

Spis treści:

1. Budowa i funkcje układu ruchu.
2. Budowa i funkcje układu nerwowego oraz narządów zmysłu.
3. Układ krążenia i układ chłonny.
4. Układ oddechowy i układ pokarmowy.

1. Budowa i funkcje układu ruchu.

Narząd ruchu jest strukturalnym i dynamicznym zespołem złożonym z układu kostno-stawowego i nerwowo-mięśniowego, odpowiadającym za utrzymanie prawidłowej postawy, dowolną zmianę pozycji, przemieszczanie w przestrzeni i wykonywanie ruchów. Podstawowym elementem narządu ruchu jest układ kostno-stawowy, czyli twarde rusztowanie ciała ludzkiego, które składa się z kości połączonych za pomocą stawów, chrząstkozrostów i więzadeł. Określone części układu kostnego pod wpływem odpowiednich bodźców z ośrodkowego układu nerwowego wprawia w ruch układ mięśniowy.

W skład narządu ruchu wchodzi:

- kości,
- stawy,
- mięśnie.

Prawidłowa współpraca wszystkich elementów warunkuje poruszanie, reguluje postawę ciała oraz odpowiednie napięcie mięśniowe.

Kość jest tkanką łączną podporową, która stanowi element układu szkieletowego. Zbudowana jest z komórek: osteocytów (stanowią większość), osteoblastów (komórki kościotwórcze, z których powstają osteocyty), osteoklastów (komórki kościogubne) oraz z substancji międzykomórkowej, na którą składają się:

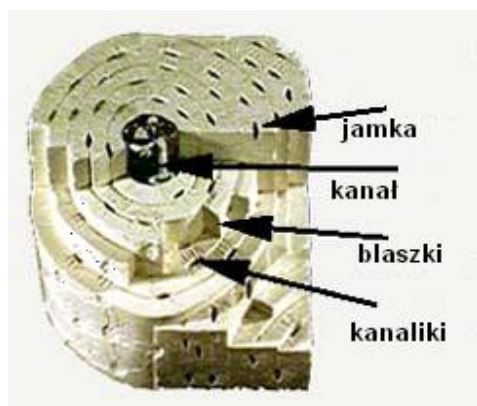
- substancje organiczne (35%), czyli osseina,
- substancje nieorganiczne (65%): sole wapnia i fosforu.

Dodatkowo zbudowana jest z tkanki krwiotwórczej i tłuszczowej.

Podstawową jednostką budulcową kości są blaszki kostne, w których znajdują się jamki kostne, a w nich osteocyty.

W zależności od kształtu i wielkości blaszek możemy wyróżnić:

- kość zbitą, której podstawową jednostką budowy jest **osteon**, utworzony przez koncentrycznie ułożone blaszki. Przez środek osteonu przechodzi kanał Haversa, który zawiera naczynia i nerwy. Zewnętrzna warstwa kości zbitą pokryta jest okostną. Tkanka kostna zbita występuje między innymi w trzonach kości długich i w zewnętrznych warstwach nasad kości,



Rys. 3. Budowa kości zbitej [17]

- kość gąbczastą, zbudowaną z blaszek kostnych tworzących nieregularną sieć beleczek. Znajduje się w nasadach i przynasadach oraz we wnętrzu kości płaskich.



Rys. 5. Szkielet człowieka [20]

Połączenia kości dzielimy na:

1. Połączenia ściśle:

- więzozrosty np.: szew, błona międzykostna,
- chrząstkozrosty np.: krążek międzykręgowy, chrząstka między kośćmi łonowymi,
- kościorosty.

2. Połączenia wolne (stawy), które zbudowane są z:

- powierzchni stawowych pokrytych chrząstkami stawowymi, które z wiekiem stają się cieńsze. Pozbawione są naczyń i nerwów. Wyróżniamy powierzchnie stawową wypukłą (główka) oraz wklęsłą (panewka),
- torebki stawowej, zbudowanej z warstwy zewnętrznej (błona włóknista) oraz warstwy wewnętrznej (błona maziowa). Torebka otacza staw,
- jamy stawowej wypełnionej mazią stawową, która zmniejsza tarcie podczas ruchów.

Do niestałych składników stawów zaliczamy:

- więzadła stawowe,
- obrąbek stawowy,
- krążki stawowe,
- łąkotki stawowe,
- kaletki maziowe,
- trzeszczki,
- kosmki i fałdy maziowe.

Podział stawów

W zależności od ilości kości biorących udział w budowie stawu wyróżnia się stawy **proste** (dwie kości) i **złożone** (większa liczba kości).

W zależności od liczby osi biorących udział w ruchu wyróżniamy stawy:

- jednoosiowe: zawiasowy (np. staw ramiennie-łokciowy), obrotowy (np. staw promieniowo-łokciowy), śrubowy (np. staw zęba kręgu obrotowego),
- dwuosiowe: staw elipsoidalny (np. staw promieniowo- nadgarstkowy), staw siodełkowy (np. staw nadgarstkowo-śródręczny kciuka),
- wieloosiowy: staw kulisty wolny (np. staw barkowy, staw ramienny), staw kulisty panewkowy (np. staw biodrowy), stawy nieregularne (krążki stawowe, staw mostkowo-obończykowy),
- stawy płaskie (np. staw krzyżowo-biodrowy, staw piszczelowo-strzałkowy).



Rys. 6. Schemat budowy stawu [5]

Kości i stawy stanowią bierny aparat ruchu, natomiast mięśnie są czynnym aparatem ruchu.

Wyróżniamy następujące rodzaje mięśni:

- mięśnie gładkie, które występują w obrębie ścian narządów wewnętrznych, ich czynność nie zależy od woli człowieka,
- mięsień poprzecznie prążkowany serca, którego skurcze są niezależne od woli człowieka,
- mięśnie poprzecznie prążkowane szkieletowe, których skurcze są zależne od woli organizmu.

rodzaje miofilamentów: grubsze – miozynowe oraz cieńsze – aktynowe (zbudowane z aktyny i tropomiozyny, na której znajduje się cząsteczka troponiny). Warstwa cienkich i grubszych miofilamentów tworzy sarkomery, które połączone są ze sobą za pomocą błony granicznej „Z”.

Mechanizm skurczu komórki mięśniowej

Poruszanie się organizmu możliwe jest dzięki synchronizowanemu skurczowi różnych grup mięśniowych. Skurcz mięśni powodowany jest przez jednoczesne skracanie się sarkomerów. Główną przyczyną tego mechanizmu jest zmiana kształtu białek budujących filamenty grube. Filamenty cienkie – aktynowe wślizgują się głębiej pomiędzy filamenty miozynowe i żadne z nich nie zmienia swej długości.

Impuls nerwowy dociera do synapsy nerwowo-mięśniowej przez włókno nerwowe. W wyniku tego neuron uwalnia acetylocholinę, która powoduje pobudzenie (depolaryzację) błony komórkowej (sarkolemy) i wyzwala potencjał czynnościowy. Sygnałem rozpoczynającym skurcz mięśnia jest napływ jonów wapnia do komórek mięśniowych. Jony wapnia oddziałując z białkami pomocniczymi budującymi filamenty umożliwiają zrywanie dotychczasowych i utworzenie nowych połączeń pomiędzy filamentami. Jony wapnia wnikają do wnętrza włókien mięśniowych z kanalików T, w chwili kiedy ma się rozpocząć skurcz mięśnia.. Do połączenia miozyny z aktyną potrzebna jest energia ATP, (adenozyno-5'-trifosforan), generowana w mitochondriach podczas utleniania glukozy. Adenozyno-5'-trifosforan wiąże się do cząsteczek miozyny, co powoduje zmianę kształtu tego białka istotną dla procesu kurczenia się mięśni.

Wyróżniamy trzy rodzaje skurczów mięśniowych:

- skurcz izotoniczny, w którym mięsień kurczy się i ulega skróceniu, natomiast napięcie nie ulega zmianie
- skurcz izometryczny, w którym długość mięśnia nie zmienia się, natomiast napięcie zwiększa się
- skurcz auksotoniczny, w którym długość mięśnia skraca się i następuje zwiększenie napięcia.

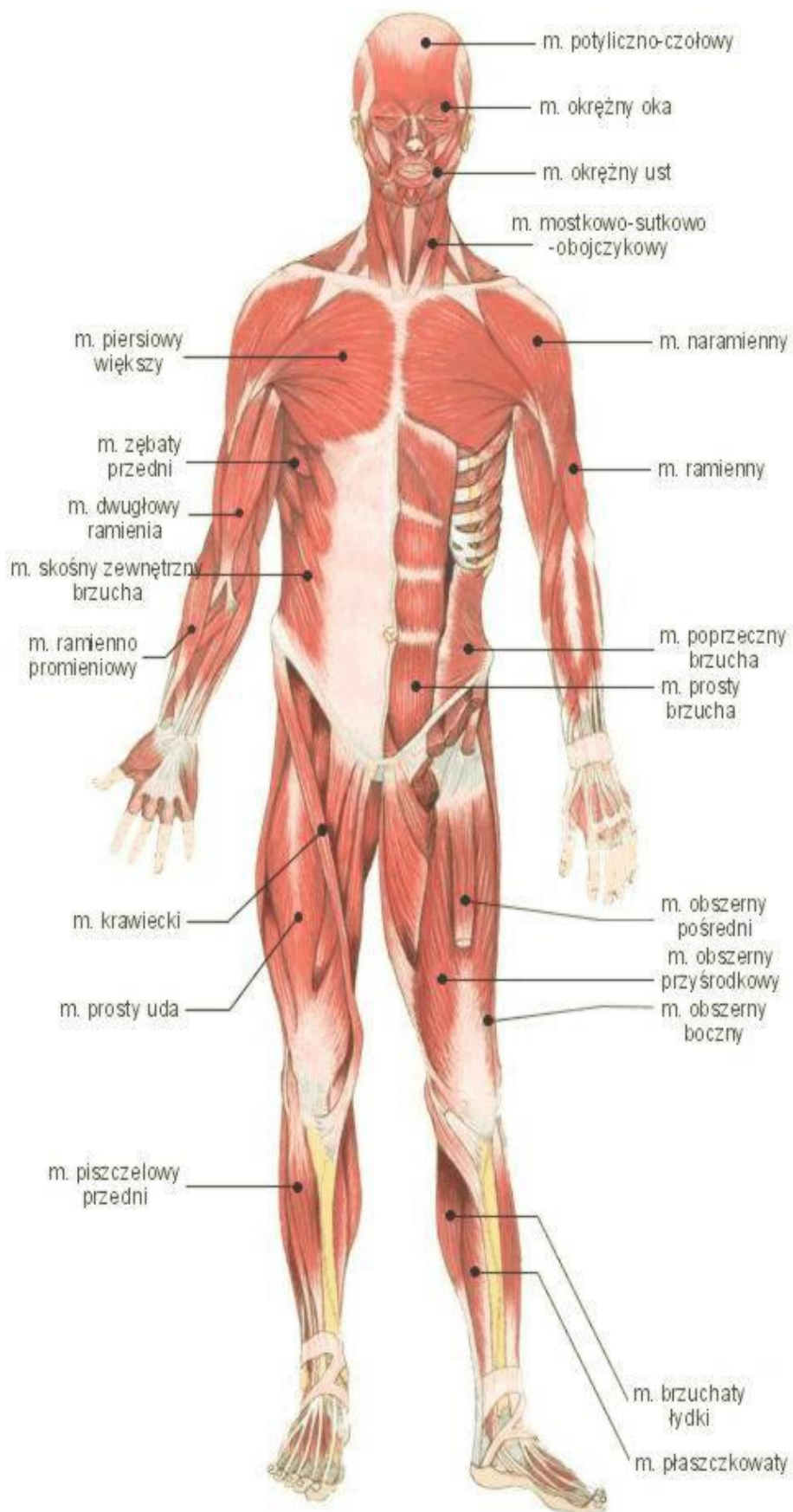
Mięsień ma część początkową, czyli głowę (caput) oraz część końcową zwaną ogonem (cauda). Czasem może posiadać dwie lub więcej głów, np.: mięsień dwugłowy lub trójgłowy. Każdy mięsień posiada co najmniej dwa miejsca przyczepu, czyli przyczep początkowy i końcowy. Przyczepem najczęściej są kości, ale również mogą być to chrząstki, więzadła, powierzchnia skóry. Przedłużeniem mięśnia są ścięgna, które stanowią tkankę łączną właściwa zbita (głównie włókna kolagenowe).

Do narządów pomocniczych należą:

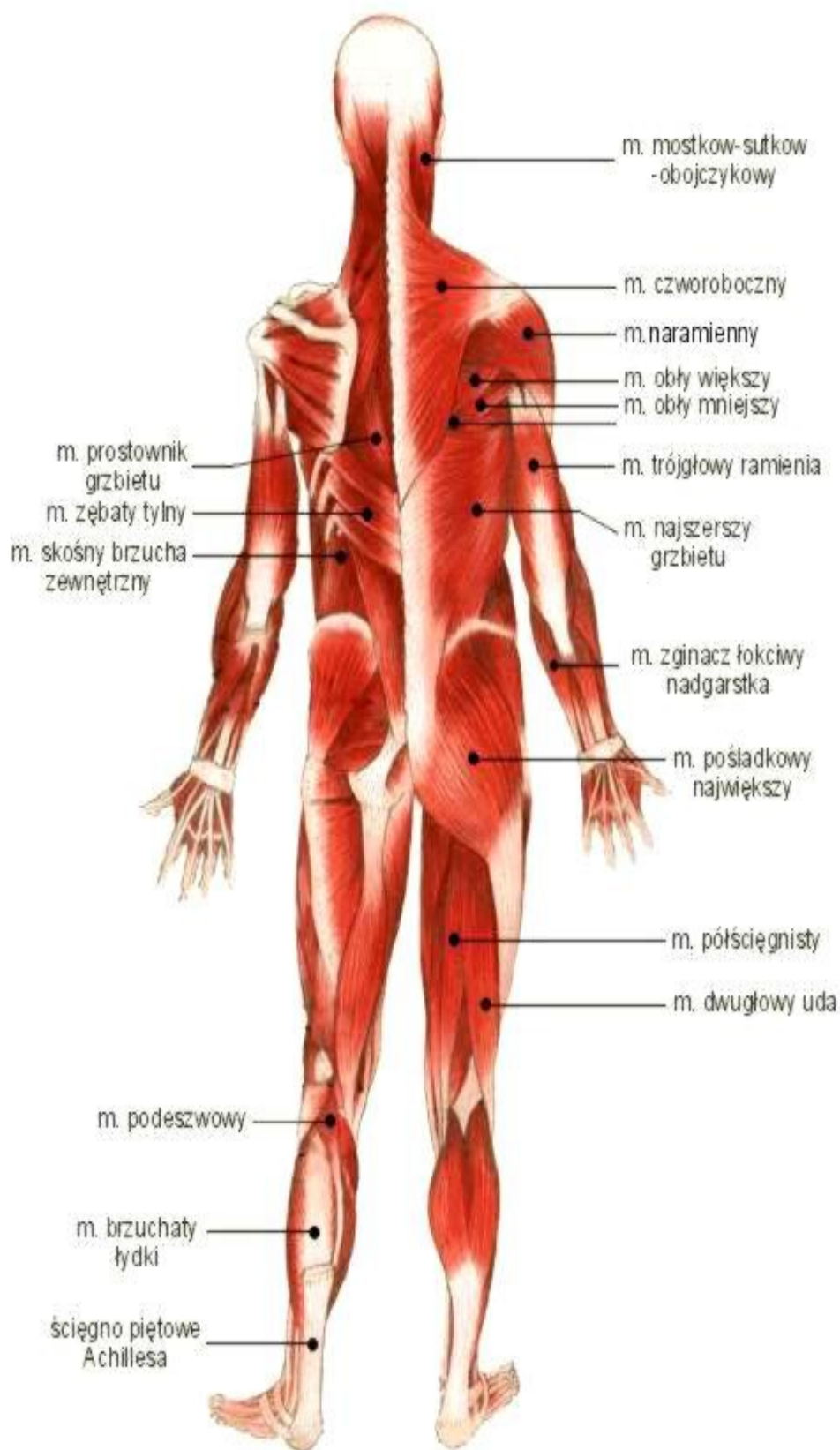
- powięzie, tkanka łączna włóknista, która otacza określone mięśnie; stanowią one ochronę przed urazami, chronią przed utratą ciepła, mogą być miejscem przyczepu włókna mięśniowego,
- kaletki maziowe, są uwypukleniami błony maziowej, które wypełnia maź stawowa; ułatwiają ruch ponieważ znajdują się w miejscach narażonych na tarcie,
- trzeczki, drobne kostki będące elementem budowy ścięgna, funkcja ich polega na zmianie kierunku ruchu,
- bloczki mięśniowe, kości lub chrząstki znajdujące się wokół ścięgna mięśniowego, których funkcja polega na zmianie kierunku działania mięśnia.

Mięśnie można podzielić ze względu na:

- kształt np.: mięsień czworoboczny, mięsień okrężny,
- budowę np.: mięsień czworogłowy, mięsień dwugłowy, mięsień błoniasty,
- czynność np.: prostownik, zwieracz, zginacz, nawracacz,
- topografię np.: mięsień ramienny, mięsień piszczelowy, mięsień skórny.



Rys. 7. Układ mięśniowy człowieka – widok od przodu[4]



Rys. 8. Układ mięśniowy człowieka – widok od tyłu [4]

2. Budowa i funkcje układu nerwowego oraz narządów zmysłów.

Układ nerwowy

Głównym zadaniem układu nerwowego jest nadzorowanie czynności narządów wewnętrznych organizmu oraz umożliwianie mu kontaktów ze światem zewnętrznym.

Układ nerwowy człowieka można podzielić ze względu na dwa kryteria:

1. Umiejscowienie:

- a) układ centralny/ośrodkowy (to mózgowie i rdzeń kręgowy),
- b) układ obwodowy (steruje komunikacją).

Obwodowy układ nerwowy służy do przenoszenia (przewodzenia) bodźców (informacji) od tkanek i narządów (w tym narządów zmysłów) do „centrum” lub z powrotem – od „centrum” do narządów i tkanek, zaś ośrodkowy układ nerwowy te informacje „centralizuje”, tzn. gromadzi i przetwarza.

2. Pełnione funkcje:

- a) układ somatyczny („obsługuje” mięśnie szkieletowe – ruch),
- b) układ autonomiczny/ wegetatywny („obsługuje” narządy wewnętrzne).

Układy: ośrodkowy i obwodowy

I. Ośrodkowy układ nerwowy (centralny układ nerwowy) zbudowany z mózgowia i rdzenia kręgowego. Struktury te znajdują się w obrębie czaszki, otoczone są trzema oponami mózgowymi. Należą do nich: opona twarda (zewnętrzna), opona pajęczka (środkowa), opona miękka (wewnętrzna). Przestrzeń pomiędzy nimi wypełniona jest płynem mózgowo-rdzeniowym, pełniącym funkcje ochronne, amortyzujące, odżywcze oraz regulujące ciśnienie w obrębie jamy czaszki.

Podział ośrodkowego układu nerwowego

1. Mózgowie dzieli się na:

Kresomózgowie składa się z dwóch półkul (prawa i lewa). Zbudowane jest z: istoty białej (warstwa wewnętrzna), która stanowi wypustki komórek nerwowych oraz istoty szarej (warstwa zewnętrzna – kora mózgu), czyli skupiska neuronów. Kora mózgowia jest pofałdowana, co przyczynia się do znacznego zwiększenia jej powierzchni. Dzieli się na płaty, te natomiast podzielone są na bruzdy i zakrety. Wyróżniamy następujące płaty kory mózgowej:

- płat czołowy zawiera ośrodek ruchowy odpowiada za pracę różnych grup mięśni,
- płat potyliczny zawiera ośrodki wzrokowe, odpowiedzialne za proces widzenia,
- płat skroniowy zawiera ośrodek słuchu,
- płat ciemieniowy zawiera ośrodki czuciowe termiczne i mechaniczne (skórne).

W obrębie kory wyróżnia się określone obszary: pole ruchowe (ruchy zależne od woli), pole czuciowe (odbiór bodźców słuchowych, wzrokowych), pole kojarzeniowe (proces myślenia, mowy, uczenia się).

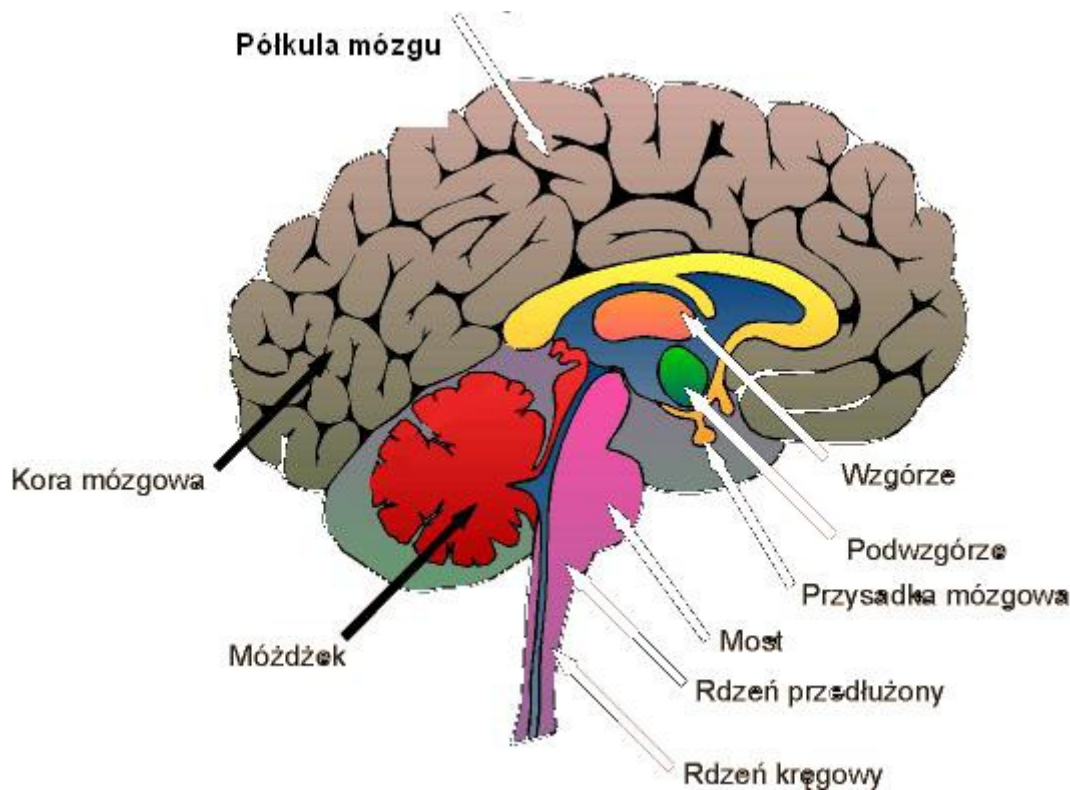
Międzymózgowie – zaliczamy do niego: wzgórzomózgowie (wzgórze, zawzgórze, nadwzgórze), podwzgórze, komorę trzecia, niskowzgórze. Podwzgórze jest główna struktura międzymózgowia, w obrębie którego znajdują się ośrodki: termoregulacji, głodu i sytości, emocji, metabolizmu tłuszczu, snu oraz popędu płciowego. Odbywa się tu regulacja: gospodarki wodno-elektrolitowej, krążenia, oddychania. Podwzgórze kontroluje działanie układu hormonalnego poprzez ścisły związek z przysadką.

Śródmózgowie – w obrębie jego znajdują się ośrodki odpowiedzialne za odbiór bodźców

Tylomózgowie – zbudowane jest z mostu i mózdzku. Mózdzek stanowi ośrodek kontroli koordynacji ruchów, utrzymania równowagi i postawy ciała oraz odpowiedzialny jest za

Rdzeń przedłużony – w przeciwieństwie do kresomózgowia zbudowany jest z istoty

Rdzeń kręgowy znajduje się w kanale kręgowym, otoczony jest oponami mózgowo-rdzeniowymi. Zbudowany jest z wewnętrznej istoty szarej, która tworzy tak zwane słupy, układające się na przekroju poprzecznym na kształt motyla lub litery H oraz otaczającej istoty białej. W obrębie rdzenia kręgowego znajdują się rogi brzuszne, czyli przednie (ruchowe, w których znajdują się włókna ruchowe unerwiające mięśnie szkieletowe) i rogi grzbietowe-tylne (zawierające włókna czuciowe).



Rys. 9. Budowa mózgowia [7]

Obwodowy układ nerwowy

Obwodowy system nerwowy jest wyłącznie systemem komunikacyjnym, przesyłającym od receptorów i od proprioceptorów do ośrodkowego systemu, gdzie są sterujące do odbiorników rozkazów: mięśni lub gruczołów. Drogi, którymi

Wszystkie nerwy biorą swój początek w nerwach rdzeniowych lub nerwach

Zgodnie z nazwą nerwy czaszkowe wychodzą z mózgowia, a rdzeniowe – z rdzenia Wszystkie nerwy są parzyste i opuszczają ośrodkowy układ nerwowy

symetrycznie po obydwu stronach ciała. Wyróżniamy 31 par nerwów opuszczających rdzeń kręgowy, przy czym wydziela się segmenty szyjne, piersiowe, lędźwiowe i krzyżowe. Struktura nerwów czaszkowych odbiega znacznie od tej regularności. Jest ich 12 par; część z nich związana jest z działaniem dużych systemów percepcyjnych człowieka: wzrokiem, słuchem, powonieniem, zmysłem smaku, a także z czuciem w zakresie całej głowy; inne obsługują ruchy całej głowy, twarzy, języka, a zwłaszcza oka. Niektóre z nerwów czaszkowych mają także związek z układem autonomicznym.

1. Nerwy czaszkowe

Nerw I – węchowy	Nerw VII – twarzowy
Nerw II – wzrokowy	Nerw VIII – przedsionkowo-ślimakowy
Nerw III – okoruchowy	Nerw IX – językowo-gardłowy
Nerw IV – błoczkowy	Nerw X – błędny
Nerw V – trójdzielny	Nerw XI – dodatkowy
Nerw VI – odwodzący	Nerw XII – podjęzykowy

2. Nerwy rdzeniowe

gałęzie brzuszne:

C1-C4 splot szyjny

C5-Th1 splot ramienny

Th1-Th12 samodzielne nerwy żebrowe

L1-L4 splot lędźwiowy

L5-Co1-3 splot krzyżowy

Układ nerwowy pod względem pełnionych czynności

Układ nerwowy somatyczny jest odpowiedzialny za odbiór bodźców ze środowiska zewnętrznego. Nadzoruje on czynności zależne od naszej woli, jego efektorami są mięśnie szkieletowe,

Układ autonomiczny jest odpowiedzialny za utrzymanie prawidłowej homeostazy ustroju. Kieruje on czynnościami narządów wewnętrznych, niezależnie od naszej woli (np.: oddychanie, krążenie, ruchy perystaltyczne jelit, wydzielanie soku żołądkowego). Jego efektorami są mięśnie gładkie narządów wewnętrznych oraz gruczoły wydzielania wewnętrznego. W obrębie tego układu wyróżniamy:

- układ współczulny (inaczej pobudzający lub sympatyczny)
- układ przywspółczulny (inaczej hamujący lub parasympatyczny)

Obydwa układy działają względem siebie na zasadzie antagonizmu (jeden wzmacnia działanie, a drugi hamuje działanie określonego narządu). Każdy narząd wewnętrzny posiada zarówno unerwienie współczulne oraz przywspółczulne (np.: serce – układ współczulny zwiększa liczbę skurczów, przywspółczulny zmniejsza liczbę skurczów; oskrzela – układ współczulny rozszerza, a przywspółczulny zwęża oskrzela).

Układ nerwowy pełni nadrzędną rolę w sterowaniu czynnościami narządu ruchu człowieka.

Nadzoruje każdą czynność i zadanie wykonywane przez określony narząd lub układ narządów oraz umożliwia kontakt ze światem zewnętrznym za pośrednictwem narządów zmysłów, z którymi jest bezpośrednio związany (anatomicznie i fizjologicznie). Potrafi odbierać z zewnątrz różne bodźce, przewodzić do własnych ośrodków, a także przetwarzać w zrozumiałe dla siebie pojęcia i wyobrażenia.

W sterowaniu czynnościami narządu ruchu człowieka biorą także udział układ piramidowy i pozapiramidowy.

Układ piramidowy (dotyczy wszystkich mięśni poprzecznie prążkowanych) – jego ośrodki znajdują się w obrębie kory mózgowej (zakręt przedśrodkowy). Kora mózgu odpowiada określonym grupom mięśni, które występują w postaci „człowieczka ruchowego” (przyporządkowanie poszczególnych części kory mózgowej odpowiednim grupom mięśni – graficznie reprezentowane w postaci zniekształconej sylwetki człowieka).

Układ pozapiramidowy w jego skład wchodzi: ośrodki korowe i podkorowe (ciało prążkowane, jądro niskowzgórzowe, istota czarna, jądro czerwienne). Układ ten współpracuje z układem piramidowym. Odpowiada za ruchy zautomatyzowane, reguluje napięcie mięśni oraz postawę ciała człowieka, np.: taniec, gra w tenisa, jazda na łyżwach.

Fizjologia układu nerwowego

Podstawową funkcją układu nerwowego jest odbieranie bodźców ze środowiska zewnętrznego, co odbywa się za pośrednictwem drogi nerwowej od receptora do efektora. Droga jaką przebywa impuls elektryczny od receptora do efektora nosi nazwę łuku odruchowego. Wyróżniamy pięć głównych elementów łuku odruchowego:

- receptor,
- włókno nerwowe dośrodkowe,
- ośrodek nerwowy,
- włókno nerwowe odśrodkowe,
- efektor.

Receptory są to struktury nerwowe, w którym dochodzi do przekształcenia energii działającego bodźca na impulsy nerwowe. Receptor odbiera bodziec, który wywołuje impuls nerwowy, następnie poprzez neuron czuciowy impuls z receptora dociera do odpowiedniego ośrodka nerwowego w mózgu lub rdzeniu kręgowym. W ośrodku nerwowym impuls zostaje przetworzony, a następnie przewodzony jest przez neuron ruchowy do efektora. Efektorem jest najczęściej mięsień lub gruczoł, gdzie impuls nerwowy wywołuje pobudzenie i reakcję lub czynność właściwa dla danego odruchu.

Pobudzenie, czyli impuls elektryczny powstający w receptorze przenoszone jest nerwami czuciowymi do ośrodkowego układu nerwowego (głównie do rdzenia kręgowego), a następnie nerwami ruchowymi i autonomicznymi (autonomiczny układ nerwowy) do efektorów (np. do mięśni, gruczołów). W ten oto sposób powstaje reakcja na bodziec.

Efektor to narząd wykonawczy, który umożliwia organizmowi odpowiedź na stymulację z układu nerwowego (końcowa część łuku odruchowego). Efektorami są, np.: mięśnie szkieletowe, mięśnie gładkie i gruczoły. Efektor wykonuje reakcję, czyli daje efekt po zadziałaniu bodźca.

Bodziec to czynnik wywołujący pobudzenie receptorów pochodzący ze środowiska zewnętrznego lub ze środowiska wewnętrznego. **Bodźce zewnętrzne** działają na telereceptory, czyli receptory przystosowane do odbierania bodźców na odległość (np.: oko, ucho) i receptory odbierające bodźce przez bezpośredni kontakt (dotyk).

Bodźce wewnętrzne działają przez proprioreceptory, które warunkują czucie pozycji ciała, ruchu określonych części ciała oraz interoreceptory reagujące na zmiany wewnętrznego środowiska organizmu.

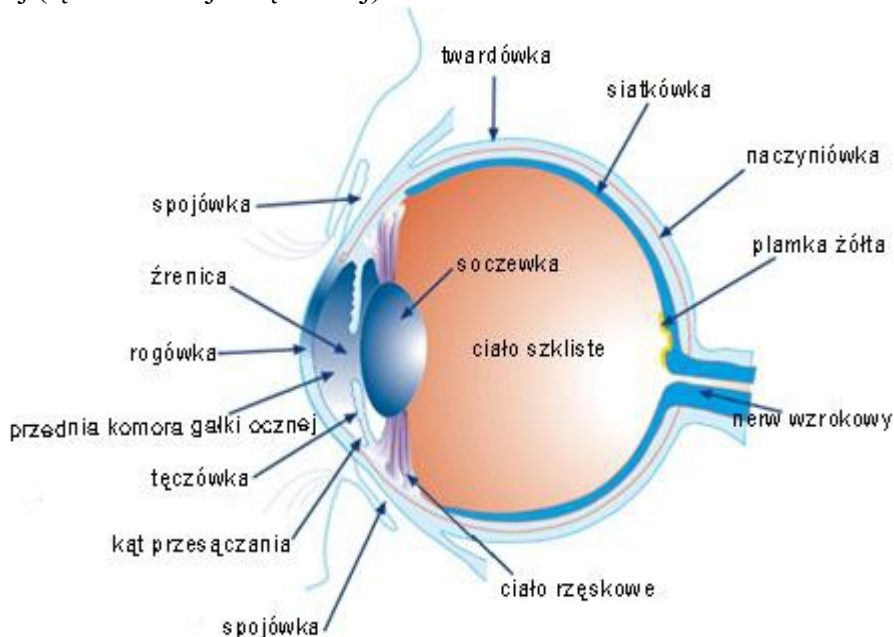
Reakcje te mogą być wrodzone, czyli niewymagające uczenia się (odruchy bezwarunkowe), lub nabyte w trakcie uczenia się (odruchy warunkowe)

Narządy zmysłów

Do narządów zmysłu człowieka zaliczamy:

A. Narząd wzroku odpowiedzialny za odbiór wrażeń świetlnych ze środowiska zewnętrznego. Główną składową jest gałka oczna składająca się z trzech błon:

- 1. Błona zewnętrzna oka** (błona włóknista) – złożona z twardówki (stanowi 4/5 tylnej części błony, jest biaława) i rogówki (stanowi 1/5 przedniej części błony, jest przezroczysta). Jej funkcja polega na ochronie oka przed urazami mechanicznymi oraz bierze udział w załamywaniu promieni świetlnych). Na granicy twardówki i rogówki znajduje się zatoka żylna, tzw. kanał Schlemma, przez który odpływa ciecz wodnista z komór oka.
- 2.. Błona środkowa oka** (błona naczyniowa), złożona z:
 - a) części przedniej,
 - b) ciała rzęskowego gdzie znajduje się mięsień rzęskowy gładki, którego zadaniem jest akomodacja soczewki oka i wydzielanie cieczy wodnistej,
 - c) tęczówki, która stanowi przednią część błony, w środkowej części znajduje się źrenica. Zawiera barwnik odpowiadający za kolor oczu. Kluczową rolę w odruchach źrenicznych odgrywają występujące w niej mięśnie: zwieracz i rozwieracz źrenicy. Działają one jako przesłona i regulują ilość światła wpadającego do oka,
 - d) części tylnej, którą tworzą liczne naczynia krwionośne (tętnice i żyły rzęskowe).
- 3. Błona wewnętrzna oka (siatkówka)**, zbudowana z dwóch części:
 - a) światłoczułej (czyli wzrokowej) utworzonej przez pręciki (zawierające rodopsynę i reagujące na światło o zmroku) i czopki (zawierające jodopsynę i reagujące na barwy),
 - b) ślepej (tęczówkowej i rzęskowej).



Rys. 10. Budowa oka człowieka [13]

Do układu optycznego oka zaliczamy:

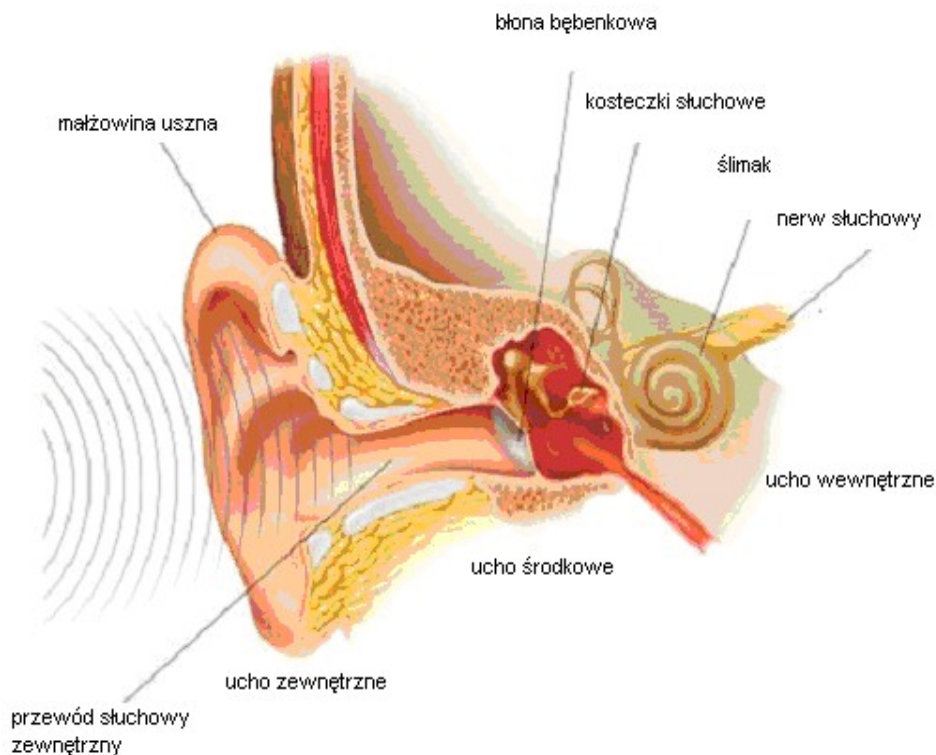
- rogówkę,
- ciecz wodnistą,
- komorę przednią (położoną między rogówką – od przodu, a tęczówką i soczewką przylegającą do źrenicy od tyłu),
- źrenicę,

- soczewkę (dwuwypukłą, przezroczystą, skupiającą promienie świetlne na siatkówce),
- ciało szkliste (znajduje się między soczewką a siatkówką i jest odpowiedzialne za utrzymanie prawidłowego ciśnienia śródgałkowego).

Światło przechodząc przez układ optyczny pada na siatkówkę, a następnie impulsy z receptorów siatkówki trafiają poprzez nerwy wzrokowe do kory mózgu (w płacie potylicznym) i powstaje obraz.

B. Narząd słuchu zbudowany z:

1. **Ucha zewnętrznego**, w skład którego wchodzi małżowina uszna i przewód słuchowy zewnętrzny. Małżowina uszna służy do skupiania fal dźwiękowych, a przewód słuchowy zewnętrzny przenosi i wzmacnia fale dźwiękowe na błonę bębenkową. Przewód zawiera gruczoły włoskowinowe, które tworzą warstwę ochronną.



Rys. 11. Budowa ucha człowieka [19]

2. **Ucha środkowego**, w skład którego wchodzi:

- błona bębenkowa zbudowana z tkanki łącznej, która posiada część wiotką i napiętą, ma barwę perłowo-szarą. Wprawiona w drgania przez fale dźwiękowe pobudza kosteczki słuchowe,
- jama bębenkowa znajduje się pomiędzy błoną bębenkową a uchem wewnętrznym,
- kosteczki słuchowe: młoteczek, kowadełko i strzemiączko. Funkcja ich polega na wzmacnianiu drgań fali dźwiękowej i przenoszeniu jej do ucha wewnętrznego,
- trąbka słuchowa łączy część nosową gardła z uchem środkowym. Wyróżniamy dwa ujścia bębenkowe i gardłowe. Funkcja jej polega na wyrównywaniu ciśnień w jamie bębenkowej oraz chroni ucho środkowe przed działaniem fal dźwiękowych,

3. **Ucha wewnętrznego**, w skład którego wchodzi:

- błędnik kostny zbudowany ze ślimaka, przedsionka, kanałów półkolistych kostnych i przewodu słuchowego wewnętrznego,

- błędnik błoniasty to narząd zmysłu zbudowany z woreczka i łagiewki, przewodów półkolistych oraz przewodu ślimakowego. Wewnątrz błędnika znajduje się śródchłonka. W przewodzie ślimakowym występuje narząd spiralny Cortiego, który jest właściwym narządem słuchu. Kanały półkoliste stanowią właściwy narząd równowagi. Pomiędzy błędnikami występuje przychłonka.

C. Narząd smaku

Służy przede wszystkim do analizy składu pokarmu. Główną jednostką tego narządu jest kubek smakowy, który znajduje się w brodawkach smakowych na powierzchni języka. Kubki różnią się pomiędzy sobą wrażliwością chemiczną, dzięki czemu możliwe staje się odróżnianie składu chemicznego pokarmu. Doznania smakowe są wypadkową różnych proporcji pomiędzy rozmieszczeniem kubków smakowych w określonej okolicy języka. Ilość smaków jest nieograniczona, wyróżnia się cztery podstawowe smaki: słodki, słony, gorzki i kwaśny.

D. Narząd węchu

Stanowi go nabłonek węchowy, który zlokalizowany jest w obrębie górnej części jamy nosowej. W następstwie podrażnienia komórek węchowych następuje rozpoznanie substancji lotnych zawartych w powietrzu. W obrębie nabłonka wyróżniamy trzy typy komórek:

- komórki węchowe,
- komórki podporowe,
- komórki podstawne nabłonka.

Wyróżniamy siedem podstawowych zapachów: kwiatowy, piżmowy, gnilny, korzenny, kamforowy, eterowy, miętowy.

E. Narządy czucia:

Czucie jest odbierane przez specjalne struktury zwane receptorami. W zależności od ich położenia receptory dzielimy na:

- powierzchniowe (eksteroreceptywne), występują w skórze w postaci ciałek odbierających wrażenia: ciepła, zimna, bólu, dotyku i ucisku. Receptory zlokalizowane na powierzchni skóry odpowiadają za poszczególne zmysły. Wyróżnia się następujące rodzaje receptorów: łąkotki dotykowe (Merkela, obierają dotyk), ciała dotykowe (Meissnera, obierają dotyk), wolne zakończenia nerwowe oplatające pochwę włosą (koszyczkowate zakończenie, obierają dotyk), ciała blaszkowate (Vatera-Paciniego, odbierają ucisk), ciała buławkowate (Golgiego-Mazzoniego, obierają ucisk), ciała opuszkowate (Krauzego, obierają zimno), ciała zmysłowe (ciała Ruffiniego, obierają ciepło). Receptory te są rozmieszczone nierównomiernie, najwięcej ich zlokalizowanych jest na wargach, opuszkach palców, podszwach stóp, a najmniej w skórze grzbietu. Przebieg pojedynczych włókien czuciowych jest zawiły. Włókna tworzą w skórze liczne rozgałęzienia i kontaktują się z sąsiednimi włóknami,
- głębokie (proprioreceptywne), odbierane przez prioprioreceptory występujące w tkance podskórnej, mięśniach, ścięgnach, torebkach stawowych, więzadłach i błędniku (czucie równowagi). Narządy czucia głębokiego nie różnią się znacznie budową od narządów czucia powierzchniowego, różnice dotyczą głównie ich topografii. Przewodzą one czucie bólu, ucisku, ruchów, zmiany położenia kończyn, skurczu mięśni i inne,
- czucie teleceptywne, np. widzenie, słyszenie, powonienie,
- czucie trzewne (interoreceptywne), obierane przez interoreceptory położone w narządach wewnętrznych i jamach ciała.

Z receptorów impulsy są kierowane specjalnymi drogami nerwowymi do ośrodków znajdujących się w korze mózgu. Większość dróg nerwowych (za wyjątkiem drogi węchowej) przed osiągnięciem kory mózgu przechodzi przez wzgórzomózgowie.

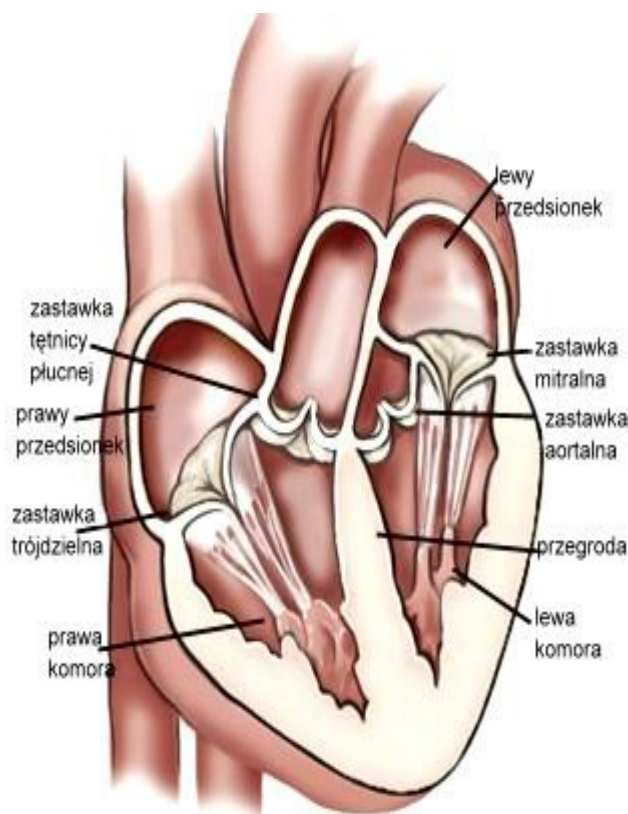
3. Układ krążenia i układ chłonny.

Układ krążenia człowieka pełni funkcje transportujące: substancje odżywcze, hormony, tlen, dwutlenek węgla, szkodliwe produkty przemiany materii; odpowiada za termoregulację oraz rozpoznaje i zwalcza ciała obce.

Do układu krążenia zaliczamy serce oraz naczynia krwionośne, czyli tętnice, żyły i naczynia włosowate.

Serce położone jest w jamie klatki piersiowej i stanowi pompę ssąco-tłoczącą. Zbudowane jest z czterech jam: dwóch przedsionków (prawy i lewy) i dwóch komór (prawa i lewa), oddzielonych od siebie przegrodami (międzykomorowa i międzyprzedsionkowa). Przedsionek prawy łączy się z komorą prawą za pomocą zastawki trójdzielnej, a lewy przedsionek łączy się z komorą lewą za pomocą zastawki dwudzielnej, czyli mitralnej. Do przedsionka prawego uchodzą żyły główne dolna i górna, a do przedsionka lewego żyły płucne. Z komory prawej odchodzi tętnica płucna, a z komory lewej tętnica główna, czyli aorta. Obydwie tętnice posiadają zastawki półksiężycowate.

Ściana serca zbudowana jest z trzech warstw. Serce od zewnątrz otoczone jest workiem osierdziowym. Warstwa środkowa (śródsierdzie) tworzy mięsień sercowy, który posiada charakterystyczną budowę tylko i wyłącznie dla tego narządu (mięsień poprzecznie prążkowany serca). Najbardziej wewnętrzną warstwę stanowi wsierdzie zbudowane ze śródbłonna, które wyściela wszystkie jamy serca, w tym także powierzchnie zastawek. Ściany przedsionków są cieńsze od ścian komór. Grubość ściany komory prawej wynosi ok. 5 mm, natomiast ściany komory lewej ok. 15 mm.



Rys. 12. Budowa serca człowieka [15]

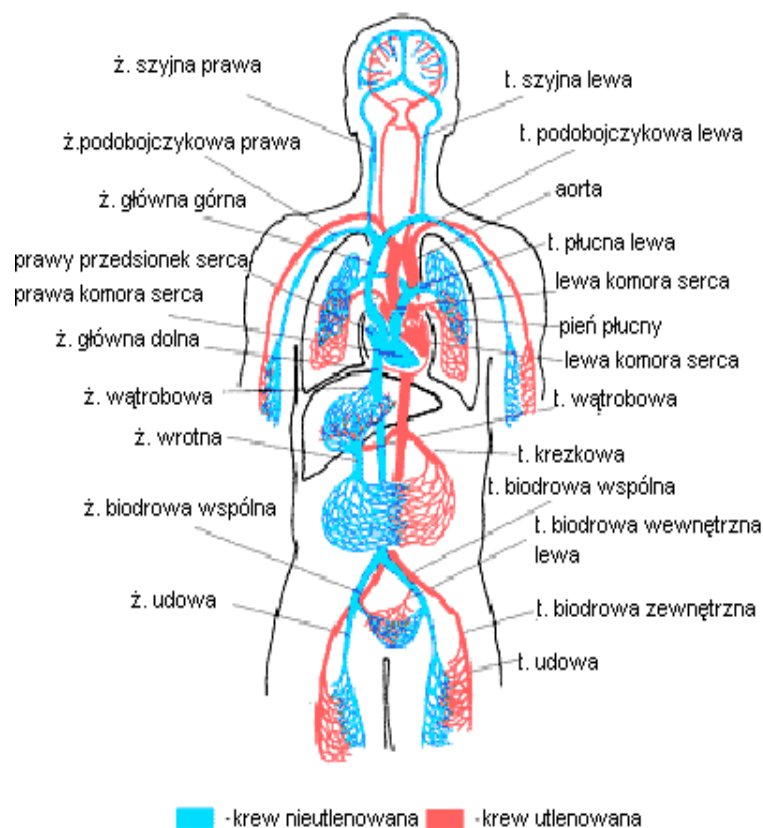
Naczynia krwionośne

Tętnice odprowadzają krew z serca na obwód i mają klasyczną trójwarstwową budowę:

- błona wewnętrzna zbudowana głównie ze śródbłonna, wyściela światło naczyń,
- warstwa środkowa zbudowana z komórek mięśni gładkich i tkanki łącznej,
- warstwa zewnętrzna zbudowana z luźnej tkanki łącznej, bogatej we włókna kolagenowe, sprężyste oraz elastyczne.

Żyły doprowadzają krew z obwodu do serca. Ściana ich jest cienka i wiotka, zbudowana podobnie jak tętnic z trzech warstw. Charakterystyczną cechą odróżniającą je od tętnic jest obecność zastawek żylnych.

Naczynia włosowate tworzą cienkościenną sieć zlokalizowaną w obrębie tkanek i narządów. Głównym ich zadaniem jest wymiana płynów, składników odżywczych, gazów oraz zbędnych produktów przemiany materii pomiędzy krwią, a otaczającymi tkankami.



Rys. 13. Przebieg naczyń żylnych i tętniczych człowieka [12]

W obrębie układu krążenia człowieka wyróżniamy dwa oddzielne obwody naczyniowe:

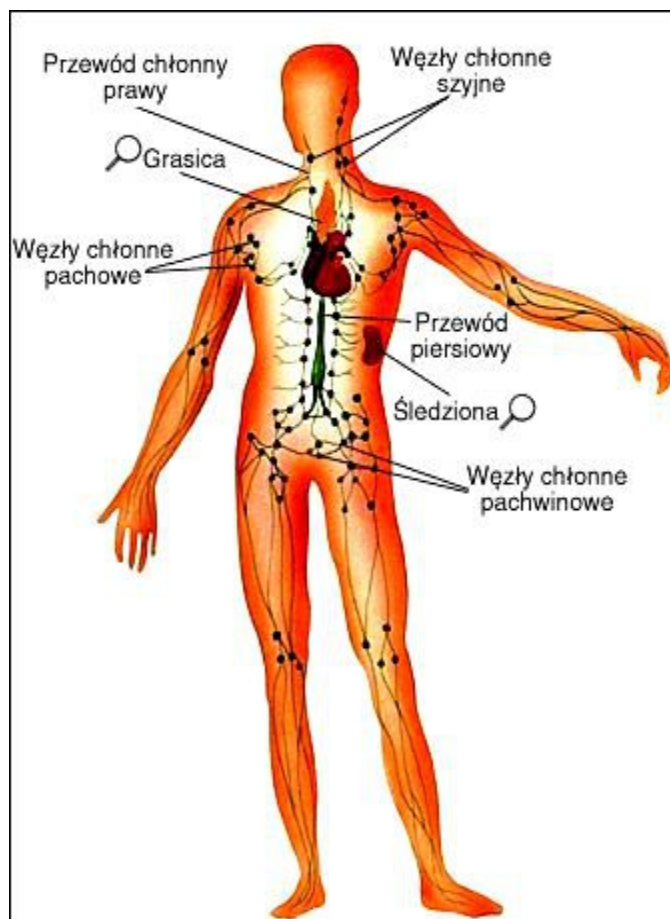
- **krążenie płucne (obieg mały)**, które łączy płuca z sercem. W jego skład wchodzi tętnice płucne, układ naczyń włosowatych płuc oraz żyły płucne,
- **krążenie ustrojowe (obieg duży)**, które łączy serce ze wszystkimi narządami i tkankami ciała. W jego skład wchodzi: aorta, tętnice narządowe, układy naczyń poszczególnych narządów i obie żyły główne.

Krew z krążenia ustrojowego pozbawiona tlenu, ale bogata w dwutlenek węgla wraca z narządów i tkanek żyłami głównymi do przedsionka prawego, skąd poprzez skurcze prawej komory pompowana jest przez pień płucny do płuc. W obrębie naczyń włosowatych płuc dochodzi do dyfuzji dwutlenku węgla do pęcherzyków płucnych, a następnie jej utlenowania. Krew żyłami płucnymi wraca do przedsionka lewego. Następnie z krążenia ustrojowego pompowana jest do aorty, poprzez którą rozprowadzana jest do wszystkich tkanek ciała.

Układ chłonny

Układ ten pozostaje w ścisłym związku anatomicznym i czynnościowym z układem krążenia. W skład jego wchodzi:

- **naczynia chłonne**, którymi przepływa chłonka (limfa, która swoim składem zbliżona jest do osocza krwi). Naczynia rozpoczynają się ślepo i uchodzą do kątów żylnych. Swoją budową przypominają żyły, występują w nich zastawki, które zapobiegają cofaniu się chłonki. Naczynia limfatyczne dzielą się na: powierzchowne (przebiegające pod powierzchnią skóry) i głębokie (występują w okolicy tętnic). Naczynia obydwu grup zespalają się ze sobą. W obrębie naczyń wyróżniamy naczynia chłonne małe i duże, tak zwane pnie i przewody chłonne (przewód piersiowy i przewód chłonny prawy). Wśród pni wyróżniamy: pień szyjny, podobojczykowy, oskrzelowo-śródpiersiowy, jelitowe i lędźwiowe. Z zespolenia pni lędźwiowych powstaje tzw. zbiornik mleczu, będący początkiem przewodu piersiowego,
- **tkanka chłonna**, zorganizowana w postaci węzłów chłonnych i grudek limfatycznych. Do narządów chłonnych zalicza się między innymi migdałki, grasicę i śledzionę.



Rys. 14. Układ chłonny [16]

Do głównych funkcji układu chłonnego zaliczamy:

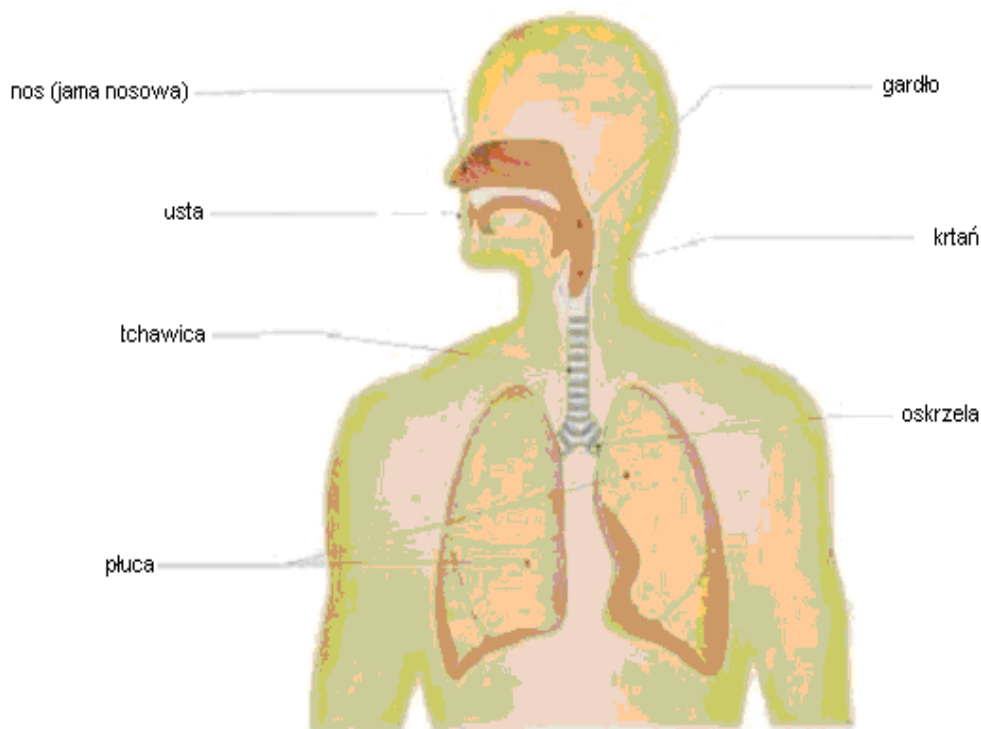
- obronę przed inwazją obcych organizmów (funkcja odpornościowa),
- gromadzenie płynu tkankowego i utrzymywanie równowagi płynów ustrojowych,
- powrót chłonki do krwi (funkcja odprowadzająca),
- wchłanianie lipidów z układu pokarmowego,
- niszczenie starych erytrocytów i płytek krwi, wytwarzanie limfocytów oraz produkcja przeciwciał w śledzionie.

4. Układ oddechowy, układ pokarmowy.

Układ oddechowy

Układ oddechowy zbudowany jest z dróg oddechowych i płuc (właściwy narząd oddechowy). Drogi oddechowe dzielimy na:

- górne (nozdrza, jama nosowa, gardło),
- dolne (krtąń, tchawica, oskrzela).



Rys. 15. Układ oddechowy człowieka [15]

Drogi oddechowe rozpoczynają się dwoma otworami nosowymi zwanymi **nozdrzami** przednimi, które stanowią przednie ograniczenie właściwej **jamy nosowej**. Ku tyłowi znajdują się nozdrza tylne, łączące się z **gardłem** (w nim krzyżują się drogi pokarmowe i oddechowe). Jama nosowa podzielona jest na dwie części przez przegrodę nosa, którą tworzą: chrząstki, lemiesz i część kości sitowej (blaszka pionowa). Błona śluzowa jamy nosowej pokryta jest nabłonkiem wielowarstwowym migawkowym, jest silnie unaczyniona i zawiera komórki wydzielające śluz. Funkcja jamy nosowej polega na: oczyszczeniu, ogrzaniu i nasyceniu parą wodną wdychanego powietrza.

Krtąń stanowi pierwszy odcinek dolnych dróg oddechowych. Składa się z trzech części: przedsionka, jamy pośredniej oraz jamy podgłośniowej. Zbudowana jest z 9 chrząstek (parzyste: nalewkowate, różkowate, klinowate oraz nieparzyste: tarczowata, pierścieniowata i nagłośniowa) oraz z mięśni zewnętrznych (poruszających całą krtanią) i mięśni wewnętrznych (odpowiadających za ułożenie chrząstek względem siebie; napinają fałdy głosowe, co umożliwia wydawanie dźwięków). Do głównych funkcji krtani należą: ochrona dróg oddechowych przed wniknięciem pokarmu z jamy gardła (nagłośnia i mięśnie), funkcja oddechowa, fonacyjna i ustalająca (zwiększa ciśnienie w drogach oddechowych).

Tchawica stanowi przedłużenie krtani i dzieli się na dwa oskrzela główne prawe i lewe, które prowadzą do płuc. Zbudowana jest z licznych sprężystych chrząstek tchawicznych

w kształcie podkowy i więzadeł obrączkowatych. Błona śluzowa, która stanowi warstwę wewnętrzną tchawicy i oskrzeli pokryta jest nabłonkiem migawkowym. Podstawową funkcją tchawicy są odruchy obronne (kaszel, odchrząkanie).

Oskrzela główne wykazują podobną budowę do tchawicy. Oskrzele prawe jest krótsze, ma większą średnicę i przebiega bardziej pionowo niż lewe. Kończą się przy wnękach płuc. Oskrzela główne dzielą się na oskrzela o mniejszej średnicy (oskrzela płatowe, segmentalne, płacikowe), te z kolei na oskrzeliki oddechowe, zakończone pęcherzykami płucnymi. System tych rozgałęzień tworzy drzewo oskrzelowe. Do najważniejszych funkcji tchawicy i krtani należą oczyszczanie, ogrzewanie, nawilżanie i transport powietrza do płuc.

Płuca to parzysty narząd położony w klatce piersiowej. Płuco prawe zbudowane jest z trzech płatów, a lewe z dwóch. Pokryte jest cienką błoną surowiczą zwaną opłucną, która składa się z dwóch blaszek opłucnej ściennej i trzewnej. Pomiedzy nimi znajduje się jama opłucna z niewielką ilością płynu surowiczego, którego zadaniem jest nawilżanie powierzchni płuc podczas oddychania, zapobiegając tarciu ścian. Płuca zbudowane są z około 750 milionów pęcherzyków płucnych, otoczonych gęstą siecią naczyń włosowatych. Ściany ich są cienkie, zbudowane z pojedynczej warstwy nabłonka, składającego się z trzech typów pneumocytów (I, II, III). Pneumocyty typu II wytwarzają surfaktant, który odpowiedzialny jest za zmniejszenie napięcia powierzchniowego pęcherzyków. Pomiedzy pęcherzykiem wypełnionym powietrzem, a krwią włosniczki znajduje się błona pęcherzykowo-włosniczka, przez którą odbywa się wymiana gazowa, czyli dyfuzja tlenu oraz dwutlenku węgla.

Do najważniejszych funkcji układu oddechowego zaliczamy:

- pobieranie, transport oraz dostarczanie tlenu do wszystkich tkanek,
- eliminację dwutlenku węgla,
- oczyszczanie, ogrzewanie, nawilżanie wdychanego powietrza,
- regulację gospodarki kwasowo-zasadowej,
- udział w wytwarzaniu dźwięków.

Układ pokarmowy

Układ trawienny złożony jest z przewodu pokarmowego i gruczołów (wątroba, trzustka, gruczoły ślinowe).

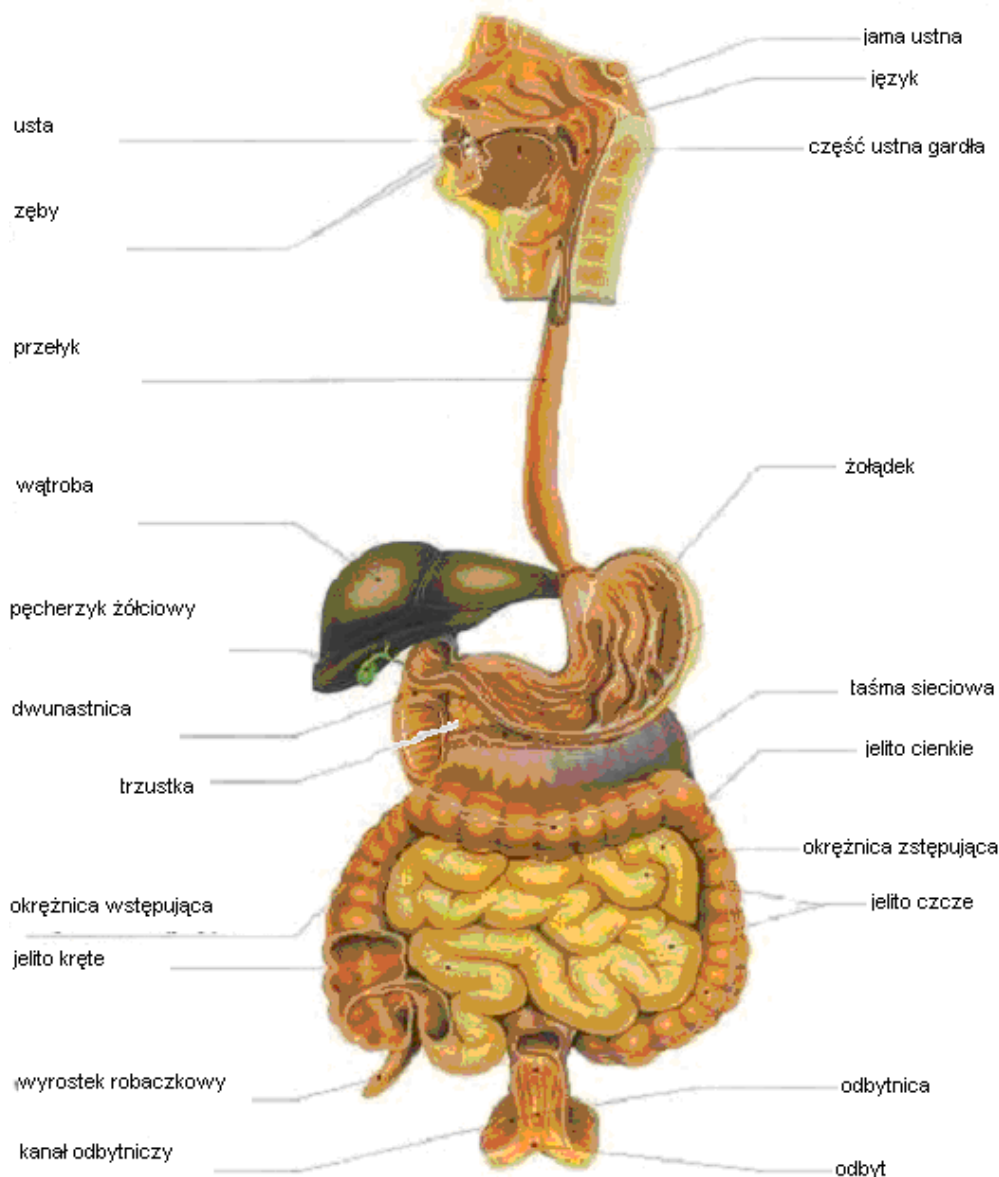
Do przewodu pokarmowego zaliczamy:

Jamę ustną – zachodzi w niej wstępna obróbka pokarmów, w której zostają one zmiążdżone, zwilżone śliną i formowane w kęsy. W obrębie jamy ustnej znajdują się ujścia gruczołów ślinowych (ślinianki) wydzielające ślinę. W skład śliny wchodzi amylaza ślinowa, która rozkłada skrobię i inne wielocukry.

Gardło – narząd, w którym krzyżują się drogi pokarmowe i oddechowe. Stanowi przedłużenie jamy ustnej i ku dołowi przechodzi w przełyk.

Przełyk – składa się z części szyjnej, piersiowej i brzusznej. Ściana przełyku zbudowana jest z pofałdowanej błony śluzowej (pokrytej nabłonkiem wielowarstwowym płaskim), tkanki podśluzowej i błony mięśniowej (warstwa zewnętrzna – włókna podłużne i warstwa wewnętrzna – włókna okrężne). Rytmiczne skurcze okrężnych i podłużnych warstw włókien mięśniowych przesuwają pokarm z przełyku do żołądka.

Żołądek – składa się z: części wpustowej, dna, trzonu i części odźwiernikowej. Ściana jego zbudowana jest z silnie pofałdowanej błony śluzowej pokrytej nabłonkiem jednowarstwowym walcowatym, która tworzy liczne fałdy o przebiegu podłużnym; błony mięśniowej (warstwa podłużna, okrężna, skośna) oraz błony surowiczej. Rola żołądka polega na: trawieniu (wydziela on sok żołądkowy, który zawiera pepsynę trawiącą białka i kwas solny, działający bakterioobójczo), magazynowaniu pokarmu oraz przesuwaniu ruchami perystaltycznymi do odźwiernika. Gruczoły żołądka wydzielają również lipazę, rozkładającą tłuszcze.



Rys. 16. Układu pokarmowy [16]

Jelito cienkie – dzielimy na: dwunastnicę, jelito czerce i kręte. Do dwunastnicy uchodzą dwa gruczoły trawienne wątroba i trzustka, poprzez przewód wątrobowo-trzustkowy. Błona śluzowa jelita cienkiego zbudowana jest z okrężnych fałdów, na których znajdują się palczaste wypustki zwane kosmkami jelitowymi (w górnej części jelita cienkiego są one liczniejsze, natomiast w jelicie krętym występują coraz rzadziej). Dzięki nim zwiększa się powierzchnia chłonna jelita. W jelicie cienkim pod wpływem enzymów zachodzą intensywne procesy trawienia i rozkładu pokarmów do substancji prostych (aminokwasów, kwasów tłuszczowych i cukrów prostych). Ruchami perystaltycznymi niestrawione resztki pokarmu przechodzą do jelita grubego.

Jelito grube – dzielimy na: jelito ślepe z wyrostkiem robaczkowym, okrężnicę (wstępującą, poprzeczną, zstępującą i esowatą) oraz odbytnicę. Charakterystyczną cechą jelita grubego, odróżniającą go od jelita cienkiego jest obecność taśm, fałdów półksiężycowatych, wypukleń oraz przyczepków sieciowych. Niestrawiony pokarm zostaje w obrębie jelita grubego częściowo rozłożony dzięki obecności enzymów bakterii je zasiedlających. W końcowym odcinku jelita grubego dochodzi do zwrotnego wchłonięcia wody