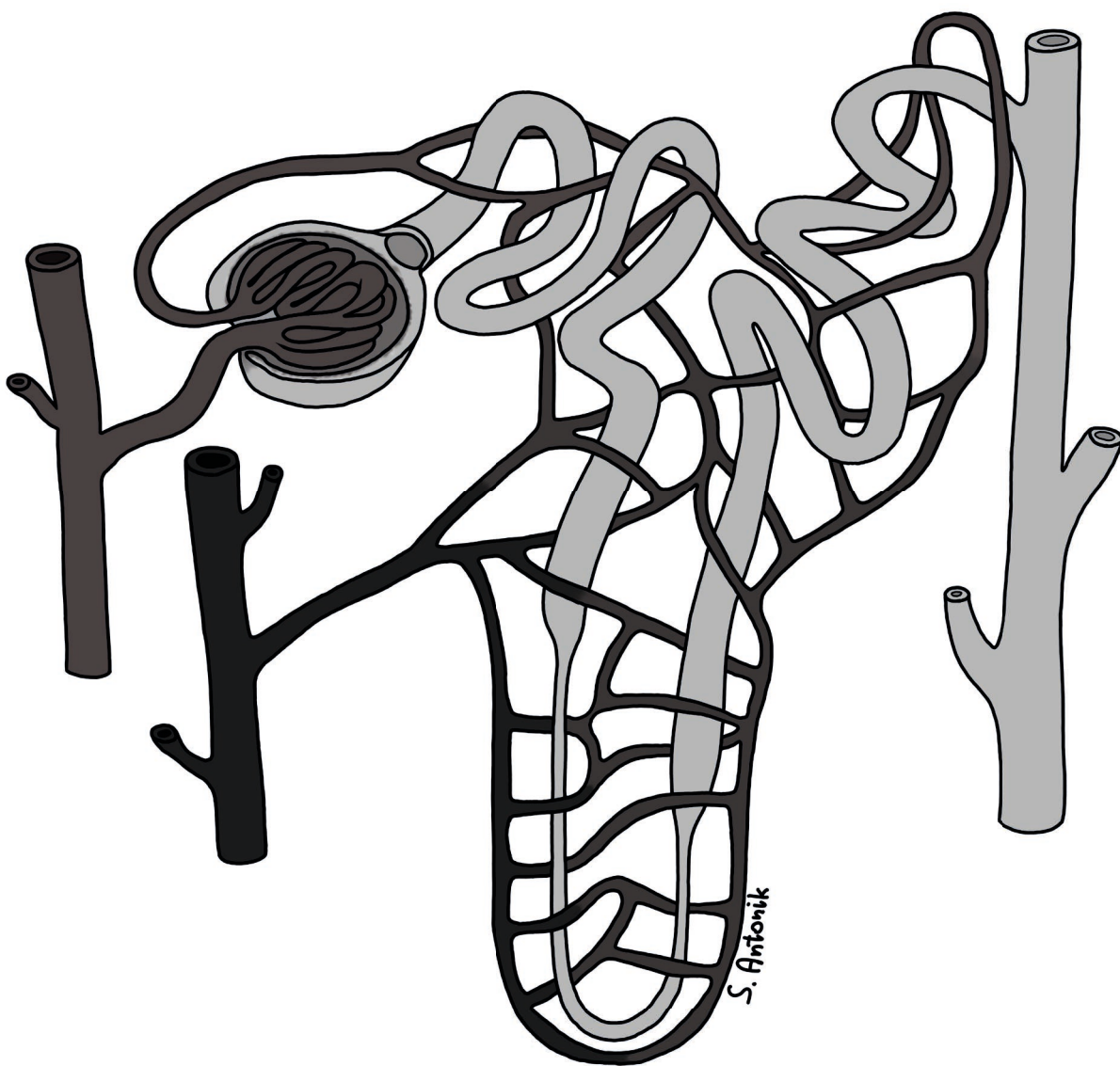
do której uchodzą przewody wytryskowe, część błoniastą (*pars membranacea*) ze zwieraczem cewki, przechodzącą przez przeponę moczowo-płciową, oraz najdłuższą część gąbczastą umieszczoną w obrębie ciała gąbczastego prącia. Czasami wyróżnia się bardzo krótki początkowy odcinek cewki – część śródścienną (*pars spongiosa*) przebijającą ścianę pęcherza moczowego. W części sterczej błona śluzowa wytwarza grzebień cewki, który w połowie długości tej części cewki wznosi się we wzgórek nasienny (*colliculus seminalis*), gdzie po obu stronach położone są ujścia przewodów wytryskowych. Część gąbczasta u obu końców jest poszerzona. W dystalnym jej końcu uchodzą gruczoły opuszkowo-cewkowe, a w proksymalnym dół łódkowaty (*fossa navicularis*).

Cewka moczowa żeńska (*urethra feminina*)

Tworzy ją krótki, prosty przewód (3–5 cm) rozpoczynający się ujściem wewnętrznym w pęcherzu moczowym, a kończący się ujściem zewnętrznym cewki (*ostium urethrae externum*) położonym w przedniej części przedsionka pochwy. Cewka w miejscu przejścia przez przeponę moczowo-płciową zamknięta jest poprzecznie prążkowanym mięśniem zwieraczem cewki (*m. sphincter urethrae*), zależnym od woli.



Ryc. 21. Budowa nerki



Ryc. 22. Budowa nefronu

Tabela 18. Nerka

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Wnęka nerkowa	
Tętnice nerkowe	
Żyła nerkowa	
Moczowód	
Korzeń nerki	
Zatoka nerkowa	
Kora nerki	
Rdzeń nerki	
Słupy nerkowe	
Piramidy nerkowe	
Brodawki nerkowe	
Kielichy mniejsze	
Kielichy większe	
Miedniczka nerkowa	

Tabela 19. Nefron

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Ciałko nerkowe	
Układ kanalikowy	
Kłębuszek naczyń włosowatych/kłębuszek Malpighiego	
Torebka Bowmana	
Kanalik kręty bliższy	
Pętla Henlego	
Kanalik kręty dalszy	
Kanalik prosty	

Układ rozrodczy

NARZĄDY ROZRODCZE MĘSKIE

Narządy płciowe męskie (*organa genitalia masculina*) dzielą się na narządy wewnętrzne: jądra (*testes*), gruczoł krokowy (*prostata*), pęcherzyki nasienne (*vesiculae seminales*) i nasieniowody (*ductus deferentes*), oraz zewnętrzne: prącie (*penis*), moszna (*scrotum*) i cewka moczowa męska (*urethra masculina*).

Narządy płciowe wewnętrzne (*organa genitalia masculina interna*)

Jądro (*testis*)

Jądra rozwijają się już w 2. miesiącu życia zarodka w okolicy lędźwiowej jamy brzusznej. Pod koniec rozwoju wewnątrzmacicznego lub tuż po urodzeniu zstępują do moszny. Jądra mają kształt owalny, spłaszczony bocznie. Osiągają wymiary 4–5 cm długości na 2–3 cm szerokości. Wyróżniamy na nich powierzchnię przyśrodkową i boczną, brzeg przedni i tylny oraz koniec górny i dolny. Jądra położone są w dolnej części worka mosznowego razem z częścią nasieniowodu i najądrzami na górnych końcach. Lewe jądro leży zwykle nieco niżej niż prawe. Od zewnątrz jądra pokrywa łącznotkankowa, dwuwarstwowa błona biaława (*tunica albuginea*). Jej blaszka wewnętrzna jest silnie unaczyniona, a cała błona dodatkowo mocno unerwiona. Błona przy tylnym brzegu wnika do jądra, tworząc śródjądrze (*mediastinum testis*), od którego w głąb jądra wchodzi przegródki (*septula testis*) dzielące miąższ jądra na ok. 200 piramidalnych płacików (*lobuli testis*). Płaciki są wypełnione cienkimi i poskręcanymi kanalikami zwanymi cewkami nasiennymi krętymi (*tubuli seminiferi concorti*), w każdym płaciku jest od 1 do 4 (w związku z tym w każdym jądrze znajduje się 400–450 cewek). Każda cewka ma przeciętnie 50 cm długości, część z nich jest ślepo zakończona. Kanaliki otoczone są tkanką łączną wiotką, w której występują komórki śródmiąższowe produkujące hormony męskie, androsteron i testosteron. Cewki nasienne kręte u wierchołków płacików łączą się w krótkie wspólne przewody – cewki nasienne proste (*tubuli seminiferi recti*), w śródjądrze tworzące sieć jądra (*rete testis*). W cewkach nasiennych krętych odbywa się proces spermatogenezy, w wyniku której powstają plemniki. Cewki nasienne proste służą jako przewody wyprowadzające. Od sieci jądra plemniki wędrują dalej przez przewodniki odprowadzające (*ductuli efferens testis*) do najądrza. W budowie wewnętrznej jąder wyróżnia się dodatkowo tkankę śródmiąższową zawierającą komórki łącznotkankowe oraz komórki śródmiąższowe, będące gruczołem o wydzielaniu wewnętrznym. Tkanika śródmiąższowa stanowi około 35% całej masy jądra.

Moszna, w której położone są oba jądra, stanowi uwypuklenie ściany brzucha. W związku z tym jądra nie są objęte jedynie skórą, ale również powłokami brzucha. Wolna powierzchnia błony białawej pokryta jest błoną surowiczą (blaszką trzewną i ścienną jak w płucu). Pomiedzy blaszkami błony surowiczej znajduje się szczelinowata jama surowicza, zawierająca niewielką ilość płynu. W jamie surowiczej jądra są luźno zawieszane, dlatego są łatwo przesuwalne we wszystkich kierunkach. Skurcz mięśnia dźwigacza jądra pociąga oba jądra nieco ku górze, po czym wracają na swe położenie pod wpływem własnego ciężaru.

Najądrze (*epididymis*)

Jest wydłużonym ciałem, pokrywającym jądro na jego górnym biegunie i tylnym brzegu. W budowie najądrza wyróżniamy: głowę, trzon i ogon. Głowę tworzą przewodniki odprowadzające jądra – wychodzące z sieci jądra, a trzon i ogon – przewód najądrza. Przewodniki w głowie najądrza początkowo proste, następnie mocno się skręcają (z reguły po 2), tworząc zraziki najądrza. Powstaje z nich jeden silnie skręcony przewód najądrza, przedłużający się w nasieniowód. Przewód najądrza posiada małe światło i grubą ścianę, złożoną z 4–8 warstw mięśniówki gładkiej (jej skurcze przesuwają nasienie). Najądrze pokrywa błona surowicza, pod którą leży cienka warstwa tkanki łącznej. Funkcje najądrza to magazynowanie plemników oraz produkcja wydzieliny, umożliwiającej plemnikom dojrzewanie.

Nasieniowód (*ductus deferens*)

Jest to długi 50–60 cm przewód, który stanowi przedłużenie przewodu najądrza. Jego główną funkcją w czasie wytrysku jest szybki transport nasienia do cewki moczowej. Jest tworem grubościennym. W przebiegu nasieniowodu wyróżnia się następujące części:

- część jądrową (*pars testicularis*), która biegnie od dolnego bieguna jądra, w przedłużeniu przewodu najądrza ku górze;
- część powrózkową (*pars funicularis*), dołączającą do tworów powrózka nasiennego;
- część pachwinową (*pars inguinalis*) przechodzącą razem z powrózkiem przez kanał pachwinowy;
- część wewnątrzbrzuszną/miedniczną (*pars pelvina*), przebiegającą w jamie miednicy.

Koniec nasieniowodu wrzecionowato się rozszerza, dlatego nazywany jest bańką (*ampulla ductus deferentis*). W tym miejscu ma budowę gruczołową, dzięki czemu wytwarza wydzielinę pobudzającą ruch plemników. Obie bańki położone są przyśrodkowo od pęcherzyków nasiennych, między dnem pęcherza a odbytnicą. Przy końcu bańki uchodzi do niej przewód wydalający pęcherzyk nasienny. Od tego miejsca droga nasienia, która znajduje się już w obrębie gruczołu krokowego, nazywana jest przewodem wytryskowym (*ductus ejaculatorius*). Oba przewody wytryskowe u swego końca obejmują szczeplinowate wypuklenie, tzw. łagiewkę sterczową (*utriculus prostaticus*). Każdy z nich uchodzi na wzniesieniu błony śluzowej cewki moczowej – wzgórku nasiennym (*colliculus seminalis*).

Pęcherzyk nasienny (*vesicula seminalis*)

Pęcherzyki nasienne są narządy cewkowe o wydłużonym, maczugowatym kształcie, o długości ok. 5 cm. W górnym końcu są poszerzone, w dolnym silnie zwężają się i przechodzą w przewód wydalający (*ductus excretorius*), który uchodzi do przewodu wytryskowego. Przednia powierzchnia pęcherzyków przylega do dna pęcherza moczowego, a przyśrodkowa do bańki nasieniowodu. Pęcherzyki wydzielają płynną, żółtawą substancję odżywiającą plemniki i ułatwiająca ich ruch (rozcieńczającą nasienie). Zawiera ona wiele enzymów, ale także fruktozę (odżywiającą plemniki), kwas cytrynowy, witaminę C oraz wiele związków organicznych i nieorganicznych.

Gruczoł krokowy/stercz (*prostata*)

Jest niedużym, nieparzystym narządem gruczołowo-mięśniowym położonym w miednicy mniejszej, poniżej pęcherza moczowego, do przodu od bańki odbytnicy. Kształt gruczołu porównywany jest z kształtem kasztana jadalnego, który podstawą przylega do pęcherza moczowego, a szczytem opiera się o przeponę moczowo-płciową okolicy opuszki prącia. Jego tylna powierzchnia pośrodkowo przedzielona jest płytkim rowkiem, odzwierciedlającym podział stercza na płąt prawy i lewy. Przez przednią część gruczołu przebiega sterczowa część cewki moczowej, do której uchodzą przewody wytryskowe. Klinowaty odcinek położony pomiędzy cewką a przewodami nazywa się płatem środkowym lub wężyną (aż u 70% mężczyzn po 70. r.ż. w jej obrębie zachodzą patologiczne zmiany gruczołowe będące przyczyną problemów z oddawaniem moczu; z reguły te zmiany mają łagodny charakter, a zmiany złośliwe dotyczą obwodowej części gruczołu). Gruczoł krokowy wydziela mętną, białawą, zasadową wydzielinę, nadającą nasieniu charakterystyczny zapach. Substancja ta stanowi około 30% nasienia i odpowiada za pobudzenie ruchu plemników.

Narządy płciowe zewnętrzne (*organa genitalia masculina externa*)

Prącie (*penis*)

Budowa prącia odpowiada podwójnej czynności, jaką spełnia. Jest mianowicie narządem spółkowania, równocześnie stwarzając drogę wydalania moczu. W związku z tym na całej swej długości obejmuje cewkę moczową, która od wzgórka nasiennego jest przewodem wspólnym do wydalania nasienia i moczu. Prącie składa się z nasady (*radix penis*), trzonu (*corpus penis*) i żołędzi (*glans penis*). Nasada prącia ukryta jest głęboko pod skórą krocza, gdzie silnie przytwierdza się

do przedniej ściany miednicy. Na trzonie prącia wyróżniamy powierzchnię górną, zwaną grzbietem prącia (*dorsum penis*), oraz dolną powierzchnię cewkową (*facies urethralis*). Żołędź prącia to rozszerzenie ciała gąbczastego prącia o kształcie stępionego stożka. Pokryty jest zdwojonym fałdem skórny zwanym napletkiem (*preputium*). Na szczycie żołędzi znajduje się pionowo ustawiona szczelina – ujście zewnętrzne cewki moczowej. Brzeg podstawy żołędzi jest grubszy i tworzy koronę żołędzi (*corona glandis*).

Całe prącie tworzą dwa ciała jamiste (*corpora cavernosa penis*) położone po stronie górnej oraz jedno ciało gąbczaste (*corpus spongiosum penis*) leżące po stronie dolnej i otaczające cewkę moczową. Ciała jamiste przyśrodkowo połączone są jedną wspólną ścianą, czyli przegrodą prącia. Nie jest ona szczelna – zawiera liczne otworki, dzięki którym jamki obu ciał komunikują się ze sobą.

Każde z ciał jamistych oraz ciało gąbczaste otoczone są błoną białawą (*tunica albuginea*) – wytrzymałą, włóknistą osłoną zbudowaną głównie z tkanki łącznej. Błona biaława jest znacznie grubsza i mocniejsza wokół ciał jamistych, a cieńsza wokół ciała gąbczastego. Jej elastyczność i zdolność do utrzymywania wysokiego ciśnienia krwi w jamkach są kluczowe w powstaniu i utrzymaniu erekcji. Dzięki niej możliwe jest odpowiednie usztywnienie prącia.

Ciała jamiste przy nasadzie prącia tworzą odnogi (*crura penis*), które błoną białawą zrastają się z okostną kością łonowych. Końce przednie ciał jamistych wnikają w żołędź, którą tworzy rozszerzenie ciała gąbczastego. Na tylnym końcu ciała gąbczastego występuje zgrubienie zwane opuszką prącia (*bulbus penis*), otoczone mięśniem wspomagającym wytrysk. Pomiędzy tymi dwiema częściami znajduje się część pośrednia ciała gąbczastego. Wzwód prącia następuje dzięki napełnieniu się ciał jamistych i ciała gąbczastego krwią pod dużym ciśnieniem. Występujące w żyłach prącia zastawki utrudniają odpływ krwi. Ciało gąbczaste zabezpiecza ponadto przed zaciśnięciem się światła cewki, która w trakcie wytrysku nasienia musi pozostać drożna.

Moszna (*scrotum*)

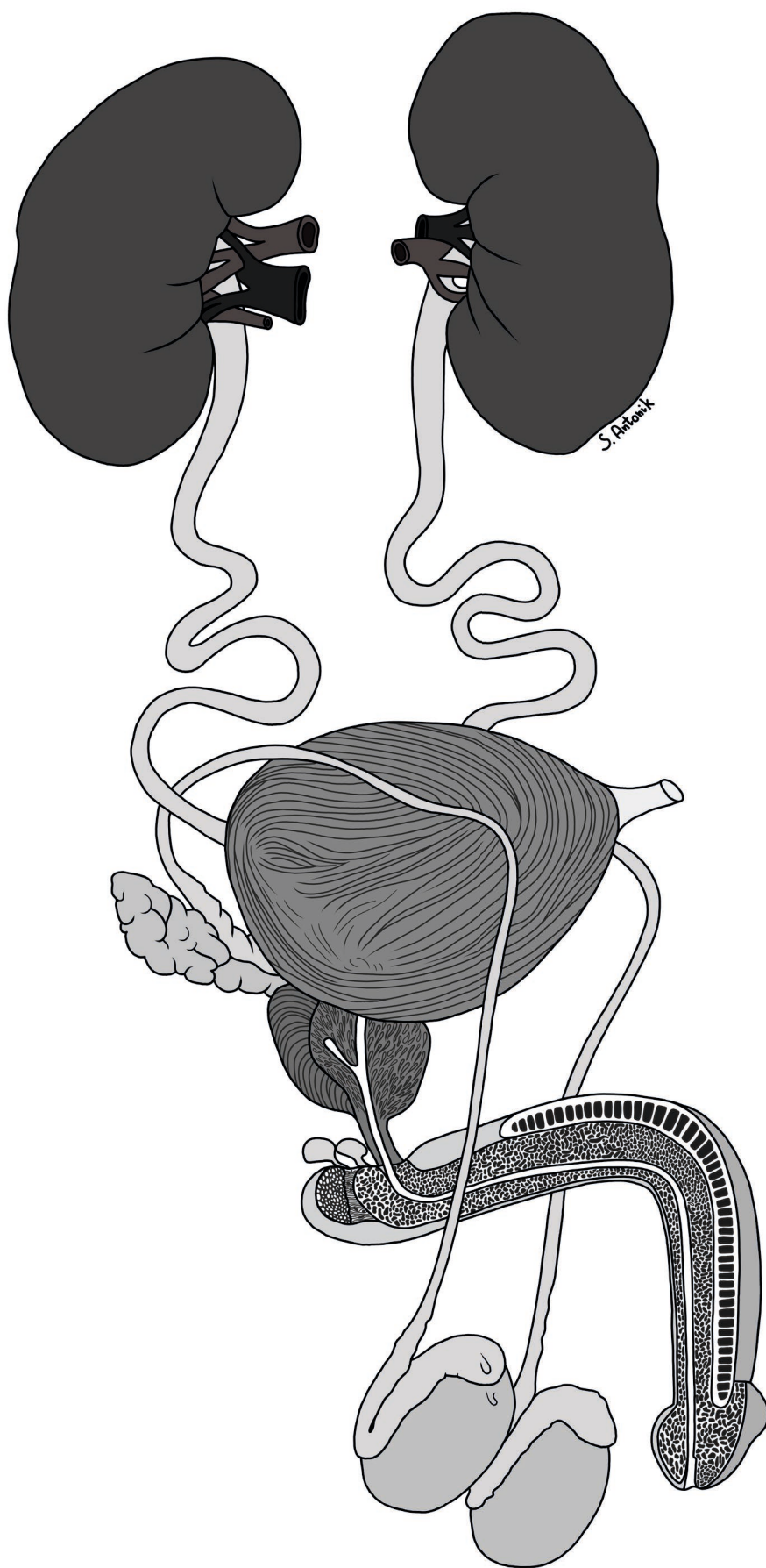
Mosznę tworzy uwypuklenie przedniej ściany jamy brzusznej. Jest workiem, w którym umieszczone są zstępujące jądra, w dwóch jamach oddzielonych od siebie przegrodą moszny (*septum scroti*). Jądra zstępują (*descendus testinum*) pod koniec rozwoju płodowego lub tuż po urodzeniu do worka mosznowego przez kanał pachwinowy, pociągając za sobą wszystkie powłoki przedniej ściany brzucha. W związku z tym w mosznie wyróżnia się:

- skórę (cienką, słabo owłosioną) z licznymi gruczołami potowymi i łojowymi; bez tkanki tłuszczowej; na zewnątrz widoczny szew moszny (*raphe scroti*) odpowiadający przegrodzie moszny;
- błonę kurczliwą, kurczącą się pod wpływem zimna, w trakcie wzwodu;
- powięź nasienną zewnętrzną, stanowiącą przedłużenie powięzi podskórnej brzucha;
- powięź mięśnia dźwigacza jądra, będącą przedłużeniem powięzi mięśnia skośnego zewnętrznego brzucha;
- mięsień dźwigacz jądra (*musculus cremaster*), który reguluje położenie jądra, unosi je niezależnie od woli, stanowi przedłużenie mięśnia skośnego wewnętrznego brzucha i mięśnia prostego;
- powięź nasienną wewnętrzną, pochodną powięzi poprzecznej brzucha;
- osłonkę pochwową jądra.

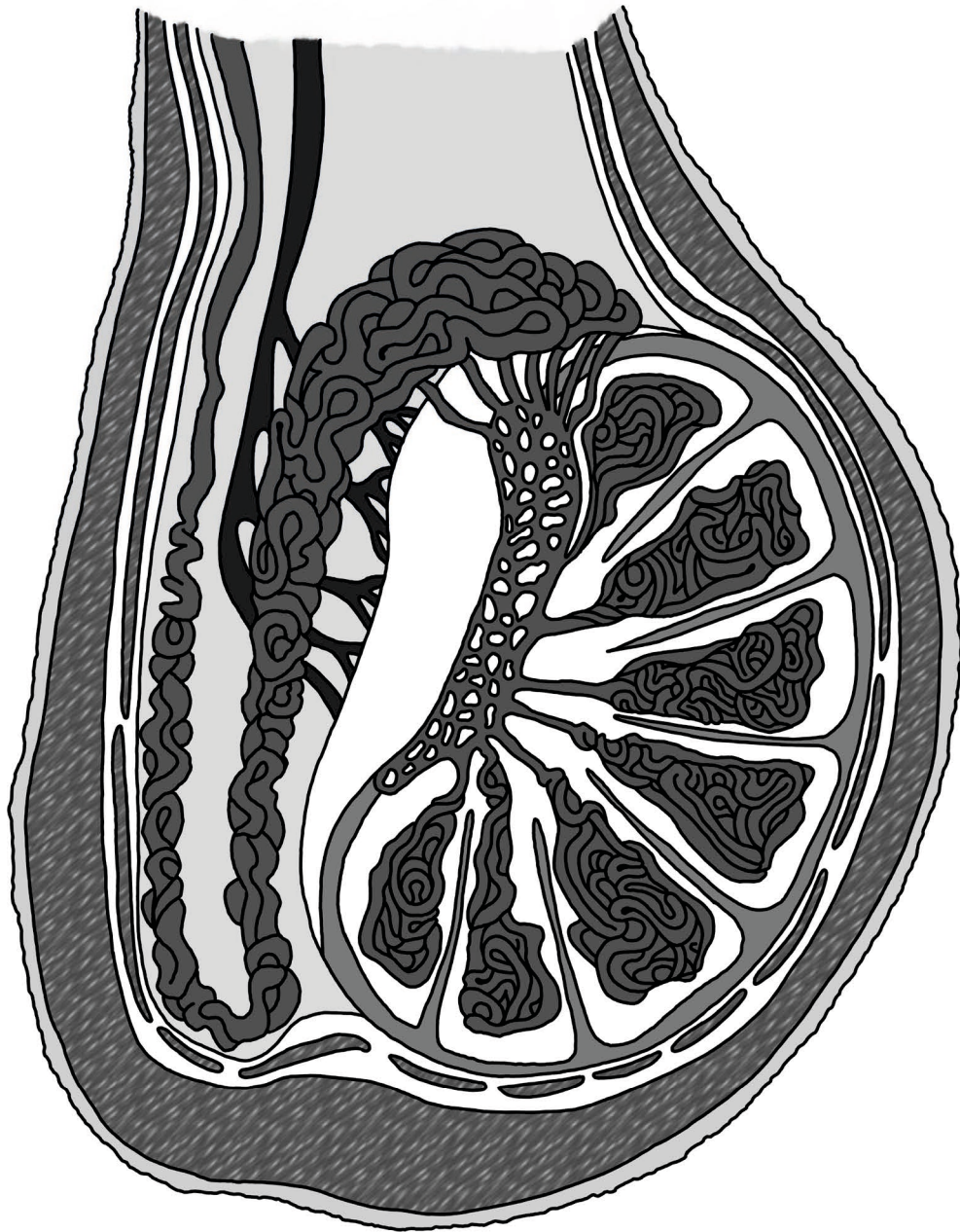
Temperatura w mosznie jest o około 2–4 stopnie niższa niż w jamie brzusznej. Jądra, które nie zstąpią do worka mosznowego, mogą utracić funkcję związaną z produkcją plemników, co może być przyczyną niepłodności.

Gruczoły opuszkowo-cewkowe (*glandulae bulbourethrales*)

To parzyste, okrągłe twory wielkości ziarna grochu, położone nad opuszką prącia w przeponie moczowo-płciowej. Ich przewody wyprowadzające uchodzą do zewnątrzmiędniczego odcinka cewki moczowej. Są gruczołami śluzowymi, cewkowo-pęcherzykowymi, przez co wytwarzają jasną, lepłą wydzielinę śluzową o odczynie zasadowym. Najprawdopodobniej wydzielana jest do cewki wcześniej niż dostaje się do niej nasienie i tym samym przygotowuje błonę śluzową cewki na przyjęcie nasienia.



Ryc. 23. Układ moczowo-płciowy męski wraz z przekrojem prącia



Ryc. 24. Budowa jądra

Tabela 20. Układ moczowo-płciowy męski i przekrój przez prącie

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Nerka	
Moczowód	
Pęcherz moczowy	
Pęcherzyk nasienny	
Gruzoł krokowy	
Nasieniowód	
Prącie	
Cewka moczowa	
Najądrze	
Jądro	
Ciało jamiste	
Ciało gąbczaste	

Tabela 21. Jądro

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Błona biaława	
Śródnajądrze	
Przegródki jądra	
Płaciki jądra	
Cewki nasienne kręte	
Cewki nasienne proste	
Sieć jądra	
Przewodniki odprowadzające	
Głowa najądrza	
Trzon najądrza	
Ogon najądrza	
Przewód najądrza	
Nasieniowód	

NARZĄDY ROZRODCZE ŻEŃSKIE

Narządy rozrodcze żeńskie, podobnie jak męskie, dzielimy na zewnętrzne i wewnętrzne. U kobiet natomiast części zewnętrzne różnicują się w mniejszym stopniu. Wskutek tego wysoce rozwiniętemu narządowi, jakim jest prącie męskie, odpowiada u kobiet słabo zróżnicowana łechtaczka i wargi sromowe mniejsze. Silniejszemu zróżnicowaniu ulegają natomiast narządy wewnętrzne. Przyczyną różnic w rozwoju są różne funkcje męskich i żeńskich narządów rozrodczych. U mężczyzny silnie rozwinięte narządy zewnętrzne służą aktowi spółkowania. Główna rola narządów rozrodczych kobiety to natomiast ciąża i poród. Aby było to możliwe, narządy rozrodcze kobiety ulegają cyklicznym zmianom, w trakcie tzw. cyklu owulacyjnego. W gruczołach płciowych, jajnikach (*ovarium*), powstają komórki jajowe (*ova*), które następnie przez jamę otrzewnej zmierzają do światła jajowodu (*tuba uterina*). Jajowód końcem macicznym uchodzi do macicy (*uterus*), w której zagnieżdża się zapłodniona komórka jajowa, dając początek ciąży. Z macicą łączy się pochwa (*vagina*). W miejscu ich połączenia nasienie jest deponowane w trakcie spółkowania.

Narządy płciowe żeńskie wewnętrzne (*organa genitalia feminina interna*)

Jajnik (*ovarium*)

Parzyste jajniki są gonadami odpowiedzialnymi za wytwarzanie komórek jajowych, przez co pełnią najistotniejszą rolę wśród narządów rozrodczych wewnętrznych. Są położone w jamie miednicy, bocznie i wewnątrzotrzewnowo, z reguły lewy nieco bardziej z przodu niż prawy.

Jajniki u kobiet w wieku rozrodczym są narządami o migdałowatym kształcie. Ich kształt zmienia się z wiekiem. Na każdym z jajników wyróżniamy dwie powierzchnie: przyśrodkową i boczną, dwa brzegi: wolny (tylny, wypukły) i kreskowy (przedni, przytwierdzony do kreski jajnika) oraz dwa końce: jajowodowy (górny) i maciczny (dolny). Zewnętrzna powierzchnia jajnika u kobiet w wieku reprodukcyjnym jest silnie pomarszczona wskutek nagromadzenia blizn powstałych po pękniętych pęcherzykach jajnikowych. Wymiary jajnika to ok. 4 cm długości na 2,5 cm szerokości i 1 cm grubości. Zwiększają się znacznie w trakcie ciąży i miesiączki (*menstruatio*). Na zewnątrz jajnik jest pokryty nabłonkiem płciowym, pod którym znajduje się błona biaława (*tunica albuginea*).

Jajnik umocowany jest trzema pasmami więzadłowymi: więzadłem właściwym jajnika, kreską jajnika oraz więzadłem wieszadłowym jajnika. Węzadło właściwe jajnika (*ligamentum ovarii proprium*) odchodzi z górnego końca brzegu bocznego macicy, poniżej jajowodu i zmierza do końca macicznego jajnika. Kreska jajnika (*mesovarium*) jest bardzo krótkim fragmentem więzadła szerokiego macicy, przebiegającym z jednego końca jajnika do drugiego, mocującym jajnik do więzadła szerokiego. Węzadło wieszadłowe jajnika (*ligamentum suspensorium ovarii*) to otrzewnowy fałd więzadła szerokiego macicy, który przebiega z góry do końca jajowodowego jajnika. Mimo licznych połączeń więzadłowych jajnik jest narządem bardzo ruchomym.

W budowie jajnika wyróżnia się luźną część położoną centralnie, czyli rdzeń (*medulla*), oraz obwodowo położoną korę (*cortex*). Rdzeń cechuje się licznymi naczyniami krwionośnymi. W obrębie kory znajdują się pęcherzyki jajnikowe w różnym stadium rozwoju, zawierające komórki jajowe. Najbardziej dojrzałe pęcherzyki wypuklają powierzchnię jajnika, gdy dojrzeją, pękają i uwalniają komórkę jajową. Z pękniętych pęcherzyków powstają ciała żółte (*corpora lutea*), będące gruczołami wydzielania wewnętrznego.

Jajowód (*tuba uterina*)

Jest to parzysty, cienki przewód o długości 14–20 cm, przebiegający od końca jajowodowego jajnika do górnego rogu macicy. Jego funkcją jest przejście komórki jajowej z jamy otrzewnowej i przeprowadzenie jej do jamy macicy. W obrębie jajowodu wyróżnia się cztery części: lejek jajowodu (*infundibulum tubae uterinae*), bańkę (*ampulla tubae uterinae*), cieśń (*isthmus tubae uterinae*) i część maciczną (*pars uterina*). Lejek położony jest najbardziej bocznie, a z jego podstawy zwisają strzępki jajowodu

(*fimbriae tubae*). Jest ich przeciętnie 10–15. Układają się w postaci pierścienia wokół ujścia brzusznej jajowodu i w chwili pęknięcia pęcherzyka jajnikowego wprowadzają uwolnioną komórkę jajową do światła jajowodu. Bańka to dalsza, poszerzona część jajowodu stanowiąca 2/3 całej długości. Kolejno za bańką znajduje się zwężona część zwana cieśnią (*isthmus*), a za nią przez ścianę macicy przechodzi część maciczna o bardzo małym świetle. Jajowód położony jest w górnym brzegu więzadła szerokiego macicy, gdzie całkowicie pokryty jest otrzewną. W jego budowie wewnętrznej wyróżniamy trzy warstwy: błonę surowiczą, mięśniową i śluzową. W cieśni ściana jest stosunkowo gruba, mięśniowa, w obrębie bańki cienka, z przewagą błony śluzowej, która układa się w podłużne fałdy. Ściana jajowodu jest mocno rozciągliwa. Błona mięśniowa jajowodu cechuje się własną perystaltyką, dzięki czemu możliwe jest przekazywanie komórki jajowej w kierunku macicy. Ponadto błona śluzowa zawiera częściowo nabłonek wyposażony w migawki poruszające się w kierunku macicy.

Macica (*uterus*)

Jest narządem nieparzystym, składającym się głównie z tkanki mięśniowej, położonym w środkowej części jamy miednicy za pęcherzem moczowym i przed odbytnicą. Ku dołowi przechodzi w pochwę. Macica ma charakterystyczny kształt gruszkii spłaszczonej przednio-tylnie. Wyróżniamy w niej trzy części: trzon (*corpus uteri*), cieśń (*isthmus uteri*) oraz szyjkę (*cervix uteri*). Na trzonie wyróżniamy powierzchnię przednią – pęcherzową oraz tylną – jelitową, które łączą się bocznymi brzegami macicy. Od brzegów odchodzi więzadło szerokie macicy. Trzon stanowi około połowy długości całego narządu. Jest również najgrubszy i najszerszy. Jego najwyżej położona część to dno (*fundus uteri*), którego położenie pozwala ocenić wysokość ciąży. Cieśń macicy jest najkrótszą częścią, stanowiącą przejście trzonu macicy w szyjkę. Szyjka macicy ma walcowaty kształt i w 1/3 dolnej części objęta jest przez pochwę (wnika czołowato do pochwy). Pochwa dzieli tym samym szyjkę macicy na część nadpochwową (*portio supravaginalis*) i pochwową (*portio vaginalis*). Część pochwową szyjki u dołu jest zaokrąglona i przedzielona niewielką szczeliną, czyli ujściem macicy (*ostium uteri*). Szczelina staje się wyraźniejsza u kobiet, które rodziły, zaznaczając w ograniczeniu ujścia macicy do przodu położoną wargę przednią (*labium anterius*) i ku tyłowi położoną wargę tylną (*labium posterius*). Wewnątrz trzonu znajduje się szczelinowata jama macicy (*cavitas uteri*). W przekroju strzałkowym przedstawia się jako szczelina, a w przekroju czołowym jako niewielka jama o kształcie trójkąta, skierowanego podstawą ku górze. W kątach podstawy znajdują się ujścia maciczne jajowodów i wierzchołek trójkąta zwraca się ku kanałowi szyjki macicy (*canalis cervicis uteri*). Macica jest niewielkim narządem, mającym około 7,5–8 cm długości u nieródek. Jej wymiary powiększają się o ok. 1–1,5 cm po przebytej ciąży. W samej ciąży macica silnie się powiększa, tak że jej masa wzrasta dwudziestokrotnie. Położenie wewnątrztrzewnowe nadaje jej gładki i lśniący wygląd, a także zapewnia dużą ruchomość. W jamie miednicy macica położona jest w przodozgięciu i przodopochyleniu. Przodopochylenie oznacza pochycenie całej macicy w jej osi długiej ku przodowi względem osi długiej pochwy. Przodozgięcie oznacza wytworzenie kąta otwartego ku przodowi pomiędzy trzonem i szyjką macicy. Zdarzają się odstępstwa od tej normy, których konsekwencją może być niepłodność lub problemy z donoszeniem ciąży.

W budowie ściany macicy wyróżnia się, podobnie jak w przypadku jajowodów, trzy warstwy: błonę surowiczą, błonę mięśniową i błonę śluzową. Błona surowicza zwana jest omaciczem (*perimetrium*), które jako otrzewna pokrywa prawie cały narząd. Błona mięśniowa tworzy mięsień maciczny (*myometrium*) stanowiący główną masę narządu. Na mięsień maciczny składają się pęczki mięśni gładkich z niewielką ilością tkanki łącznej i liczne naczynia krwionośne. Wielkość komórek mięśniowych w trakcie cyklu i w ciąży bardzo się zmienia. Na początku cyklu wynosi około 50 μm , na końcu cyklu 90 μm (czasami nawet 250 μm), a w czasie ciąży 900 μm . Mięśniówka trzonu macicy ma przebieg częściowo spiralny (przebiegający od rogów macicy, jak dwie sprężyny nachodzące na siebie i krzyżujące się pod kątem 90°), a częściowo wachlarzowaty. Dzięki takiemu układowi włókien mięśniowych możliwe jest powiększanie się macicy w trakcie ciąży i zapewnienie jej ukrwienia bez ryzyka uszkodzenia naczyń krwionośnych. Włókna mięśniowe w obrębie szyjki przebiegają natomiast okrężnie, tworząc zwieracz szyjki. Znaczenie *myometrium* wzrasta dopiero w trakcie ciąży i porodu. Błona śluzowa (*endometrium*) jest bezpośrednio zrosnięta z błoną mięśniową. Istnieją różnice w jej budowie w obrębie szyjki (część bierna) oraz trzonu i cieśni (część czynna). W części czynnej wyróżniamy dwie warstwy: podstawną i czynnościową. Ta druga podlega zmianom w trakcie cyklu miesięcznego.

Pochwa (*vagina*)

Jest sprężystym, rozciągliwym narządem (w trakcie porodu rozciąga się do wartości obwodu główki płodu), prowadzącym od macicy do przedsionka pochwy. Pochwa położona jest w znacznej części w miednicy mniejszej. Jej dystalny odcinek przebija przeponę moczowo-płciową. Jej przebieg jest prostoliniowy, skośny od tyłu i góry ku dołowi i przodowi. Kształtem pochwa przypomina cylinder spłaszczony przednio-tylnie, dlatego wyróżniamy ścianę przednią i tylną. Światło pochwy jest szczelinowate, poszerza się jedynie w górnej części, która obejmuje szyjkę macicy. Ma długość podobną do macicy, czyli 7–8 cm, przy czym ściana tylna jest nieco dłuższa (wskutek przodopochylenia szyjki macicy wnika stromo w pochwę). Przyczep pochwy, którym obejmuje szyjkę macicy, wytwarza wewnątrz zachyłek zwany sklepieniem pochwy (*fornix vaginae*). Miejsce to służy w trakcie stosunku płciowego za zbiornik nasienia. Dolny koniec pochwy nazywa się ujściem pochwy (*ostium vaginae*). Przed rozpoczęciem współżycia płciowego ujście to zamknięte jest błoną dziewiczą (*hymen*), czyli fałdem błony śluzowej o kształcie półksiężycowatym. Ściana pochwy jest trójwarstwowa i składają się na nią błona zewnętrzna, mięśniowa i śluzowa. Błona mięśniowa oprócz włókien mięśniowych gładkich zawiera liczne włókna sprężyste, co zapewnia jej dużą sprężystość i rozciągliwość. Błonę śluzową charakteryzuje gruba rzeźba, na którą składają się poprzecznie położone fałdy, czyli marszczki pochwowe (*rugae vaginales*). Na przedniej i tylnej ścianie pochwy prostopadle do marszczek przebiegają dwa słupy marszczek: przedni i tylny (*columna rugarum anterior et posterior*). Błona śluzowa nie zawiera gruczołów. Wydzielina powstaje ze złuszczonego nabłonka i wydzieliny gruczołów szyjki macicy wnijkającej do pochwy. Wydzielina ma odczyn kwaśny, ponieważ zawiera 0,5% kwasu mlekowego i chroni pochwę przed drobnoustrojami chorobotwórczymi.

Narządy płciowe żeńskie zewnętrzne (*organa genitalia feminina externa*)

W całości narządy te nazywamy sromem niewieścim (*puendum femininum*).

Wzgórek łonowy i wargi sromowe

Wzgórek łonowy (*mons pubis*) jest najwyżej położony w sromie niewieścim. Pod warstwą skóry zawiera dużą ilość podskórnej tkanki tłuszczowej (od 2 do nawet 8 cm), która tworzy wyniosłość. Wzgórek ma kształt trójkąta skierowanego podstawą ku górze, a wierzchołkiem w kierunku warg sromowych większych. Boki trójkąta stanowią bruzdy pachwinowe. Wzgórek pokryty jest włosami łonowymi (*pubes*), które odgraniczone są prostą linią od brzucha.

Wargi sromowe większe (*labia majora pudendi*) przebiegają w przedłużeniu wzgórka łonowego. Anatomicznie odpowiadają mosznie mężczyzn. Od uda oddziela je bruzda płciowo-udowa, a ku dołowi spłaszczają się w kierunku krocza. Przyśrodkowo obie wargi łączą się z przodu wąską listewką skórną, która tworzy nad łechtaczką spoidło przednie warg (*commissura labiorum anterior*). Z tyłu wargi łączą się analogicznie spoidłem tylnym warg (*commissura labiorum posterior*). Wargi ograniczają szparę sromu (*rima pudendi*). Wargi sromowe mniejsze (*labia minora pudendi*) stanowią dwa cienkie fałdy skórne. Ukryte są między wargami sromowymi większymi i ograniczają przedsionek pochwy. Z przodu dzielą się na dwie listewki: boczną i przyśrodkową. Listewki boczne warg łączą się nad łechtaczką, tworząc jej napletek (*preputium clitoridis*), a listewki przyśrodkowe łączą się pod łechtaczką, tworząc wędzidełko łechtaczki (*frenulum clitoridis*). Skóra warg sromowych mniejszych nie ma owłosienia ani gruczołów potowych. Zawiera natomiast liczne gruczoły łojowe.

Przedsionek pochwy i jego gruczoły

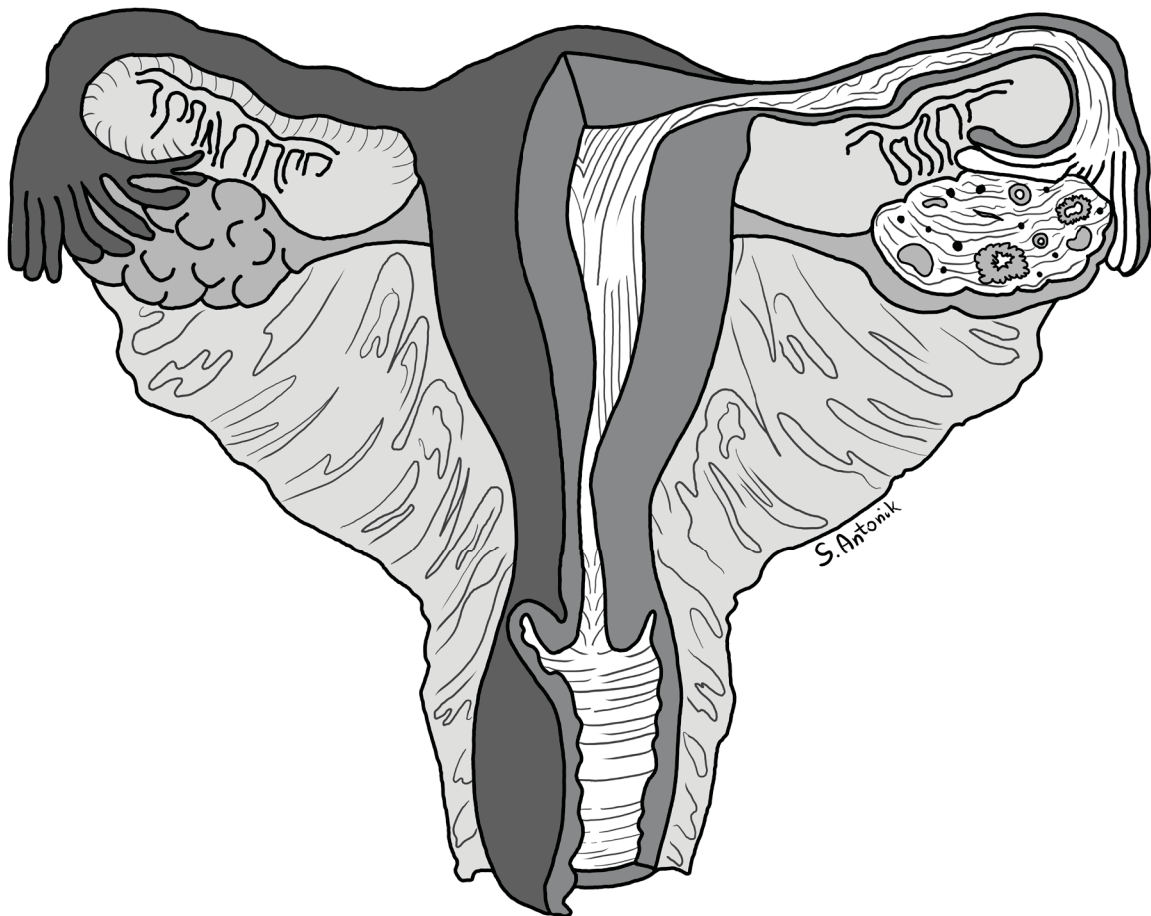
Przedsionek pochwy (*vestibulum vaginae*) stanowi niewielka, płytka przestrzeń pomiędzy wargami sromowymi mniejszymi. Jest miejscem, do którego uchodzą cewka moczowa i pochwa. Ujście zewnętrzne cewki moczowej położone jest na niewielkiej brodawce cewkowej około 2,5 cm poniżej łechtaczki. Poniżej przedsionka znajduje się ujście pochwy. Poza cewką moczową i pochwą do przedsionka uchodzą przewody gruczołów przedsionkowych.

Gruzoły przedsionkowe mniejsze (*glandulae vestibulares minores*) wytwarzają śluzową wydzielinę i zlokalizowane są na dnie przedsionka. Gruzoły przedsionkowe większe (*glandulae vestibulares majores*) położone są bocznie i w tylnej części przedsionka pochwy. Ich przewody wyprowadzające uchodzą w rowku, przysródkowo do warg sromowych mniejszych. Ich wydzielina jest obficie produkowana w trakcie stosunku płciowego, a jej główną funkcją jest zwilżanie przedsionka pochwy (odruch wydzielniczy odpowiada wytryskowi u mężczyzny).

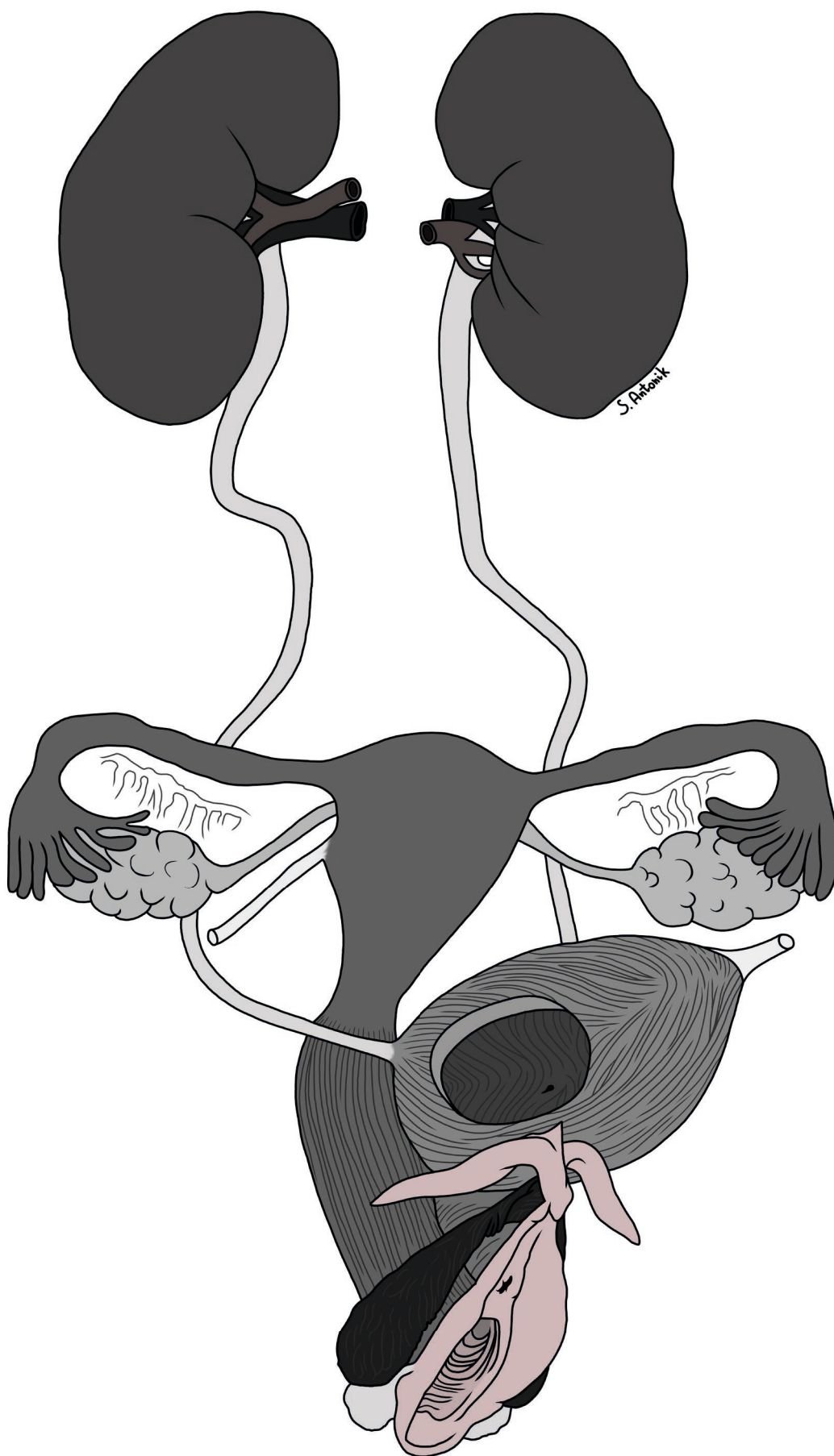
Łechtaczka i opuszki przedsionka

Łechtaczka (*clitoris*) to nieparzysty narząd ulokowany w górnej i przedniej części sromu. Zbudowana jest podobnie jak prącie u mężczyzn, z dwóch ciał jamistych (*corpora cavernosa clitoridis*), które swymi odnogami przyczepiają się do gałęzi dolnych kości łonowych oraz do gałęzi kulszowych. Odnogi w pobliżu spojenia łonowego łączą się we wspólny pień, czyli trzon łechtaczki (*corpus clitoridis*). Trzon kończy się zaokrąglonym i powleczone skórą wierzchołkiem, który stanowi żołądź łechtaczki (*glans clitoridis*). Budowa ciał jamistych łechtaczki jest podobna do budowy ciał jamistych prącia (pokryte są błoną białawą, przedzielone przegrodą ciał jamistych i zawierają jamki).

Opuszki przedsionka (*bulbi vestibuli*) to parzyste twory kształtu migdałowatego, ukryte w ścianie sromu, odpowiadające opuszce prącia. Budowę przypominają ciało gąbczaste prącia. Otoczone są błoną białawą, a wewnątrz zbudowane z licznych spłotów żylnych. Spłoty w trakcie stosunku płciowego silnie wypełniają się krwią, wytwarzając w ścianie sromu grubą podściółkę. Jednocześnie, podobnie jak ciało gąbczaste, nie usztywniają się i nie twardnieją.



Ryc. 25. Narządy rozrodcze żeńskie wewnętrzne



Ryc. 26. Układ moczowo-płciowy żeński

Tabela 22. Układ moczowo-płciowy żeński

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Nerka	
Moczowód	
Pęcherz moczowy	
Jajowód	
Jajnik	
Macica	
Pochwa	
Łechtaczka	
Ujście zewnętrzne cewki moczowej	
Ujście pochwy	
Opuszka przedsionka	

Tabela 23. Układ rozrodczy żeński

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Jajnik	
Więzadło właściwe jajnika	
Krezka jajnika	
Więzadło wieszadłowe jajnika	
Rdzeń jajnika	
Kora jajnika	
Jajowód	
Lejek jajowodu	
Bańka jajowodu	
Cieśń jajowodu	
Część maciczna jajowodu	

Tabela 23. cd.

Strzępki jajowodu	
Macica	
Trzon macicy	
Jama macicy	
Cieść macicy	
Szyjka macicy	
Dno macicy	
Ujście macicy	
Pochwa	
Sklepienie pochwy	
Ujście pochwy	
Marszczki pochwowe	

Układ nerwowy (*systema nervosum*)

Układ nerwowy dzielimy na:

- ośrodkowy (*systema nervosum centrale*),
- obwodowy (*systema nervosum periphericum*).

Ponadto w obrębie obu powyższych układów wyróżniamy **układ nerwowy autonomiczny** (*systema nervosum autonomicum*), zwany inaczej wegetatywnym.

Układ nerwowy ośrodkowy ma złożoną budowę. Wyróżniamy w nim część dolną mniejszą, czyli rdzeń kręgowy (*medulla spinalis*) mieszczący się w kanale kręgowym, oraz większą część górną zlokalizowaną w jamie czaszki, czyli mózgowie (*encephalon*). Rdzeń kręgowy i mózgowie objęte są błonami łącznotkankowymi zwanymi oponami (*meninges*), które oddzielają elementy układu ośrodkowego od otaczających kości.

Układ nerwowy obwodowy tworzą nerwy (*nervi*) i związane z nimi zwoje (*ganglia*). Nerwy stanowią wypustki ośrodkowego układu nerwowego, przebiegające na obwód. W zależności od miejsca odejścia dzielimy je na:

- nerwy rdzeniowe (*nervi spinales*) – 31 par, odchodzące od rdzenia kręgowego;
- nerwy czaszkowe (*nervi craniales*) – 12 par, odchodzące od mózgowia.

Nerwy rdzeniowe są nerwami mieszanymi – przewodzą zarówno impulsy ruchowe (eferentne) do mięśni, jak i czuciowe (afferentne) z obwodu do ośrodkowego układu nerwowego. Powstają z połączenia korzeni przednich (ruchowych) i tylnych (czuciowych) rdzenia kręgowego.

Nerwy czaszkowe mogą mieć różny charakter przewodnictwa:

- niektóre są wyłącznie ruchowe (np. nerw podjęzykowy – XII),
- inne wyłącznie czuciowe (np. nerw węchowy – I),
- wiele z nich to nerwy mieszane (np. nerw twarzowy – VII).

Dwanaście nerwów czaszkowych to:

- I – nerw węchowy (*n. olfactorius*) – czuciowy,
- II – nerw wzrokowy (*n. opticus*) – czuciowy,
- III – nerw okoruchowy (*n. oculomotorius*) – ruchowy,
- IV – nerw bloczkowy (*n. trochlearis*) – ruchowy,
- V – nerw trójdzielny (*n. trigeminus*) – mieszany,
- VI – nerw odwodzący (*n. abducens*) – ruchowy,
- VII – nerw twarzowy (*n. facialis*) – mieszany,
- VIII – nerw przedsionkowo-ślimakowy (*n. vestibulocochlearis*) – czuciowy,
- IX – nerw językowo-gardłowy (*n. glossopharyngeus*) – mieszany,
- X – nerw błędny (*n. vagus*) – mieszany,
- XI – nerw dodatkowy (*n. accessorius*) – ruchowy,
- XII – nerw podjęzykowy (*n. hypoglossus*) – ruchowy.

Układ nerwowy autonomiczny pełni istotną rolę w regulowaniu środowiska wewnętrznego ustroju. Unerwia mięśnie gładkie (narządów i naczyń krwionośnych), mięsień sercowy i gruczoły (wewnętrzne oraz w obrębie skóry). Najbardziej

charakterystyczne struktury to pień współczulny (*truncus sympathicus*) przebiegający po obu stronach kręgosłupa oraz sploty nerwowe autonomiczne, licznie oplatające naczynia krwionośne. Układ autonomiczny stanowią nie tylko własne nerwy i sploty, lecz także część nerwów czaszkowych, rdzeniowych oraz struktury ośrodkowego układu nerwowego. Dzieli się on na część współczulną (sympatyczną) i przywspółczulną (parasympatyczną), które działają antagonistycznie, utrzymując równowagę czynności narządów wewnętrznych.

- Część współczulna jest szczególnie aktywna w sytuacjach stresu, wysiłku czy zagrożenia (reakcja walki lub ucieczki). Powoduje m.in. przyspieszenie pracy serca, rozszerzenie oskrzeli, rozszerzenie źrenic oraz mobilizację glukozy. Głównym neuroprzekaźnikiem w zakończeniach nerwowych jest noradrenalina (w niektórych synapsach także adrenalina), a w zwojach – acetylocholina.
- Część przywspółczulna dominuje w stanie spoczynku i podczas trawienia (reakcja odpoczynku i trawienia). Spowalnia pracę serca, zwęża źrenice, nasila wydzielanie gruczołów trawiennych i pobudza perystaltykę jelit. Jej głównym neuroprzekaźnikiem jest acetylocholina, zarówno w synapsach zwojowych, jak i w zakończeniach nerwowych.

W ten sposób obie części autonomicznego układu nerwowego działają naprzemiennie i regulują czynności narządów niezależnie od naszej woli, zapewniając homeostazę organizmu.

Tkanki układu nerwowego

To przede wszystkim tkanka nerwowa, którą tworzą komórki nerwowe, ale również tkanka glejowa pełniąca w układzie różnorodne funkcje.

Tkanka nerwowa

Komórka nerwowa, inaczej neuron, składa się z perykarionu (ciała komórki) oraz dwóch rodzajów wypustek: licznych dendrytów i jednego aksonu. Ciało komórki z reguły zawiera jedno jądro, tigroid (zasadochłoną substancję charakterystyczną dla neuronów), organelle (mitochondria, lizosomy, siateczkę śródplazmatyczną) i barwniki (np. melanine w komórkach istoty czarnej oraz lipofuscynę, której ilość wzrasta z wiekiem i w przebiegu różnych chorób). Dendryty stanowią wypustki rozszerzone u podstawy, które zwężając się ku obwodowi komórki i dzieląc, wytwarzają drzewo dendrytyczne. Akson, zwany inaczej neurylem, rozpoczyna się w ciele komórki lub w jednym z dendrytów. Na całym przebiegu, w przeciwieństwie do dendrytów, ma stałą średnicę. Jego cytoplazma zawiera wiele neurofibryli, a od zewnątrz otoczona jest aksolemą (cienką błoną protoplazmatyczną) i osłonkami. Akson pokryty osłonkami tworzy wówczas włókno nerwowe.

Na zakończeniach aksonów znajdują się synapsy, czyli wyspecjalizowane połączenia z innymi neuronami, komórkami mięśniowymi lub gruczołowymi. W synapsach impuls nerwowy przekazywany jest za pomocą neuroprzekaźników chemicznych takich jak acetylocholina, dopamina, noradrenalina, serotonina czy kwas glutaminowy. Dzięki temu możliwe jest szybkie i precyzyjne przekazywanie informacji w obrębie układu nerwowego.

Tkanka glejowa

Tkanka ta nazywana jest w skrócie glejem. Utworzona jest przez komórki zróżnicowane pod względem morfologicznym i fizjologicznym. W tej grupie wyróżniamy: astrocyty, oligodendrocyty, ependymocyty i komórki mikrogleju. Astrocyty to bardzo duże komórki gwiaździste otaczające bezpośrednio tkankę nerwową od otoczenia. Oligodendrocyty odpowiedzialne są za wytwarzanie osłonek mielinowych wokół aksonów ośrodkowego układu nerwowego. Główna rola ependymocytów to pośrednictwo w transporcie substancji na drodze pomiędzy płynem mózgowo-rdzeniowym i ośrodkowym układem nerwowym. Mikroglej z kolei ma zdolność przemieszczania się i fagocytozy (cząstek powstałych z rozpadu obumarłych komórek i włókien nerwowych).

Ośrodki i drogi nerwowe

Ciała komórek nerwowych oraz ich aksony rozmieszczone są w elementach ośrodkowego układu nerwowego nierównomiernie. Miejsca, w których występuje nagromadzenie ciał komórek, nazywamy istotą szarą (*substantia grisea*). Z kolei te obszary, które już w obserwacji makroskopowej są jaśniejsze (dzięki obecności mieliny w osłonkach włókien), stanowią skupiska włókien nerwowych i zwane są istotą białą (*substantia alba*). Czynnościowe skupiska istoty szarej, odgraniczające się wyraźnie od reszty, nazywamy ośrodkami nerwowymi (*centra nervosa*). W ujęciu morfologicznym grupę komórek o podobnej budowie, która daje się odseparować od reszty (głównie od istoty białej), nazywamy jądrokami (*nuclei*). Tam gdzie różnice nie są tak wyraźne, mówimy o polach, okolicach lub warstwach. Długie włókna nerwowe tworzące istotę białą mogą układać się w pęczki (*fasciculi*). Gdy pęczki te mają wspólny początek i koniec w tym samym ośrodku, nazywamy je drogą nerwową (*tractus nervosus*). W ogólnym ujęciu drogi istoty białej dzielimy na trzy grupy:

- drogi rzutowe (projekcyjne), czyli wstępujące i zstępujące, które przewodzą impulsy na odległe obszary;
- drogi kojarzeniowe (asocjacyjne) krótkie, rozpoczynające się na tym samym piętrze ośrodkowego układu nerwowego, po tej samej stronie (np. w obrębie jednej półkuli łączą różne jej ośrodki między sobą);
- drogi spoidłowe (komisuralne) łączące jednoimienne ośrodki prawej i lewej połowy ośrodkowego układu nerwowego; przykładem tych dróg jest ciało modzelowate, które łączy ze sobą prawą i lewą półkulę mózgu.

Rozwój mózgowia

Mózgowie (*encephalon*) rozwija się w procesie embriogenezy z neuroektodermi wskutek powstania (z płytki nerwowej) cewy nerwowej. Cewa ta wewnątrz ma kanał środkowy, który po ukończeniu rozwoju przekształca się m.in. w układ komorowy mózgu.

Tworzącą się cewę podzielić można na część głowową, z której powstanie mózgowie, oraz część doogonową dającą początek rdzeniowi kręgowemu. W części głowowej wykształcają się trzy pierwotne pęcherzyki mózgowe: przodomózgowie (*prosencephalon*), śródmózgowie (*mesencephalon*) i tyłomózgowie (*rhombencephalon*). Wytwarzają się z nich pęcherzyki wtórne i jednocześnie formują się trzy zgięcia w osi podłużnej. Po ukończeniu rozwoju w mózgowiu wyróżniamy następujące części:

- z przodomózgowia powstaje kresomózgowie (*telencephalon*) i międzymózgowie (*diencephalon*),
- śródmózgowie (*mesencephalon*) pozostaje niepodzielone,
- z tyłomózgowia powstaje tyłomózgowie wtórne (*metencephalon*) i rdzeniomózgowie (*myelencephalon*).

Kresomózgowie ostatecznie dzieli się na kresomózgowie środkowe i boczne. Międzymózgowie składa się ze wzgórzomózgowia (*thalamencephalon*), podwzgórza (*hypothalamus*) i niskowzgórza (*subthalamus*). Tyłomózgowie wtórne tworzą most (*pons*) i położony nad nim mózdzek (*cerebellum*), a rdzeniomózgowie to rdzeń przedłużony (*medulla oblongata*).

Opony mózgowia i rdzenia kręgowego

Mózgowie w jamie czaszki oraz rdzeń kręgowy w kanale kręgowym nie przylegają ściśle do ścian kostnych. W jamach tych są koncentrycznie otoczone trzema osłonkami, zwanymi oponami (*meninges*). Stanowią je błony łącznotkankowe, różniące się między sobą pod względem morfologicznym i funkcjonalnym. Wyróżniamy:

- oponę twardą (*dura mater*),
- oponę pajęczą (*arachnoidea*),
- oponę miękką (*pia mater*).

Opona twarda położona jest najbardziej zewnętrznie. Jest mocna, gruba i twarda. Opona pajęczą to cienka, przezroczysta błona położona pod oponą twardą i oddzielona od niej włosowatą jamą podtwardówkową. Opona miękka

to delikatna błona pokrywająca ściśle mózgowie w obrębie wszystkich bruzd i zakrętów. Z pajęczynówką połączona jest siecią drobnych beleczek, dlatego czasami obu oponom nadaje się wspólne miano opony miękkiej. Pomiędzy beleczkami znajduje się płyn mózgowo-rdzeniowy, a przestrzeń ta nazywana jest jamą podpajęczynówkową.

Opona twarda

Pierwotnie w rozwoju składa się z dwóch blaszek: wewnętrznej i zewnętrznej. W takiej formie blaszki zachowują się w rdzeniu kręgowym. Blaszka zewnętrzna tworzy cienką okostną kanału kręgowego, a blaszka wewnętrzna jest właściwą oponą twardą rdzenia kręgowego. Jedynym miejscem zrośnięcia obu blaszek jest otwór wielki na podstawie czaszki. Tu również opona twarda rdzenia przechodzi w oponę twardą mózgowia. W związku z dużą ruchomością kręgosłupa dwie blaszki opony twardej dotyczą jedynie rdzenia. W obrębie czaszki mózgowie ściśle przylega do jej wnętrza, dlatego blaszki zlewają się w jednolitą osłonę. Między blaszkami opony twardej rdzenia kręgowego znajduje się jama nadwardówkowa (*cavum epidurale*), w której oprócz wiotkiej tkanki łącznej i tkanki tłuszczowej znajdują się liczne sploty żyłne (odpowiadają zatokom opony twardej w mózgowiu). Jama nadwardówkowa jest najobszerniejsza w okolicy rozworu krzyżowego, dlatego bezpiecznie podawane są tam leki oraz środki znieczulające. W przypadku kręgosłupa pełni ważną rolę amortyzującą w trakcie jego gwałtownych ruchów. Blaszka wewnętrzna opony twardej rdzenia zawiera rdzeń tylko do granicy między kręgami L1 i L2. Kończy się pozornie na wysokości kręgów S2/S3 tzw. stożkiem opony twardej. Stożek w postaci włókna przedłuża się w nić końcową zewnętrzną, zawierającą nić końcową rdzenia i zstępującą aż do kości guzicznej. Ponadto opona twarda do każdego otworu międzykręgowego wysyła wypustki – pochewki korzeniowe (*vagina radicularis*), obejmujące oba korzenie i zwój rdzeniowy.

Opona twarda mózgowia również wytwarza swego rodzaju wypustki, stanowiące podporę większych odcinków mózgowia. Są nimi: sierp mózgu, sierp mózdzku oraz namiot mózdzku. Sierp mózgu (*falx cerebri*) jest płytą strzałkową o kształcie sierpa, przebiegającą od grzebienia koguciego ku tyłowi wzdłuż bruzdy zatoki strzałkowej górnej, wpukloną pomiędzy prawą i lewą półkulę. Niejako w jego przedłużeniu między obiema półkulami mózdzku przebiega sierp mózdzku (*falx cerebelli*), mający swój przyczep wzdłuż bruzdy zatoki prostej. Poprzecznie do obu wypustek między płaty potyliczne mózgu a mózdzek wciska się trzecia duża wypustka opony twardej, czyli namiot mózdzku (*tentorium cerebelli*). Pośrodkowo namiot łączy się z sierpem mózgu. W przestrzeni między pierwotnymi dwiema blaszkami opony twardej mózgowia wytwarza się obfity układ żylny, który nazywamy zatokami opony twardej (*sinus durae matris*). Zawiązują się głównie tam, gdzie powierzchnia mózgowia mniej ściśle przylega do wewnętrznej powierzchni czaszki, wskutek czego powstają tzw. przestrzenie martwe (np. w szczelinie podłużnej mózgu, wzdłuż przyczepu sierpa mózgu do czaszki).

Opona pajęcząca

Jest delikatną, nieunaczynioną, przezroczystą błoną, dostosowaną kształtem do opony twardej. Przyciśnięta jest do niej płynem mózgowo-rdzeniowym, który wypełnia znajdującą się między pajęczynówką a oponą miękką jamę podpajęczynówkową (*cavum subarachnoideale*). W jamie podpajęczynówkowej rdzenia przebiegają ponadto przednie i tylne korzenie nerwów rdzeniowych, większe żyły i więzadło ząbkowane. Ku dołowi jama sięga do wysokości kręgów L1/L2. Zatem poniżej możliwe jest wykonanie nakłucia lędźwiowego (*punctio lumbalis*) bez ryzyka uszkodzenia rdzenia, który sięga właśnie do tej wysokości. Pajęczynówka mózgowia dostosowuje się kształtem do jamy czaszki. Przebiega nad wszystkimi zagłębieniami i bruzdami powierzchni mózgowia, które ściśle pokrywa opona miękka. Dlatego też w tych miejscach tworzą się obszerniejsze przestrzenie, zwane zbiornikami pajęczynówki (*cisternae subarachnoideales*). Najważniejsze z nich to: zbiornik mózdkowo-rdzeniowy i zbiornik podstawny. W pobliżu zatok opony twardej, a głównie zatoki strzałkowej górnej, powierzchnie pajęczynówki pokrywają kalafiorowate wypustki zwane ziarnistościami pajęczynówki (*granulationes arachnoideales*). Wpuklają się one w głąb zatok opony twardej. Niekiedy zjawisko to jest tak silne wzdłuż bruzdy zatoki strzałkowej górnej, że żłobią na wewnętrznej powierzchni czaszki dołeczki nazywane dołeczkami ziarenkowymi (*foveolae granulares*). Przez ziarnistości wpuklające się do zatok opony twardej dochodzi do przesączenia części płynu mózgowo-rdzeniowego, skąd przedostaje się do układu żylnego.

Opona miękka

Zarówno w rdzeniu kręgowym, jak i w mózgowiu opona miękka ściśle pokrywa wszystkie struktury. W obrębie rdzenia kręgowego wnika głęboko aż do szczeliny pośrodkowej przedniej oraz przedłuża się na korzenie i pnie nerwów rdzeniowych. Obejmuje także nić końcową rdzenia, ale kończy się poniżej i w niewielkiej odległości od stożka rdzeniowego tworzy nić końcową, która nie zawiera składników nerwowych.

Opona miękka mózgowia oprócz tego, że ściśle pokrywa wszystkie zakręty i bruzdy mózgowia aż do ich dna, wnika do komór mózgowia. Tam wraz ze splotami naczyniówkowymi komór tworzy tkankę naczyniówkową, odpowiadającą za wytwarzanie głównie w obrębie komór bocznych, ale także komory III i IV płynu mózgowo-rdzeniowego.

Opona miękka jest bogato unerwiona. Nerwy przebiegają samodzielnie lub razem z naczyniami, tworząc wokół nich delikatne sploty. Unerwienie głównie pochodzi od układu autonomicznego. Bodźce mechaniczne (np. cięcie skalpelem) nie powodują uczucia bólu, podobnie jak w samym mózgowiu, które jest niewrażliwe czuciowo. W ten sposób unerwiona jest jedynie opona twarda.

Mózgowie (*encephalon*)

Mózgowie prawie całkowicie wypełnia jamę czaszki. Średnia masa mózgowia osoby dorosłej wynosi 1200–1400 g, co odpowiada 2% masy ciała. Od zewnątrz wyróżniamy na mózgowiu płaską powierzchnię podstawną oraz wypukłą powierzchnię górno-boczną.

Kresomózgowie

Powierzchnię górno-boczną tworzą półkule mózgu (*hemisphaeria cerebri*) zwane inaczej kresomózgowiem (*telencephalon*), które pokrywa kora mózgowa (*cortex cerebri*). Jej powierzchnia jest silnie pofałdowana, wskutek czego tworzą się na niej głębokie bruzdy (*sulci*) oraz wypukłe zakręty (*gyri*). Te z kolei łączą się w większe jednostki nazywane płatami (*lobi*). Wyróżnia się płaty: czołowy (*lobus frontalis*), ciemieniowy (*lobus parietalis*), skroniowy (*lobus temporalis*), potyliczny (*lobus occipitalis*) i wyspę (*insula*). Płaty występują w każdej półkuli mózgu. Półkule oddzielone są od siebie szczeliną podłużną mózgu (*fissura longitudinalis cerebri*). Bruzdy dzielimy w zależności od czasu występowania w rozwoju osobniczym i głębokości na bruzdy pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowe. Bruzdy pierwszorzędowe są najgłębsze, najbardziej stałe oraz wydzielają płaty. Bruzdy drugorzędowe są płytsze, lecz również stałe, oddzielają od siebie zakręty. Bruzdy trzeciorzędowe są zmienne i występują w obrębie zakrętów. Kora mózgu pokrywająca półkule zbudowana jest z istoty szarej. W jej obrębie wyróżniamy: korę nową obejmującą około 90% półkul oraz korę starą, będącą głównym elementem wężomózgowia i układu limbicznego. W korze nowej wyróżniamy sześć warstw o zróżnicowanej budowie, których analiza umożliwiła wyodrębnienie w obszarze kory mózgu tzw. pól cytoarchitektonicznych. Najbardziej znanym podziałem kory mózgu na wspomniane pola jest podział Brodmanna (ok. 50 pól). Wewnątrz półkul znajduje się istota biała. Jej największym skupiskiem jest ośrodek półowalny (*centrum semiovale*) utworzony przez włókna nerwowe biegnące w różnych kierunkach powyżej ciała modzelowatego, będącego największym spoidłem mózgu. Poniżej tego miejsca włókna nerwowe skupione są w postaci tzw. torebek: wewnętrznej (*capsula interna*), zewnętrznej (*capsula externa*) i najdalszej (*capsula extrema*). Torebki oddzielają od siebie struktury podkorowe półkul, które są podkorowymi skupiskami istoty szarej. Zaliczamy do nich:

- ciało prążkowane (*corpus striatum*),
- ciało migdałowate (*corpus amygdaloideum*),
- przedmurze (*claustrum*).

Ciało prążkowane stanowi część układu limbicznego. Zawiera jądro ogoniaste (*nucleus caudatus*) i skorupę (*putamen*). Jądro ogoniaste ma kształt przecinka i w całości towarzyszy komorze bocznej mózgowia. Rozciąga się od płata czołowego,

przez ciemieniowy, do skroniowego. Skorupa razem z gałką bladą (*globus pallidus*) tworzy jądro soczewkowate (*nucleus lentiformis*). Ciało migdałowe położone jest w przednio-przyśrodkowej części płata skroniowego. Jest strukturą istotną dla procesów emocjonalnych, kontrolowania czynności narządów wewnętrznych oraz odbierania wrażeń węchowych. Przedmurze to wąskie pasmo istoty szarej oddzielone torebką najdalszą od kory wyspy, o licznych połączeniach z niemal wszystkimi obszarami kory mózgu.

Istota biała półkul dzieli się na włókna rzutowe, spoidłowe i kojarzeniowe. Włókna rzutowe stanowią połączenie kory z innymi, daleko położonymi ośrodkami układu nerwowego. Największym skupiskiem tych włókien jest torebka wewnętrzna. Włókna spoidłowe tworzą spoidła:

- spoidło przednie (*commissura anterior*);
- spoidło sklepienia (*commissura fornicis*);
- ciało modzelowate (*corpus callosum*), zwane inaczej spoidłem wielkim (największe spoidło mózgu); odpowiada za koordynację czynności ośrodków korowych obu półkul.

Włókna kojarzeniowe stanowią połączenia między różnymi ośrodkami korowymi tej samej półkuli.

Układ komorowy

Pozostałością po świetle cewy nerwowej w obrębie półkul jest rozwinięty układ komorowy mózgowia. Tworzą go cztery komory połączone między sobą otworami i wodociągiem śródmózgowia. W obrębie kresomózgowia mieszczą się dwie komory boczne (*ventriculi laterales*). Każda z komór ma część środkową (zlokalizowaną w płacie ciemieniowym) i trzy rogi: przedni (w płacie czołowym), tylny (w płacie potylicznym) i dolny (sięgający do płata skroniowego). Obie komory łączą się z komorą trzecią przez otwory międzykomorowe (*foramen interventriculare*). Część środkową i róg dolny od wewnątrz wyściela splot naczyniówkowy (*plexus choroideus*), który wytwarza płyn mózgowo-rdzeniowy (*liquor cerebrospinalis*). Komora trzecia (*ventriculus tertius*) otoczona jest kresomózgowiem nieparzystym i międzymózgowiem. Jej strop pokrywa również splot naczyniówkowy, wytwarzający płyn mózgowo-rdzeniowy. W obrębie śródmózgowia znajduje się wodociąg mózgu (*aqueductus mesencephali*), którym płyn dostaje się do komory czwartej (*ventriculus quartus*). Ma ona kształt piramidy i znajduje się w tyłomózgowiu pierwotnym. Jego dno tworzy grzbietowa powierzchnia mostu i rdzenia przedłużonego, a strop – mózdzek. Komora czwarta ku dołowi przechodzi w kanał środkowy rdzenia przedłużonego, a następnie kręgowego (*canalis centralis*). Płyn mózgowo-rdzeniowy jest wodnistą cieczą, wypełniającą nie tylko komory, ale także jamę podpajęczynówkową mózgowia i rdzenia kręgowego. W ciągu doby sploty naczyniówkowe wytwarzają ok. 450–500 ml. W tym czasie jest on wymieniany około czterokrotnie. Z układu komorowego płyn przedostaje się do przestrzeni podpajęczynówkowej i jej zbiorników, a z niej przez ziarnistości pajęczynówki (*granulationes arachnoidales*) wchłaniany jest do układu żylnego.

Międzymózgowie (*diencephalon*)

To część mózgowia, która razem z kresomózgowiem powstaje z pierwotnego przodomózgowia. Jest niejako wciśnięte w kresomózgowie, tak że jedynie od dołu międzymózgowie widać je bez preparacji. W jego obrębie wyróżniamy dwie podstawowe części: górną, którą tworzy wzgórzomózgowie (*thalamencephalon*), i dolną, czyli podwzgórze (*hypothalamus*) i niskowzgórze (*subthalamus*).

Wzgórzomózgowie składa się ze wzgórza (*thalamus*), z zawzgórza (*metathalamus*) i nadwzgórza (*epithalamus*). Podwzgórze widoczne jest na powierzchni podstawnej mózgowia, wytwarza również dno komory trzeciej. Ku tyłowi przechodzi ono w niskowzgórze (*subthalamus*).

Wzgórze (*thalamus*) stanowi największą część międzymózgowia. Jest jednocześnie największym podkorowym ośrodkiem pośredniczącym w przekazywaniu impulsów czuciowych do kory mózgu, kontroluje przepływ impulsów związanych

z emocjami i ruchami dowolnymi. Makroskopowo wzgórze jest dużym, parzystym skupiskiem istoty szarej o kształcie jajowatym. Oba wzgórza oddziela od siebie światło komory trzeciej.

Nadwzgórze (*epithalamus*) położone jest między tylnymi częściami obu wzgórz. Wyróżnia się w nim parzystą część boczną i nieparzystą część środkową. Do parzystej części bocznej zalicza się uzdeczkę (*habenula*) i trójkąt uzdeczki (*trigonum habenulae*). Część nieparzystą tworzą natomiast: szyszynka (*corpus pineale*), spoidło uzdeczek (*commissura habenularum*) i spoidło tylne (*commissura posterior*). Szyszynka jest największym elementem nadwzgórza o kształcie przypominającym spłaszczoną szyszkę sosny. Jest gruczołem dokrewnym wytwarzającym hormon melatoninę, zwaną inaczej hormonem snu. Jej wydzielanie ma ścisły związek ze światłem, które ma na nią hamujący wpływ (czynność wydzielania melatoniny jest skorelowana z dobowym rytmem zmian oświetlenia). Ma to znaczenie w utrzymaniu rytmiczności różnych funkcji fizjologicznych organizmu. Warto wiedzieć, że szyszynka hamuje wydzielanie hormonów gonadotropowych, zapobiegając przedwczesnemu dojrzewaniu.

Zawzgórze (*metathalamus*) tworzą obustronnie dwa ciała kolankowate: boczne i przyśrodkowe. Są to niewielkie wyniosłości znajdujące się w sąsiedztwie tylnego bieguna wzgórze. Ciało kolankowate przyśrodkowe (*corpus geniculatum mediale*) zawiera jądro ciała kolankowatego przyśrodkowego, stanowiące podkorowy ośrodek słuchu. Stąd aksony w postaci promienistości słuchowej wysyłane są do pola 41. w płacie skroniowym, czyli korowego ośrodka słuchu. Z kolei jądro ciała kolankowatego bocznego (*corpus geniculatum laterale*) stanowi podkorowy ośrodek wzroku, który otrzymuje impulsy z siatkówki oka i przekazuje je aksonami do kory wzrokowej płata potylicznego, czyli do pola 17.

Podwzgórze (*hypothalamus*) stanowi dno komory trzeciej, a od góry dotyka obu wzgórz. Od przodu widoczne są na niej: skrzyżowanie wzrokowe (*chiasma opticum*), następnie guz popielaty (*tuber cinereum*) i ciała suteczkowe (*corpora mammillaria*). Od guza popielatego ku dołowi zwisa lejek (*infundibulum*), na którym zawieszona jest przysadka mózgowa (*hypophysis*). Jest ona gruczołem wydzielania wewnętrznego o kształcie fasoli. Zbudowana jest z dwóch płatów: przedniego i tylnego. Płat przedni zwany jest inaczej gruczołowym i wydziela hormony regulujące funkcjonowanie innych gruczołów. Płat tylny zwany jest nerwowym.

Niskowzgórze (*subthalamus*) to część międzymózgowia znajdująca się między podwzgórzem a śródmózgowiem. Należą do niego skupiska istoty szarej, z których najważniejszymi są jądro niskowzgórzowe i warstwa niepewna. Włókna istoty białej tworzą tu charakterystyczne pola Forela.

Śródmózgowie (*mesencephalon*)

To jedyny niepodzielony w rozwoju pęcherzyk mózgowia (istnieje zarówno jako pęcherzyk pierwotny, jak i wtórny). Śródmózgowie jest początkiem tzw. pnia mózgu, położonym między międzymózgowiem a mostem i mózdzkiem. Jego światłem jest wąski kanał opisany razem z układem komorowym, zwany wodociągiem śródmózgowia. W śródmózgowiu wydziela dwie strefy: brzuszna i grzbietowa. Część brzuszna tworzą konary mózgu (*pedunculi cerebri*), a grzbietową – pokrywa śródmózgowia (*tectum mesencephali*). Konar mózgu jest zbudowany z części parzystej zwanej podstawą konara (*basis pedunculi*) oraz z nieparzystej nakrywki (*tegmentum mesencephali*). Między podstawami konara znajduje się trójkątne zagłębienie, zwane dołem międzykonarowym (*fossa interpeduncularis*). Okolica jest poprzębiana wieloma otworami dla drobnych tętnic, dlatego nosi nazwę istoty dziurkowanej tylnej. Pokrywę śródmózgowia tworzą blaszka pokrywy (*lamina tecti*) i cztery wzgórki: dwa dolne (*colliculus inferior*) i dwa górne (*colliculus superior*). Łączą się z ciałami kolankowatymi zawzgórze, odpowiednio, wzgórki dolne z ciałem kolankowatym przyśrodkowym, a wzgórki górne z ciałem kolankowatym bocznym. W związku z tym wzgórki dolne włączone są w przebieg drogi słuchowej, a górne – drogi wzrokowej.

Most (pons)

Stanowi część środkową pnia mózgu położoną między śródmózgowiem a rdzeniem przedłużonym, od których wyraźnie się oddziela. Wyróżniamy w jego obrębie dwie zasadnicze części: brzuszna i grzbietową. Część brzuszna jest znacznie uwypuklona i wykazuje poprzeczne prążkowanie. Składa się z dwóch wyniosłości piramidowych (*eminentiae pyramidales*) przedzielonych pośrodku bruzdą podstawną (*sulcus basilaris*), w której przebiega tętnica podstawna mózgu (*arteria basilaris*). Wyniosłości piramidowe ku bokom przechodzą w konar środkowy mózdzku, łączący most z mózdzkiem. Powierzchnia grzbietowa mostu razem z grzbietową powierzchnią rdzenia przedłużonego tworzą dno komory czwartej, zwane ze względu na swój kształt dołem równoległobocznym (*fossa rhomboidea*). W budowie wewnętrznej części grzbietowej mostu warto wspomnieć o tworze siatkowatym (*formatio reticularis*), który łączy się z jednoimiennym tworem śródmózgowia i rdzenia przedłużonego. W skład tworu siatkowatego mostu wchodzi wiele jąder, które odpowiadają np. za regulację napięcia emocjonalnego, uczenie się, modulację informacji bólowych czy też napięcie niektórych mięśni.

Mózdzek (cerebellum)

Położony jest w dole tylnym czaszki, po grzbietowej stronie pnia mózgowia, poniżej płatów potylicznych. Tworzy sklepienie komory czwartej. Mózdzek tworzą dwie półkule mózdzku (*hemispheria cerebelli*), połączone pośrodkową częścią zwaną robakiem (*vermis cerebelli*). Całą powierzchnię mózdzku pokrywają blaszkowate zakręty mózdzku (*folia cerebelli*), oddzielone od siebie szczelinami mózdzku. Struktury te znajdują się w korze mózdzku (*cortex cerebelli*), która podobnie jak w półkulach występuje powierzchownie. Istota biała mózdzku zlokalizowana jest wewnątrz i nosi nazwę ciała rdzennego mózdzku (*corpus medullare cerebelli*). W obrębie ciała rdzennego występują cztery parzyste skupiska istoty szarej, zwane jądrami mózdzku (*nuclei cerebelli*). Wyróżniamy wśród nich, idąc od środka: jądro wierzchu (*nucelus fastigii*), jądro kulkowate (*nucleus globosus*), jądro czopowate (*nucleus emboliformis*) i jądro zębate (*nucleus dentatus*). Ciało rdzenne mózdzku tworzą drogi domózdzkowe, odmózdzkowe i drogi własne mózdzku. Trzy konary mózdzku: górny, środkowy i dolny łączą go, odpowiednio, ze śródmózgowiem, z mostem i rdzeniem przedłużonym.

Do funkcji mózdzku należy przede wszystkim utrzymanie równowagi i postawy ciała, regulacja napięcia mięśniowego oraz zapewnienie płynności i koordynacji ruchów.

Rdzeń przedłużony (medulla oblongata)

Stanowi ostatnią część pnia mózgu. U góry przechodzi w most, a u dołu, za skrzyżowaniem piramid, w rdzeń kręgowy. Wewnątrz posiada światło będące przedłużeniem kanału środkowego rdzenia. Na jego powierzchni brzusznej widoczne są parzyste wyniosłości, czyli piramidy (*pyramides medullae oblongatae*), rozdzielone szczeliną pośrodkową przednią (*fissura mediana anterior*) i zawierające drogi piramidowe. W najniższej części rdzenia krzyżują się, tworząc skrzyżowanie piramid (*decaussatio pyramidum*). Bocznie od piramid znajdują się kolejne parzyste wyniosłości, czyli oliwki (*oliva*), które ku dołowi przedłużają się w sznur boczny rdzenia kręgowego (*funiculus lateralis*). Na powierzchni grzbietowej rdzenia przedłużonego w linii pośrodkowej występuje bruzda pośrodkowa tylna (*sulcus medianus posterior*), a po jej obu stronach przebiegają tak jak w rdzeniu kręgowym dwie drogi nerwowe: pęczek smukły i pęczek klinowaty. Drogi te kończą się wyniosłościami zwanymi guzkiem smukłym (*tuberculum gracile*) i guzkiem klinowatym (*tuberculum cuneatum*). W części grzbietowej rdzenia widoczne są twór siatkowaty oraz inne skupiska istoty szarej tworzące jądra. Znajdują się tu ważne ośrodki oddychania i krążenia, decydujące o właściwej kontroli obu układów w zależności od zmieniających się warunków zewnętrznych.

Rdzeń kręgowy (*medulla spinalis*)

Jest dolną częścią ośrodkowego układu nerwowego, która przebiega przez część szyjną i piersiową kręgosłupa oraz górny odcinek części lędźwiowej. Za górne ograniczenie rdzenia uważa się jego przejście przez otwór wielki (*foramen magnum*), miejsce wyjścia pierwszej pary nerwów rdzeniowych lub skrzyżowanie piramid. U dołu kończy się na granicy kręgow L1/L2 jako stożek rdzeniowy (*conus medullaris*). Poniżej stożka znajduje się tylko szczątkowa część rdzenia, czyli nić końcowa (*filum terminale*). Występuje tam w otoczeniu korzeni nerwów odcinka lędźwiowego i stożka rdzeniowego, wyróżniając się na ich tle srebrzystą barwą. Przeciętna długość rdzenia u dorosłych waha się między 43 a 45 cm i zależy od wysokości ciała. Na całym przebiegu jego grubość jest nierównomierna. W odcinku szyjnym i lędźwiowym jest on rozszerzony, a w odcinku piersiowym silnie zwężony. Taka budowa związana jest z unerwieniem kończyn przez grubsze odcinki rdzenia. Rdzeń kręgowy ma dwie krzywizny: szyjną (*flexura cervicalis*) i piersiową (*flexura thoracica*), odpowiadające krzywiznom kręgosłupa. Krzywizny te zachowują się również po wyjęciu rdzenia z kanału kręgowego.

Budowa zewnętrzna rdzenia – bruzdy i sznury

Na zewnątrz rdzenia występuje szereg bruzd przebiegających podłużnie, zaznaczających jego podział na całej długości na sześć sznurów (po trzy w każdej połowie). Są to:

- szczelina pośrodkowa przednia (*fissura mediana anterior*) występująca z przodu, głęboka, nieparzysta, wypełniona oponą miękką rdzenia;
- bruzda boczna przednia (*sulcus lateralis anterior*) zwana inaczej polem korzeniowym przednim; występuje obustronnie ok. 2–3 mm od szczeliny pośrodkowej przedniej i jest miejscem wyjścia pęczków włókien nerwowych zwanych nićmi korzeni brzusznych nerwów rdzeniowych;
- bruzda pośrodkowa tylna (*sulcus medianus posterior*) płytsza od szczeliny przedniej; w głąb rdzenia przedłuża się w przegrodę pośrodkową tylną;
- bruzda boczna tylna (*sulcus lateralis posterior*) znajdująca się ok. 3 mm od bruzdy pośrodkowej tylnej, obustronnie; zwana polem korzeniowym tylnym, ponieważ jest miejscem wyjścia nici korzeni grzbietowych nerwów rdzeniowych.

Pomiędzy bruzdami w każdej części występują podłużne, wypukłe pasma istoty białej zwane sznurami. Między szczeliną pośrodkową przednią a bruzdą boczną przednią znajduje się sznur przedni (*funiculus anterior*). Między bruzdą pośrodkową tylną a bruzdą boczną tylną widoczny jest sznur tylny (*funiculus posterior*), natomiast między bruzdą boczną tylną i przednią – sznur boczny (*funiculus lateralis*). Ponadto sznur tylny prawy i lewy dzielą się na dwie części: pęczek smukły (*fasciculus gracilis*) i pęczek klinowaty (*fasciculus cuneatus*).

Obustronnie z rdzeniem kręgowym za pośrednictwem korzeni brzusznych i grzbietowych połączonych jest 31 par nerwów rdzeniowych:

- 8 szyjnych (*nervi cervicales*),
- 12 piersiowych (*nervi thoracici*),
- 5 lędźwiowych (*nervi lumbales*),
- 5 krzyżowych (*nervi sacrales*),
- 1 guziczny (*nervus coccygeus*).

We wczesnych etapach życia płodowego rdzeń niemal w całości wypełnia kanał kręgowy. W związku z tym korzenie nerwów wychodzą z rdzenia kręgowego do otworu międzykręgowego poziomo (prostopadle do rdzenia). W dalszym rozwoju kręgosłup jednak wzrasta szybciej niż sam rdzeń (tzw. pozorne wstępowanie rdzenia), dlatego stożek rdzeniowy wędruje ku górze. W efekcie korzenie nerwów zmieniają przebieg z poziomego na skośny, a tym samym się wydłużają. Najdłuższymi korzeniami są wychodzące z lędźwiowego, krzyżowego i guzicznego odcinka rdzenia. Tworzą one wewnątrz worka opony twardej, w towarzystwie nici końcowej, tzw. ogon koński (*cauda equina*).

Budowa wewnętrzna rdzenia kręgowego

Budowa wewnętrzna rdzenia widoczna jest najbardziej na jego przekroju poprzecznym. Cechą charakterystyczną jest odwrotny niż w mózgowiu układ istoty białej i szarej, gdyż istota biała występuje w rdzeniu kręgowym na zewnątrz i otacza matową istotę szarą położoną centralnie. Opisaną powyżej bruzda i szczelina pośrodkowa dzielą niemal zupełnie rdzeń na dwie części: prawą i lewą. Centralnie uwidacznia się wąski (nawet 0,1 mm) kanał środkowy (*canalis centralis*), który jest pozostałością światła pierwotnej cewy nerwowej. Przebiega na całej długości rdzenia, a ku górze przechodzi w komorę czwartą mózgowia.

Istota szara (*substantia grisea*)

W przekroju poprzecznym istota szara ma kształt motyla/litery H. Pionowe ramiona litery wygięte są bocznie na końcach, a ramię poziome łączy obie połowy rdzenia. Przednia część ramienia pionowego jest rozszerzona i nosi nazwę rogu przedniego (*cornu anterius*). Część tylna, bardziej wysmukła, nazywana jest rogami tylnymi (*cornu posterius*). Pomiędzy rogami położona jest istota szara pośrednia (*substantia grisea intermedia*). W jej obrębie wyróżnia się część środkową i boczną, która jest silnie rozwinięta w niektórych odcinkach rdzenia i nosi nazwę rogu bocznego (*cornu laterale*).

Taka postać istoty szarej widoczna jest jedynie w przekroju poprzecznym. W rzeczywistości rogi są podłużnymi pasmami istoty szarej, przebiegającymi na całej długości rdzenia i nazywa się je w tym rzucie słupami (*columnae*). Wyróżnia się w związku z tym słupy przednie (*columnae anteriores*), słupy tylne (*columnae posteriores*) i słupy boczne (*columnae laterales*).

Róg przedni zwany jest również ruchowym, ponieważ zawiera komórki unerwiające mięśnie szkieletowe. Najsilniej rozwinięty jest w odcinku szyjnym i piersiowym.

Róg tylny, zwany także czuciowym, jest węższy od poprzedniego. Jego tylna ściana jest rozproszona w istocie białej i tworzy twór siatkowaty (*formatio reticularis*), najlepiej widoczny w części szyjnej rdzenia.

Istota szara pośrednia środkowa otacza ze wszystkich stron kanał kręgowy oraz łączy istotę szarą prawej i lewej części rdzenia. Istota szara pośrednia boczna zawiera natomiast komórki układu autonomicznego. Najsilniej rozwinięta jest w części piersiowej rdzenia, gdzie wytwarza rogi boczne.

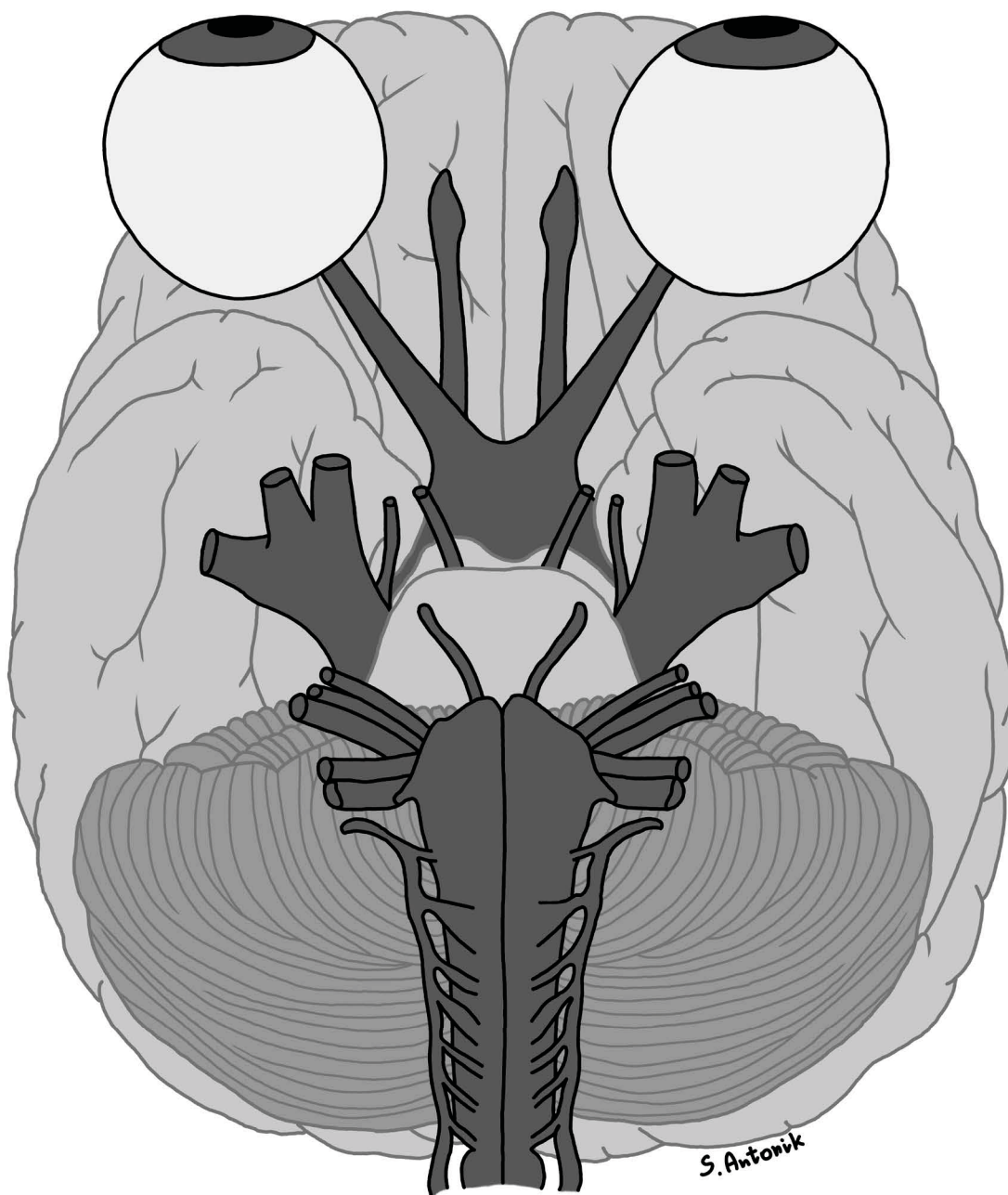
Istota biała (*substantia alba*)

Opisane wyżej bruzdy i szczeliny rdzenia dzielą istotę białą położoną obwodowo na sznury: przedni, boczny i tylny, występujące w obu połowach rdzenia.

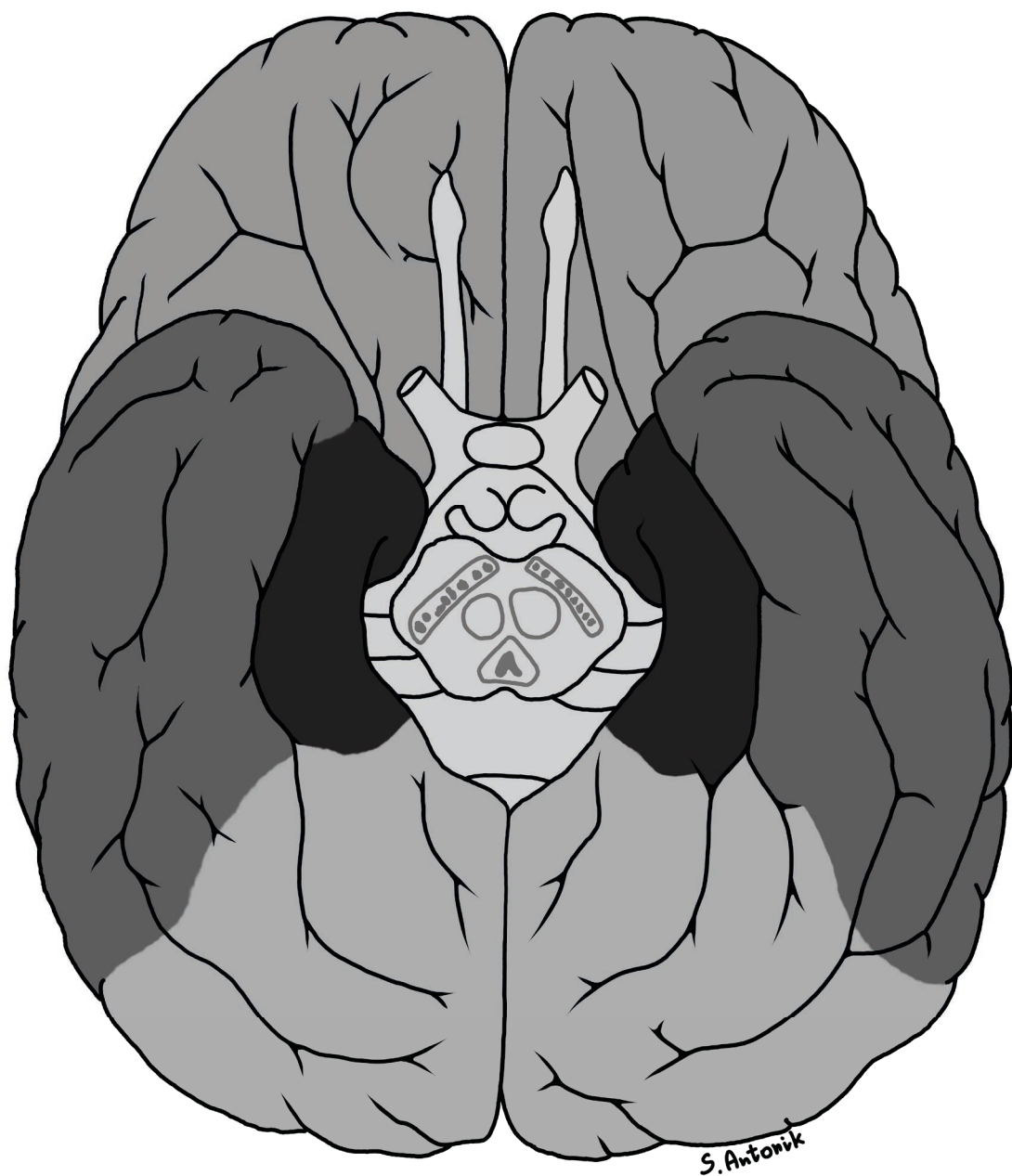
Sznur przedni (*funiculus anterior*) położony jest między szczeliną pośrodkową przednią a bruzdą boczną przednią. Sznur boczny (*funiculus lateralis*) zlokalizowany jest między bruzdą boczną przednią i tylną, a sznur tylny (*funiculus posterior*) między słupami tylnymi i bruzdą pośrodkową tylną. Włókna istoty białej rdzenia przeważnie przebiegają w kierunku podłużnym. Tworzą one drogi nerwowe, które dzielą się na dwie duże grupy: drogi własne rdzenia oraz drogi rdzeniowo-mózgowe. Pierwsze z nich tworzą krótkie pęczki, których początek i koniec znajdują się w rdzeniu. Z kolei drogi rdzeniowo-mózgowe są długie i łączą rdzeń kręgowy z mózgiem. Większość włókien rdzenia ma osłonkę mielinową, co nadaje im charakterystyczną barwę.

Czynność dróg własnych rdzenia to przede wszystkim odruchy własne mięśni (np. odruch kolanowy) i odruchy wieloneuronowe (np. odruchy zgięcia). Drogi rdzeniowo-mózgowe pośredniczą w przekazywaniu impulsów z receptora do mózgowia i tworzą drogi czuciowe.

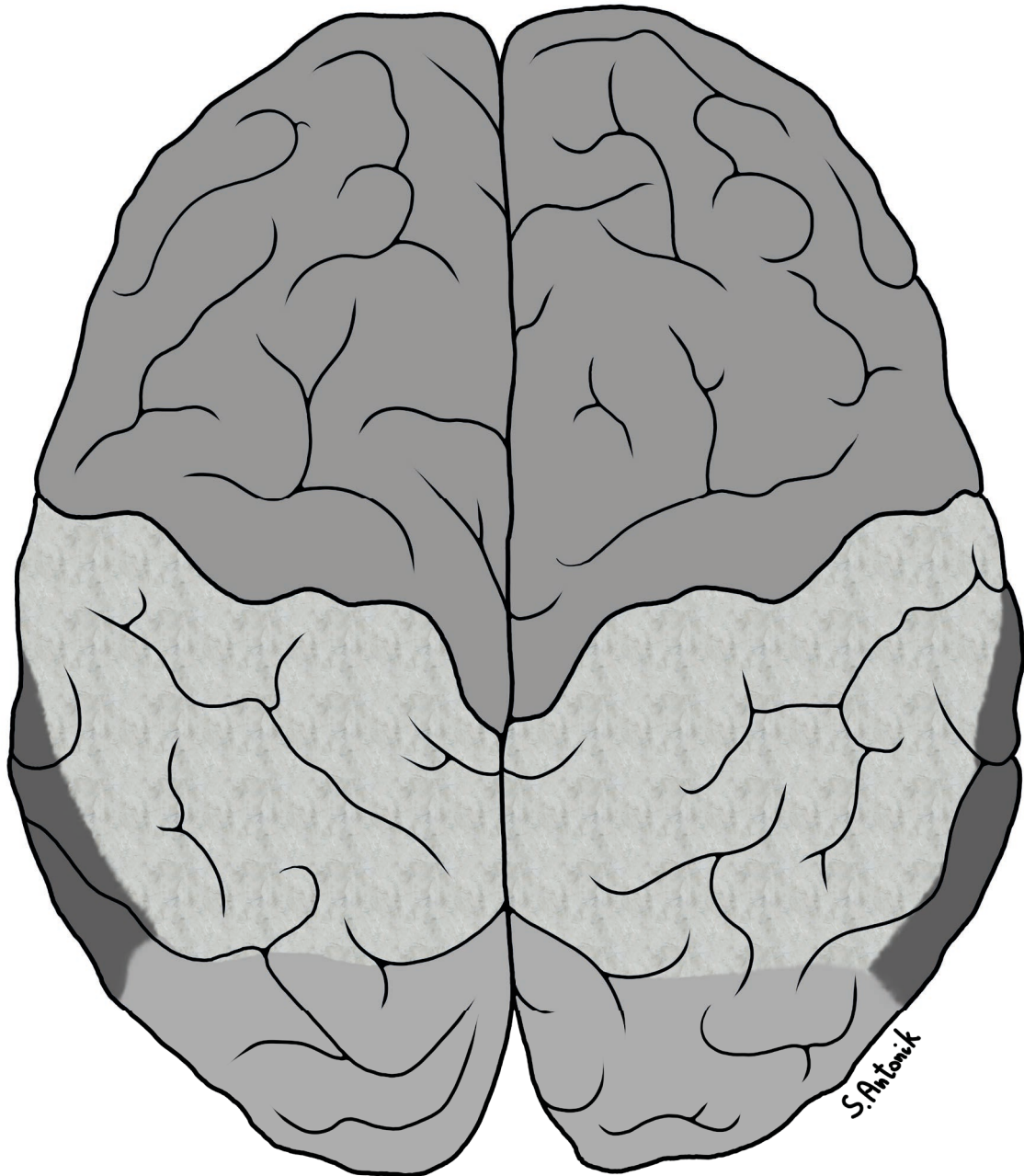
Uszkodzenia rdzenia mogą prowadzić do zaburzeń ruchowych, czuciowych i wegetatywnych w obrębie części ciała unerwionej przez odpowiedni odcinek rdzenia, która leży na wysokości uszkodzenia i poniżej niego. Do najpoważniejszych należy poprzeczne przerwanie ciągłości rdzenia związane ze zniszczeniem dróg łączących rdzeń z mózgiem. W efekcie dochodzi do zniesienia czucia w niżej położonych segmentach ciała oraz braku możliwości wykonywania ruchów dowolnych.



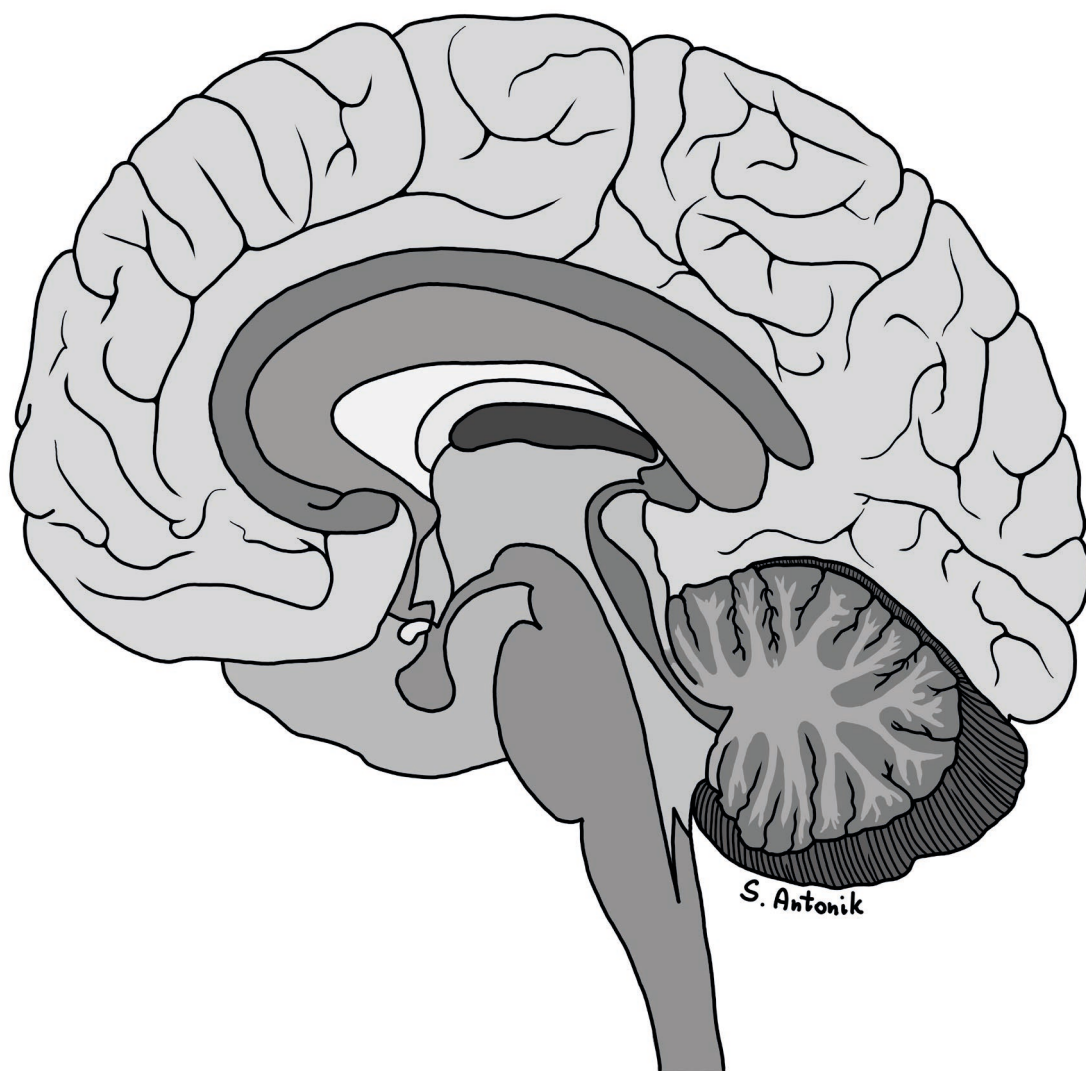
Ryc. 27. Miejsce wyjścia nerwów czaszkowych



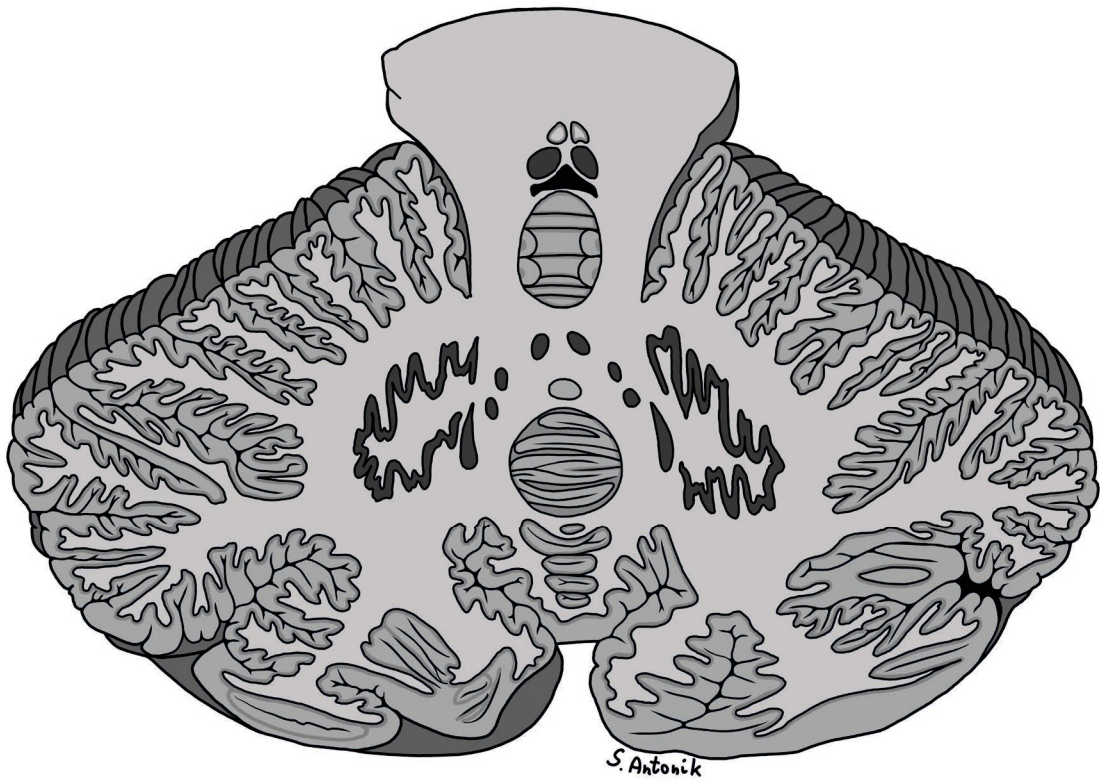
Ryc. 28. Mózgowie – widok od dołu



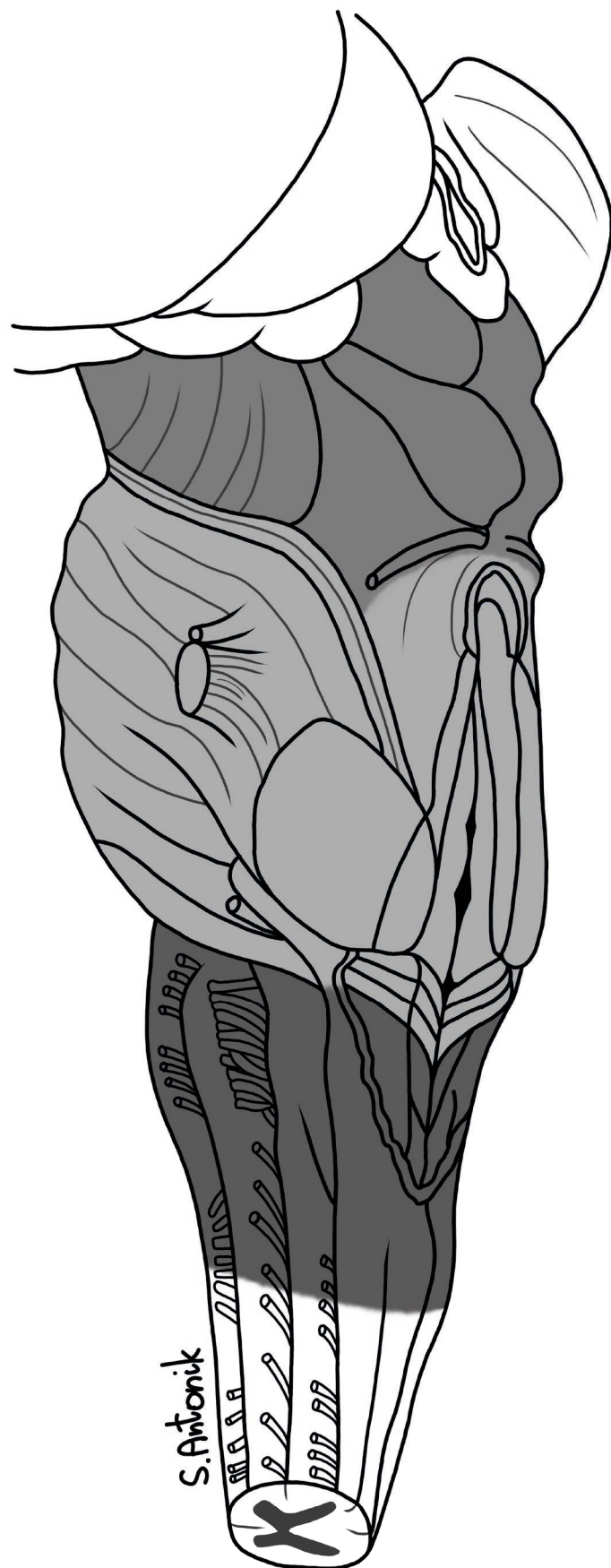
Ryc. 29. Górna powierzchnia kresomózgowia



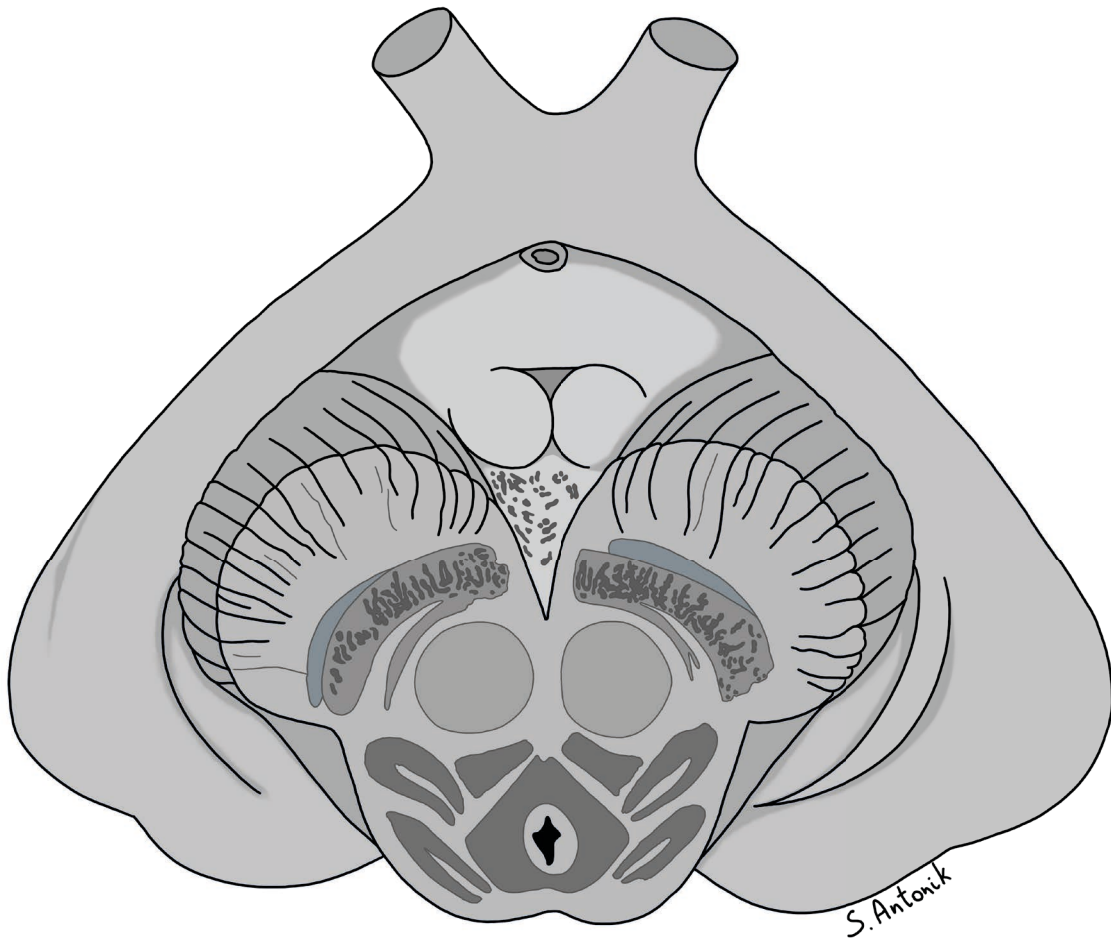
Ryc. 30. Przekrój strzałkowy mózgowia



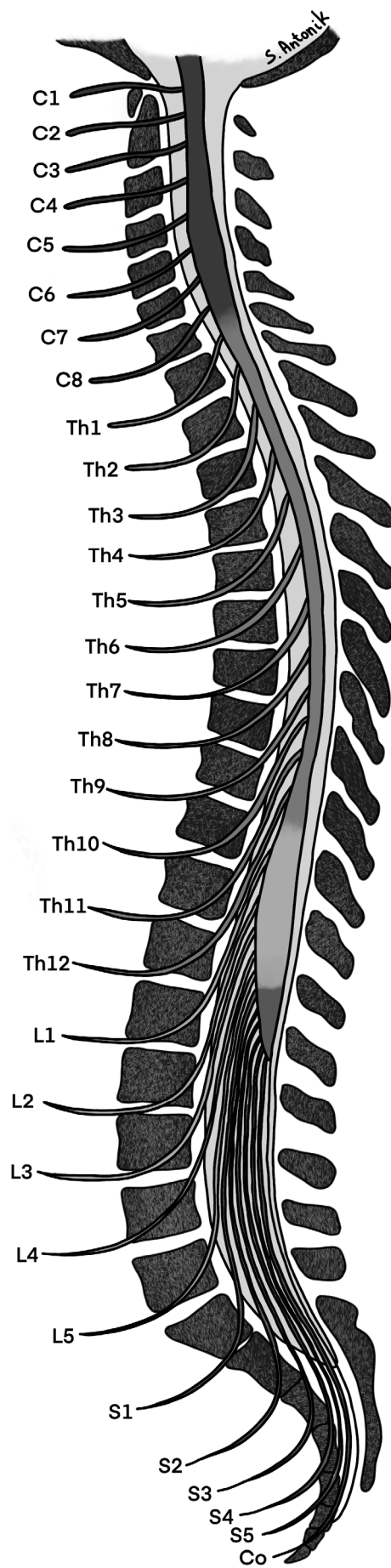
Ryc. 31. Mózdzek – przekrój z widocznymi jądrami mózdzku



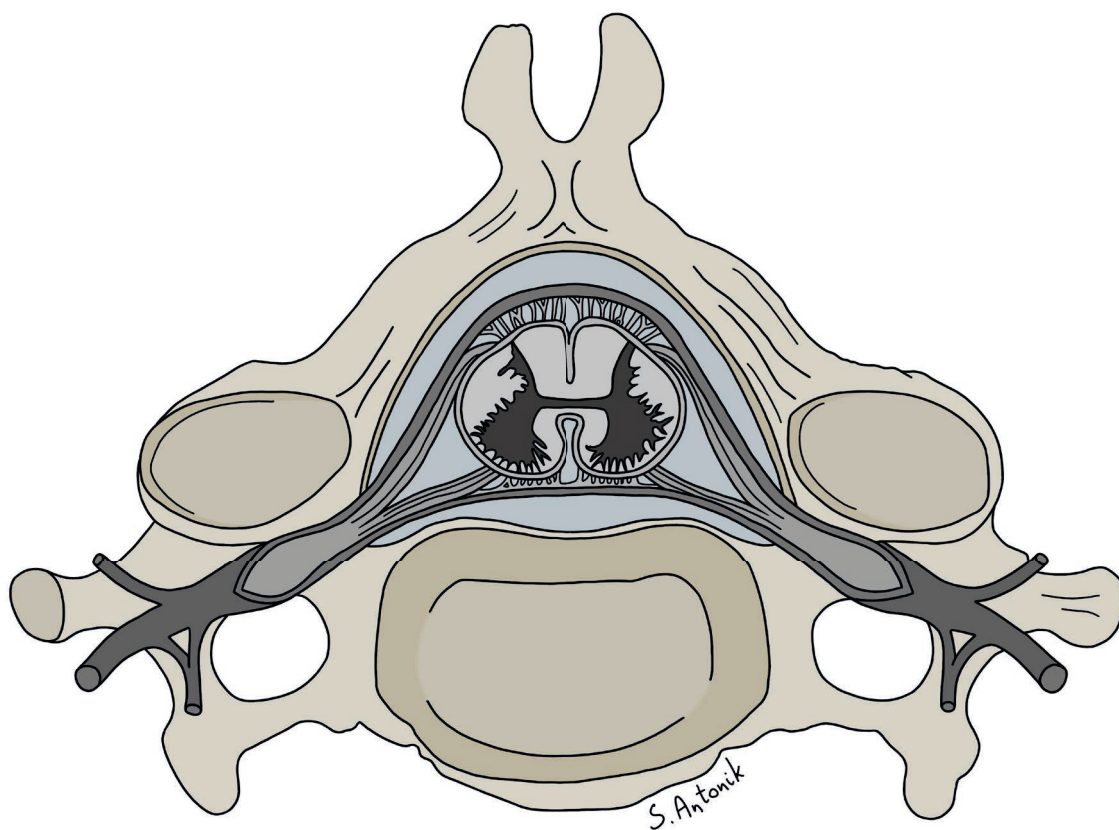
Ryc. 32. Śródmózgowie, most i rdzeń przedłużony



Ryc. 33. Przekrój przez śródmózgowie



Ryc. 34. Segmenty rdzenia kręgowego



Ryc. 35. Przekrój przez rdzeń i odcinek szyjny kręgosłupa

Tabela 24. Rdzeń kręgowy

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Nerwy szyjne	
Nerwy piersiowe	
Nerwy lędźwiowe	
Nerwy krzyżowe	
Stożek rdzeniowy	
Niść końcowa	
Ogon koński	

Tabela 25. Przekrój przez rdzeń kręgowy

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Trzon kręgu	
Rdzeń kręgowy	
Korzeń brzuszny	
Gałąź brzuszna	
Korzeń grzbietowy	
Gałąź grzbietowa	
Zwój rdzeniowy	

Tabela 26. Przekrój strzałkowy mózgowia

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Kresomózgowie	
Ciało modzelowate	
Wzgórze	
Podwzgórze	
Szyszynka	
Wodociąg mózgu	

Tabela 26. cd.

Most	
Mózdzek	
Rdzeń przedłużony	
Komora boczna	
Komora trzecia	
Komora czwarta	

Tabela 27. Mózdzek z jądrami

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Kora mózdzku	
Zakręty mózdzku	
Jądro zębate	
Jądro czopowate	
Jądro kulcowate	
Jądro wierzchu	
Robak mózdzku	

Tabela 28. Śródmózgowie

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Śródmózgowie	
Wzgórki górne i dolne blaszki pokrywy	
Wzgórze	
Konary mózgu	
Most	
Rdzeń przedłużony	
Szyszynka	

Tabela 29. Płaty kresomózgowia (od dołu)

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Płat czołowy	
Płat skroniowy	
Płat potyliczny	
Pień mózgu	
Śródmózgowie	
Most	
Rdzeń przedłużony	

Tabela 30. Płaty kresomózgowia (od góry)

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Płat czołowy	
Płat ciemieniowy	
Płat skroniowy	
Płat potyliczny	
Szczelina podłużna mózgu	

Tabela 31. Nerwy czaszkowe

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Nerw węchowy	
Nerw wzrokowy	
Nerw okoruchowy	
Nerw błoczkowy	
Nerw trójdzielny	
Nerw odwodzący	
Nerw twarzowy	
Nerw przedstonkowo-ślimakowy	

Tabela 31. cd.

Nerw językowo-gardłowy	
Nerw błędny	
Nerw dodatkowy	
Nerw podjęzykowy	
Skrzyżowanie wzrokowe	

Narządy zmysłów (*organa sensuum*)

Ich zadaniem jest odbieranie wrażeń ze świata zewnętrznego. Należą do nich:

- narząd wzroku,
- narząd słuchu i równowagi,
- narząd smaku,
- narząd węchu.

Narząd wzroku (*organum visus*)

Składa się z oka (*oculus*), które tworzą gałka oczna (*bulbus oculi*) i nerw wzrokowy (*nervus opticus*) oraz narządów dodatkowych, stanowiących aparat ruchowy gałki ocznej, aparat ochronny oka i narząd łzowy.

Gałka oczna (*bulbus oculi*) ma kształt zbliżony do kuli, z tym że część przednia lekko wystaje ku przodowi, tworząc biegun (*polus*) przedni. Przeciwna strona to biegun tylny, nieco przyśrodkowo od niego odchodzi od gałki ocznej nerw wzrokowy.

Ścianę gałki ocznej tworzą trzy błony, a jej wnętrze wypełnione jest przezroczystą galaretowatą masą zwaną ciałem szklistym (*corpus vitreus*).

Najbardziej zewnętrzną błonę gałki ocznej stanowi błona włóknista (*tunica fibrosa*). Jej przednia, przezroczysta i wypukła część zwana jest rogówką (*cornea*), natomiast tylna, o białym zabarwieniu to twardówka (*sclera*), silna i stale napięta ze względu na ciśnienie panujące wewnątrz gałki ocznej.

Środkową błonę stanowi błona naczyniowa (*tunica vasculosa*). Składają się na nią naczyniówka (*chorioidea*) pokrywająca część wzrokową siatkówki, umiejscowiona w tylnej części gałki ocznej, ciało rzęskowe (*corpus ciliare*) położone na wewnętrznej powierzchni twardówki, w części przylegającej do rogówki, zawierające mięsień rzęskowy (*musculus ciliaris*) i tęczęwka (*iris*), widoczna przez rogówkę, o różnym zabarwieniu. W centralnej części tęczęwki występuje otwór zwany źrenicą (*pupilla*). Otwór ten otaczają mięśnie: zwieracz źrenicy (*musculus sphincter pupillae*) i rozszeracz źrenicy (*musculus dilatator pupillae*). Bezpośrednio za źrenicą znajduje się soczewka (*lens*). Soczewka jest zbudowana z przezroczystych włókien tkanki łącznej otoczonych grubą torebką. Włókna mięśnia rzęskowego przyczepione do soczewki mogą przy jego rozkurczu napinać otaczającą ją torebkę, powodując spłaszczenie soczewki i umożliwiając widzenie dalekie. Przy skurczu mięśnia rzęskowego napięcie włókien obwodkowych ustaje, soczewka przyjmuje wówczas kształt bardziej wypukły i pozwala na widzenie bliskie. Ponieważ widzenie bliskie jest związane z napięciem mięśnia rzęskowego, bardziej męczy wzrok, niż widzenie dalekie. Tę możliwość dostosowywania kształtu soczewki do odległości nazywamy akomodacją oka. Nieprawidłowości w tym mechanizmie prowadzą do powstawania **wad wzroku**.

- Krótkowzroczność (myopia) – gałka oczna jest zbyt długa lub soczewka zbyt wypukła, przez co promienie świetlne ogniskują się przed siatkówką; osoba dobrze widzi z bliska, ale niewyraźnie z daleka.
- Nadwzroczność (hyperopia) – gałka oczna jest zbyt krótka lub soczewka za płaska, przez co promienie świetlne ogniskują się za siatkówką; osoba lepiej widzi z daleka, a gorzej z bliska.
- Astygmatyzm – spowodowany nieregularną krzywizną rogówki lub soczewki, przez co promienie nie skupiają się w jednym punkcie; obraz jest zniekształcony i zamazany.
- Prezbiopia (starcowzroczność) – związana z wiekiem utrata elastyczności soczewki, co utrudnia akomodację i widzenie z bliska.

Korygowanie wad wzroku możliwe jest za pomocą odpowiednio dobranych szkieł korekcyjnych lub soczewek kontaktowych, a w niektórych przypadkach także zabiegów chirurgii refrakcyjnej.

Wewnętrzną błonę gałki ocznej (*tunica interna bulbi*) stanowi siatkówka (*retina*). Między siatkówką a błoną naczyniową leży warstwa barwnikowa pochłaniająca światło, co powoduje, że źrenice są czarne. Siatkówkę tworzy wiele warstw, wśród których występuje warstwa wrażliwych na światło komórek zwanych czopkami i pręcikami. Pręciki, których jest więcej, reagują na natężenie światła i dzięki nim widzimy czarno-biały obraz. Czopki są natomiast wrażliwe na barwy, ale reagują tylko przy dobrym oświetleniu. W pręcikach gromadzi się barwnik zwany purpurą wzrokową albo rodopsyną, pozwalający widzieć przy małym natężeniu światła. Przy przejściu ze światła do ciemności źrenice się rozszerzają, a rodopsyna powstaje w pręcikach. Z kolei przy przejściu do światła źrenica się zwęża, a rodopsyna rozkłada. Taką możliwość dostosowania się do zmian natężenia światła nazywamy adaptacją oka.

W miejscu, w którym dochodzi do gałki ocznej nerw wzrokowy – brodawka nerwu wzrokowego (*papilla nervi optici*) – nie występują ani pręciki, ani czopki, wobec czego określa się je mianem plamki ślepej. W pobliżu na osi wzrokowej położona jest plamka żółta (*macula*) będąca najwrażliwszym miejscem siatkówki, zawierającym dużą liczbę czopków.

Gałka oczna ma bardzo dobrze rozbudowany aparat ruchowy. Stanowią go cztery mięśnie proste gałki ocznej i dwa mięśnie skośne. Łączą one dno oczodołu z twardówką gałki ocznej. Mięśnie są unerwione przez trzy pary spośród nerwów czaszkowych: bloczkowy, odwodzący i okoruchowy.

Aparat ochronny gałki ocznej stanowią powieki (*palpebrae*), zabezpieczające ją przed pyłami i zbyt silnym natężeniem światła. Powieki są od wewnątrz pokryte błoną śluzową, a usztywnione przez tarczki zbudowane z chrząstki włóknistej. Błona śluzowa powiek zwana spojówką (*coniunctiva*) przechodzi na gałkę oczną, pokrywając ją do brzegu rogówki. W bocznej części górnego brzegu oczodołu znajduje się gruczoł łzowy (*glandula lacrimalis*) produkujący stale niewielką ilość płynu łzowego, który podczas mrugania jest rozprowadzany przez powieki po powierzchni rogówki, co ułatwia utrzymanie jej przezroczystości, a także oczyszcza powierzchnię. Płyn spływa następnie w kierunku przyśrodkowego kącika oka do worka łzowego, z którego jest odprowadzany przez kanał nosowo-łzowy w kości łzowej i szczękowej do jamy nosowej. Gruczoł łzowy nie działa w czasie snu. W skład aparatu ochronnego oka zaliczają się także brwi (*superciliae*) i rzęsy (*ciliae*) zabezpieczające przed większymi ciałami obcymi i spływającym z czoła potem.

Narząd słuchu i równowagi (*organum vestibulocochleare*)

Umieszczony jest w części skalistej kości skroniowej (wyjątek stanowi małżowina uszna). Narząd słuchu kontaktuje się ze światem zewnętrznym poprzez kanał i otwór słuchowy zewnętrzny. Ucho (*auris*) dzieli się na trzy części: ucho zewnętrzne (*auris externa*), ucho środkowe (*auris media*) i ucho wewnętrzne (*auris interna*).

Ucho zewnętrzne zbiera fale dźwiękowe i kieruje je do ucha środkowego. Tworzą je małżowina uszna (*auricula*) o szkieletcie ze sprężystej chrząstki i przewód słuchowy zewnętrzny (*meatus acusticus externus*) wyścielony skórą, której gruczoły produkują woszczyne (*cerumen*). Jest to lepka substancja zawierająca składniki ochronne, w tym lizozym i immunoglobuliny. Do przewodu słuchowego zewnętrznego prowadzi otwór w kości skroniowej zwany otworem słuchowym zewnętrznym (*porus acusticus externus*). Przewód słuchowy zewnętrzny ma kształt położonej poziomo litery S. 1/3 jego bocznej części zbudowana jest z chrząstki, a reszta ma charakter kostny. Od strony przyśrodkowej przewód zamknięty jest błoną bębenkową (*membrana tympani*), która rozpoczyna ucho środkowe. Wnętrze ucha środkowego wypełnione jest powietrzem i znajdują się w nim połączone ze sobą stawowo trzy kosteczki słuchowe: młoteczek (*malleus*), kowadełko (*incus*) i strzemiączko (*stapes*). Młoteczek jest zrośnięty z błoną bębenkową, a poprzez kowadełko i strzemiączko przekazuje jej drgania na płyn wypełniający ucho wewnętrzne. Z uchem wewnętrznym kontaktuje się strzemiączko, które podstawą zamyka okienko przedsionka, będące częścią ucha wewnętrznego. Do ucha środkowego otwiera się również ujście trąbki słuchowej (Eustachiusza), która łączy ucho środkowe z jamą gardła. Trąbka słuchowa (*tuba auditiva*) ma około 4 cm długości i w zwykłych warunkach jest zamknięta. W sytuacji różnicy ciśnień (np. przy wspinaczce) otwiera ją przełknięcie śliny lub ziewanie, dzięki czemu możliwe jest wyrównanie ciśnień po obu stronach błony bębenkowej.

Ucho wewnętrzne tworzą błędnik kostny (*labirynthus osseus*) stanowiący część zewnętrzną i położony wewnątrz niego błędnik błoniasty (*labirynthus membranaceus*). Między błędnikiem kostnym i błoniastym znajduje się wodnisty płyn, czyli przychłonka (*perilympha*), a sam błędnik błoniasty wypełniony jest również płynem, śródchłonką (*endolympa*). Błędnik kostny tworzą: przedsionek (*vestibulum*), trzy kanały półkoliste (*canales semicirculares*) i ślimak (*cochlea*). Osiową część ślimaka stanowi wrzecionko (*modiolus*), wokół którego owijają się kanał spiralny ślimaka, tworzący 2,5 skrętu. Biegająca wewnątrz kanału blaszka spiralna dzieli wnętrze ślimaka na schody przedsionka (*scala vestibuli*) i schody bębena (*scala tympani*), między którymi znajduje się błoniasty przewód ślimakowy. W jego dolnej części występuje blaszka podstawna (*lamina basilaris*) zawierająca komórki podporowe i komórki włoskowe ślimaka, tworzące narząd spiralny (Cortiego). Komórki te odbierają drgania płynu przenoszone od błony bębenkowej przez kosteczki słuchowe ucha środkowego na okienko przedsionka rozpoczynające ucho wewnętrzne. Włoski pokrywające komórki narządu Cortiego poruszają się i przetwarzają drgania na impulsy nerwowe, które przekazywane są drogą nerwu VIII (przedsionkowo-ślimakowego) do pola słuchowego płatów skroniowych mózgu.

Kanały półkoliste (przedni, tylny i boczny) położone w trzech płaszczyznach stanowią również część błędnika kostnego. Każdy kanał ma dwie odnogi kostne: odnogę kostną bańkową zawierającą bańkę kostną (*ampulla ossea*) oraz odnogę pojedynczą. Kanały wypełnione są trzema przewodami półkolistymi stanowiącymi część błędnika błoniastego. Każdy z przewodów w odnodze błoniastej ma bańkę błoniastą (*ampulla membranacea*), w której znajduje się grzebień bańkowy (*crista ampullaris*). Zawiera komórki wrażliwe na ruchy wypełniającej kanały śródchłonki. Informują one o położeniu głowy, a co za tym idzie również ciała. Oprócz nich w skład narządu równowagi wchodzi leżące w przedsionku woreczek (*sacculus*) i łagiewka (*utricleus*). Czuciowe części tych elementów, ustawione w płaszczyznach czołowej i strzałkowej noszą nazwę plamek (*macula*). Na powierzchni plamek znajduje się galaretowata błona zwana osklepkiem (*cupula*), w której występują drobne kryształki węglanu i fosforanu wapnia, czyli tzw. kamyczki błędnikowe (*statoconia*). Przesunięcia błony z kamyczkami, związane z ruchami ciała, również informują o jego położeniu.

Narząd smaku (*organum gustus*)

Występuje na języku, łukach podniebiennych i w niektórych miejscach ściany gardła. Jest ściśle związany ze zmysłem węchu. Stanowią go kubki smakowe zawierające receptory czuciowe (chemoreceptory). W dużej mierze kubki zlokalizowane są w obrębie brodawek językowych (*papillae linguales*). Wyróżniamy brodawki nitkowate (*papillae filiformes*), najliczniejsze, położone w 2/3 przedniej powierzchni języka brodawki grzybowate (*papillae fungiformes*), brodawki okolone (*papillae vallatae*) ułożone między trzonem a nasadą języka i brodawki liściaste (*papillae foliatae*) pokrywające boczne części języka. Kubki reagują tylko na substancje rozpuszczone w wodzie. Smak pokarmów suchych jest odbierany dopiero po rozpuszczeniu w ślinie. Impulsy generowane w receptorach czuciowych przekazywane są nerwami czaszkowymi: VII, IX i XI przez rdzeń przedłużony i wzgórze do pola smakowego w korze mózgowej. Wrażenia smakowe ściśle wiążą się z wrażeniami węchowymi.

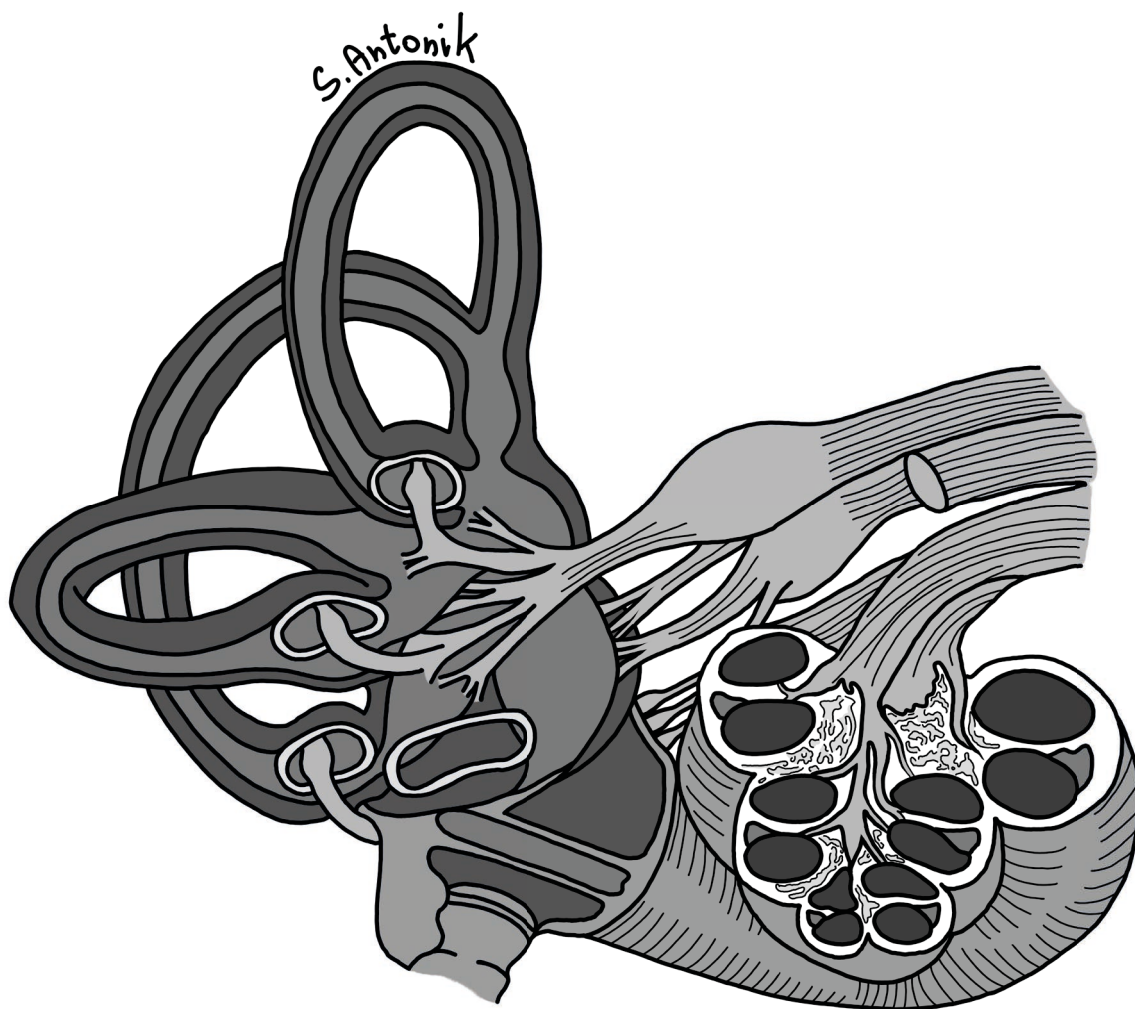
Narząd węchu

Czucie woni rozpoczyna się w jamie nosowej, będącej jednocześnie częścią dróg oddechowych. W błonie śluzowej sklepienia jamy nosowej, powyżej górnych małżowin nosowych, znajdują się wyspecjalizowane zakończenia nerwów węchowych (*nervi olfactorii*). Po obu stronach przegrody nosowej włókna nerwowe przebijają blaszkę sitową kości sitowej, po czym docierają do opuszek węchowych (*bulbus olfactorius*) na podstawie mózgowia, gdzie tworzą wzajemne połączenia.

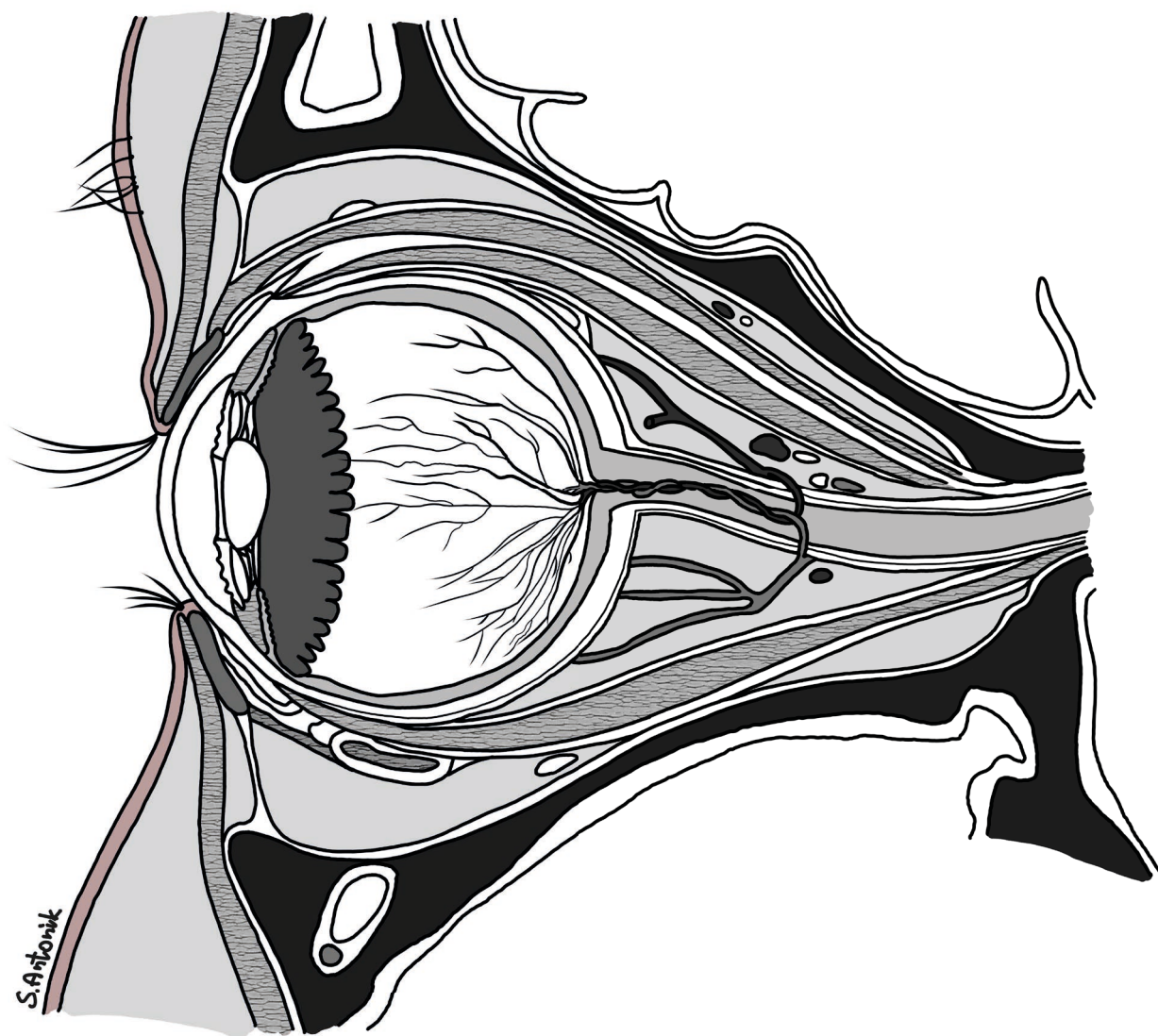
Przedłużeniem opuszki węchowej jest pasmo węchowe (*tractus olfactorius*), zawierające wiązki włókien nerwowych, które zmierzają następnie do pola węchowego w płacie skroniowym kory mózgowej obu półkul. Tam interpretowane są impulsy i odczuwana jest woń. Przyczynami chwilowej utraty węchu (anosmii) mogą być niska temperatura otoczenia lub zapalenie błony śluzowej jamy nosowej, które utrudnia dotarcie substancji wonnych do okolicy węchowej.



Ryc. 36. Narząd słuchu i równowagi



Ryc. 37. Ucho wewnętrzne – błędnik



Ryc. 38. Narząd wzroku

Tabela 32. Narząd słuchu

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Małżowina uszna	
Przewód słuchowy zewnętrzny	
Błona bębenkowa	
Jama bębenkowa	
Młoteczek	
Kowadełko	
Strzemiączko	
Trąbka słuchowa (Eustachiusza)	
Ślimak	
Przedstonek	
Nerw przedstonekowo-ślizkowy	

Tabela 33. Ucho wewnętrzne

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Ślimak	
Kanały półkolisty	
Przedstonek	
Łagiewka	
Woreczek	
Nerw przedstonekowo-ślizkowy	

Tabela 34. Narząd wzroku

Nazwa polska	Nazwa łacińska
Rogówka	
Twardówka	
Siatkówka	
Nerw wzrokowy	
Ciało szkliste	
Soczewka	
Tęczówka	
Żrenica	
Mięśnie gałki ocznej	
Powieki	
Spojówka	
Naczyniówka	