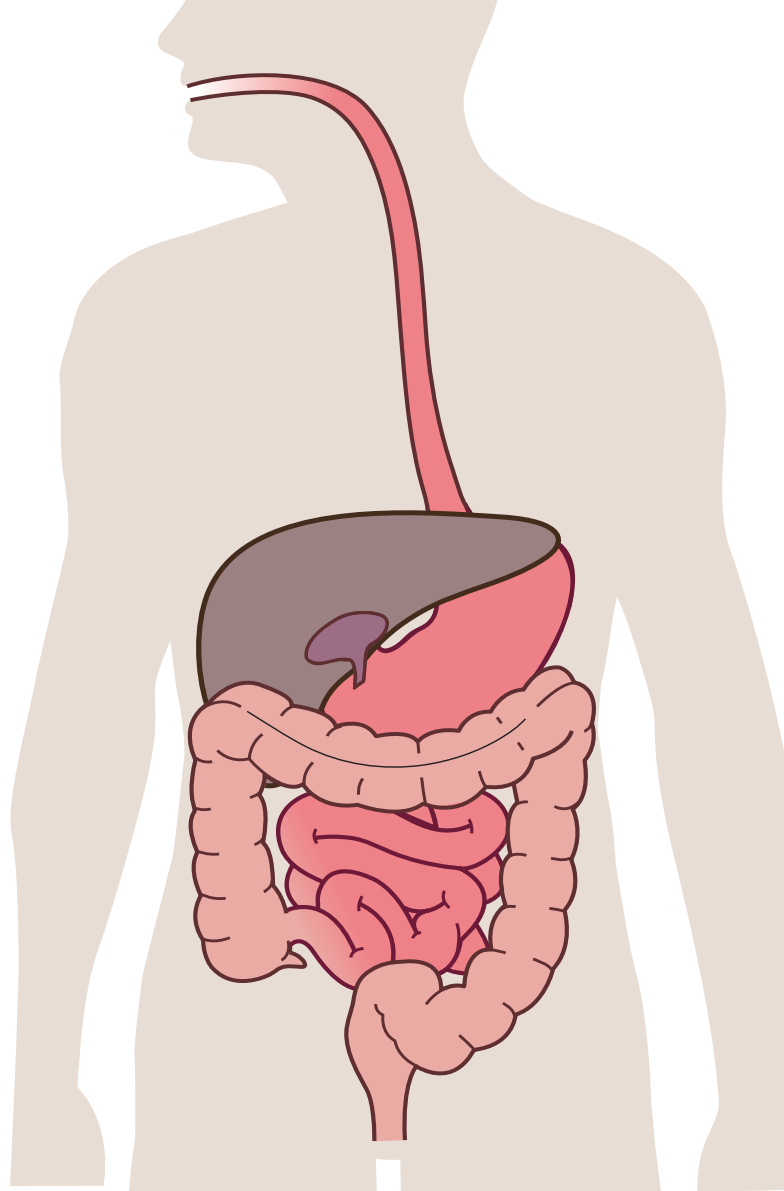




Układ pokarmowy

Człowiek jako organizm cudzożywny, musi pobierać materię organiczną z otoczenia. Aby przyjęty pokarm mógł być wykorzystany, musi zawierać proste składniki odżywcze. Zespół zjawisk i czynności, które prowadzą do rozłożenia pokarmu to trawienie, a przenikanie z zewnętrznego do wewnętrznego środowiska organizmu to wchłanianie.

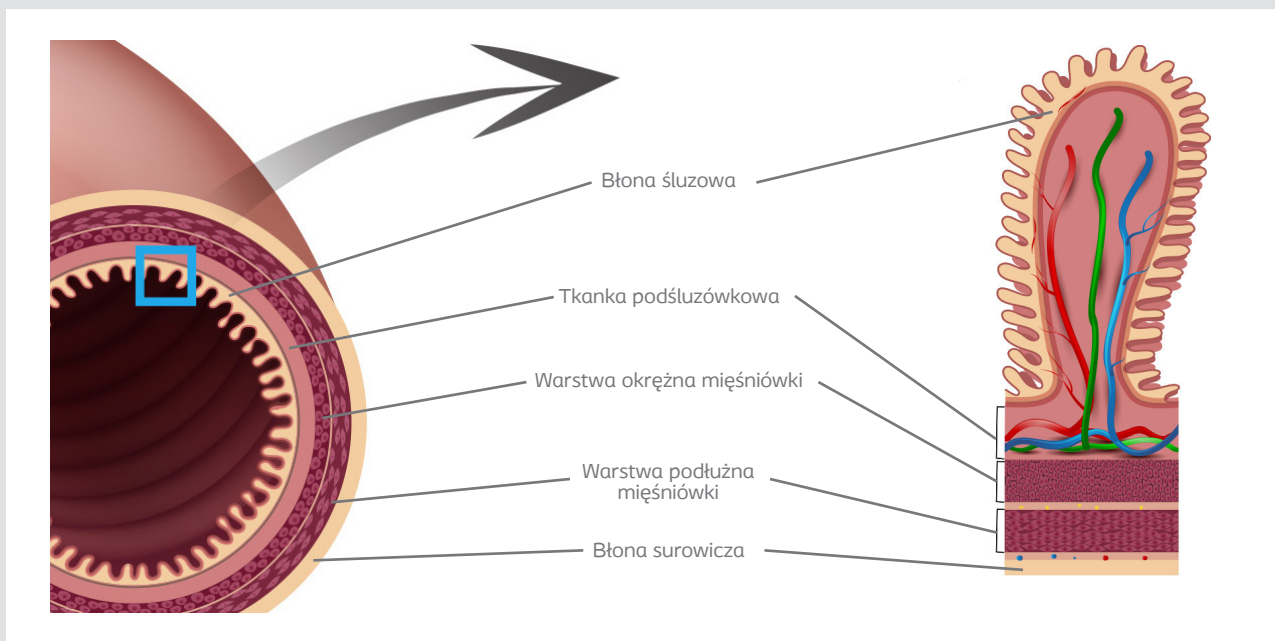
Trawienie polega na hydrolitycznym rozpadzie złożonych pokarmów na proste związki chemiczne: aminokwasy, kwasy tłuszczowe, glicerol, cukry proste, sole mineralne, witaminy i wodę. Ten proces przebiega bardzo szybko a wspomagany jest przez enzymy trawienne zlokalizowane w poszczególnych odcinkach przewodu pokarmowego. Za proces wchłaniania odpowiada krew i limfa.

Czynności układu trawiennego można rozpatrywać oddzielnie z punktu widzenia motoryki, wydzielania, trawienia, wchłaniania i wydalania, ale są one ze sobą ściśle zsynchronizowane, co zapewnia optymalne wykorzystanie przez organizm pobieranych składników pokarmowych i wydalanie z kałem niestrawionych resztek. Pokarm aktywuje autonomiczny układ nerwowy, zostają wtedy uwolnione hormony żołądkowo-jelitowe do światła przewodu pokarmowego, wydzielają się soki trawienne i jednocześnie zachodzą skurcze błony mięśniowej ściany przewodu, umożliwiając przesuwanie miazgi pokarmowej w kierunku odbytnicy.

Budowa układu pokarmowego człowieka

Układ pokarmowy to około 7-8 metrowa cewa, wyścielona nabłonkiem od jamy ustnej aż do kanału odbytu. Zalicza się do niego: jamę ustną (z należącymi do niej zębami i językiem), gardło, przełyk, żołądek, jelito cienkie, jelito grube, odbytnicę i kanał odbytu, a także gruczoły przewodu pokarmowego: ślinianki, wątrobę i trzustkę. Poszczególne części pod względem strukturalnym wykazują duże podobieństwo. Układ trawienny dzielimy na dwie części: nadprzeponową, w skład której wchodzi: jama ustna, gardło, przełyk i podprzeponową, która składa się z: żołądka, jelita cienkiego, jelita grubego i gruczołów trawiennych.

Błona śluzowa (mucosa), inaczej śluzówka, jest warstwą wyścielającą przewód pokarmowy od wewnątrz i spełnia 3 ważne funkcje: ochrony, wydzielania i wchłaniania. Budują ją trzy warstwy: *nabłonek* (epithelium), *blaszka właściwa* (lamina propria) *łącznotkankowa*, *mięśniówka błony śluzowej* (muscularis mucosae) – cienka warstwa mięśniówki gładkiej, której skurcz powoduje sfałdowanie błony śluzowej. W najbardziej narażonych na uraz mechaniczny lub zużycie odcinkach przewodu pokarmowego jest zbudowana z wielowarstwowego nabłonka płaskiego z wydzielającymi śluz gruczołami. W okolicach, w których pokarm ma konsystencję papkowatą,



Ściany przewodu pokarmowego zbudowane są przeważnie z czterech warstw:

- **błony śluzowej, najbardziej wewnętrznej, pokrytej nabłonkiem**
- **podśluzowej**
- **błony mięśniowej, która umożliwia perystaltykę, czyli przesuwanie pokarmu**
- **okrywającej i osłaniającej błony zewnętrznej lub surowiczej, zbudowanej z tkanki łącznej**

gdzie dochodzi do wydzielania soków trawiennych oraz wchłaniania, błona śluzowa składa się z walcowatych komórek nabłonkowych z towarzyszącymi im komórkami kubkowymi, których rolą jest produkcja śluzu. Pod powierzchnią okolic wyścielonych nabłonkiem znajdują się skupiska gruczołów uwalniających swe wydzieliny do światła przewodu pokarmowego.

Błona podśluzowa, inaczej podśluzówka (submucosa), stanowi kolejną warstwę wyścielającą przewód pokarmowy. Jest to tkanka łączna zawierająca naczynia krwionośne

i limfatyczne oraz włókna nerwowe.

Błona mięśniowa, inaczej mięśniówka, są to ułożone podłużnie i okrężnie warstwy mięśni gładkich. Ich rytmiczne skurcze, zwane ruchami perystaltycznymi, powodują przesuwanie się treści pokarmowej.

Błona zewnętrzna, inaczej przydanka, jest warstwą leżącą najbardziej zewnętrznie otaczając cały układ pokarmowy. Może mieć budowę włóknistą np. w przełyku lub surowiczą, zbudowaną z tkanki łącznej pokrytej dodatkowo

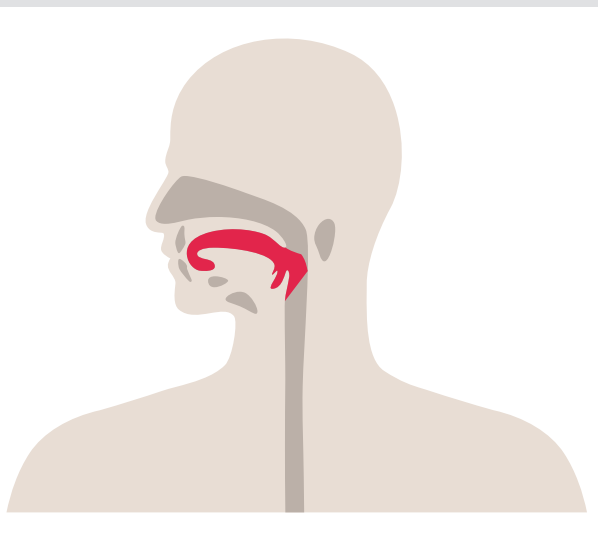
nabłonkiem jednowarstwowym płaskim (otrzewną).

Otrzewna jest najobszerniejszą błoną surowiczą w ustroju człowieka, stanowi zamknięty worek w jamie brzusznej zawierający niewielką ilość płynu surowiczego. Stanowi fizyczną barierę chroniącą przed miejscowymi zakażeniami. Składa się z dwóch warstw: otrzewnej ściennej wyściełającej ściany brzucha i otrzewnej trzewnej, pokrywającej narządy w jamie brzusznej i miednicy.

Anatomia części nadprzeponowej układu pokarmowego

Jama ustna to pierwszy odcinek przewodu pokarmowego, którego rola polega na pobieraniu pożywienia, gryzieniu, żuciu i mieszaniu ze śliną. Tworzą ją: przedsionek jamy ustnej, czyli wąska przestrzeń pomiędzy wargami i policzkami oraz zębami i dziąsłami oraz jama ustna właściwa, w której znajdują się podniebienie (twarde i miękkie), zęby, dziąsła, ślinianki oraz język.

Jama ustna właściwa



Błona śluzowa pokrywająca podniebienie, policzki, język oraz wargi zawiera liczne małe gruczoły ślinowe: wargowe, policzkowe,

podniebienne i językowe. Wydzielają one ślinę bezpośrednio do jamy ustnej. Ponadto trzy pary dużych ślinianek produkują ślinę, która bierze udział w trawieniu, zmiękczeniu oraz połykaniu pokarmu. Komórki surowicze pęcherzyków ślinianek wydzielają składniki białkowe i enzymatyczne, podczas gdy komórki śluzowe pęcherzyków ślinianek wydzielają wodnisty składnik śliny. Ponadto gruczoły surowicze znajdujące się w języku wydzielają lipazę językową, która miesza się ze śliną i rozpoczyna tutaj trawienie tłuszczów.

Ślinianka przyuszna to typ gruczołu surowiczego, wydziela ślinę do przewodu ślinianki przyusznej w odpowiedzi na bodźce mechaniczne. Ślinianka podżuchwowa to typ surowiczo-śluzowy, wydziela ślinę za pomocą przewodu ślinianki podżuchwowej w odpowiedzi na bodźce termiczne. W śliniance podjęzykowej dominuje śluzowy typ gruczołu, wydziela ślinę w odpowiedzi na bodźce chemiczne.

Zęby

Zęby to twarde struktury osadzone w wyrostkach zębodołowych szczęki i żuchwy. Każdy ząb zbudowany jest z korony, szyjki oraz korzenia. Uzębienie człowieka jest różnokształtne oraz dwupokoleniowe, występują zęby mleczne i stałe. Zęby mleczne to pierwsze 20 zębów, których wzrost zakończony jest zazwyczaj do 3. roku życia

(2 siekacze, 1 kieł, 2 zęby trzonowe po każdej ze stron szczęki i żuchwy). Zęby stałe to uzębienie wtórne składające się z 32 zębów, które zazwyczaj zaczynają się pojawiać ok. 6 roku życia zastępując uzębienie mleczne (2 siekacze, 1 kieł, 2 zęby przedtrzonowe i 3 zęby trzonowe po każdej ze stron szczęki i żuchwy).

Język

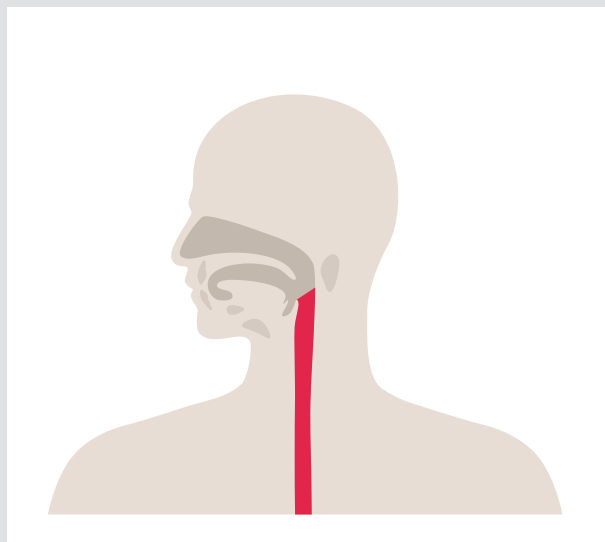
Język jest strukturą utworzoną przez zależny od woli mięsień zajmujący dno jamy ustnej. Podstawą jest umocowany do kości gnykowej a fałdem pokrywającej go błony śluzowej, zwanym wędzidełkiem, do dna jamy ustnej. Górna powierzchnia języka składa się z wielowarstwowego nabłonka płaskiego z licznymi brodawkami. Wiele z nich zawiera receptory czuciowe, służące od odczuwania smaku przez kubki smakowe. Znamy 5 rodzajów receptorów smakowych, odpowiadających ważnym grupom substancji chemicznych, znajdujących się w pożywieniu: słodki, słony, gorzki, kwaśny i umami.

Gardło

Gardło jest przestrzenią ciągnącą się od góry od podstawy czaszki, na dole dochodzi do krtani i przechodzi dalej w przełyk. Dzieli się na: gardło górne – część nosową gardła, która znajduje się z tyłu jamy nosowej od trzonu kości klinowej do poziomu podniebienia miękkiego, gardło środkowe – część ustną gardła, od podniebienia miękkiego do nasady języka i gardło dolne – część krtaniową.

Funkcją tego mięśniowo-błoniastego przewodu jest transport pokarmów i powietrza, stąd pełni rolę „skrzyżowania”, w którym naprzemiennie pokarm zstępuje do przełyku, a powietrze kieruje się z jamy nosowej do krtani. Tylną ścianę gardła stanowi kręgosłup. Ściany gardła składają się z warstwy śluzowej, włóknistej i mięśniowej. Tę ostatnią tworzą mięśnie zwieracze i dźwigacze gardła. W obrębie błony śluzowej gardła znajdują się skupienia tkanki limfatycznej: na stropie części nosowej u dzieci migdałek gardłowy, w części ustnej na ścianach bocznych migdałki podniebienne i migdałek językowy w części krtaniowej. Te skupiska tkanki limfatycznej tworzą pierwszą linię obrony immunologicznej ustroju. Gardło jest wyścielone błoną śluzową. W jego części nosowej, błona ma taką samą budowę jak jama nosowa, w pozostałych częściach śluzówka ma budowę odmienną, charakterystyczną dla górnego odcinka przewodu pokarmowego.

Przełyk



Przełyk (esophagus), to część przewodu pokarmowego łącząca gardło z żołądkiem. Sam nie wchłania pokarmu, jedynie go transportuje. Przełyk człowieka ma około 23-25 cm długości i około 2 cm średnicy. Zaczyna się na poziomie szóstego kręgu szyjnego, a kończy na wysokości dziesiątego lub jedenastego kręgu piersiowego. Przełyk dzieli się na trzy części: szyjną, część piersiową i brzuszną, ma także trzy zwężenia. Pierwsze z nich to zwężenie górne, które jest przejściem gardła w przełyk. W zwężeniu górnym umiejscowiony jest zwieracz górny przełyku, nie dopuszcza on do przedostawania się powietrza podczas wdechu i zachłyśnięcia się treścią pokarmową. Zwężenie środkowe znajduje się na poziomie rozdwojenia tchawicy. Zwężenie dolne, zwane także zwężeniem brzuszным, położone jest nieco powyżej wpustu żołądka. Zwężenie dolne to zwieracz dolny przełyku. Jeśli jego skurcz jest zbyt słaby, kwaśna treść pokarmowa się cofa – w ten sposób powstaje refluks żołądkowo-przełykowy. Budową przełyk odzwierciedla kształt podłużnego tunelu, zbudowany jest z błony śluzowej, podśluzowej, błony mięśniowej i błony zewnętrznej. Błona mięśniowa napina przełyk, a jej skurcze przesuwają i mieszają pokarmy i płyny. Ściana przełyku wytwarza śluz, który sprawia, że przełyk jest wilgotny i ułatwia przyjmowanie pokarmów.

Fizjologia części nadprzeponowej układu pokarmowego

Wstępny etap trawienia zachodzi w jamie ustnej właściwej. Tu pobiera się pożywienie, gryzie przy pomocy zębów, żuje i miesza ze śliną a następnie formuje kęsy i połyka. Żucie jest procesem polegającym na mechanicznym rozdrabnianiu pokarmu w jamie ustnej, mieszaniu go ze śliną i formowaniu kęsa (bolusa) pokarmowego, który następnie zostaje połknięty w wyniku skurczów parzystych mięśni żucia tzw. żwaczy. Żucie jest regulowane odruchowo, a ośrodek tego odruchu znajduje się w tworze siatkowatym pnia mózgu. Żucie ma duże znaczenie dla procesów trawienia, gdyż rozdrobnienie pokarmu w jamie ustnej ułatwia jego rozpad enzymatyczny, a ponadto umożliwia pobudzenie receptorów smakowych, prowadząc do powstania wrażeń smakowych oraz odruchowego pobudzenia wydzielania śliny oraz soków żołądkowych i trzustkowych.

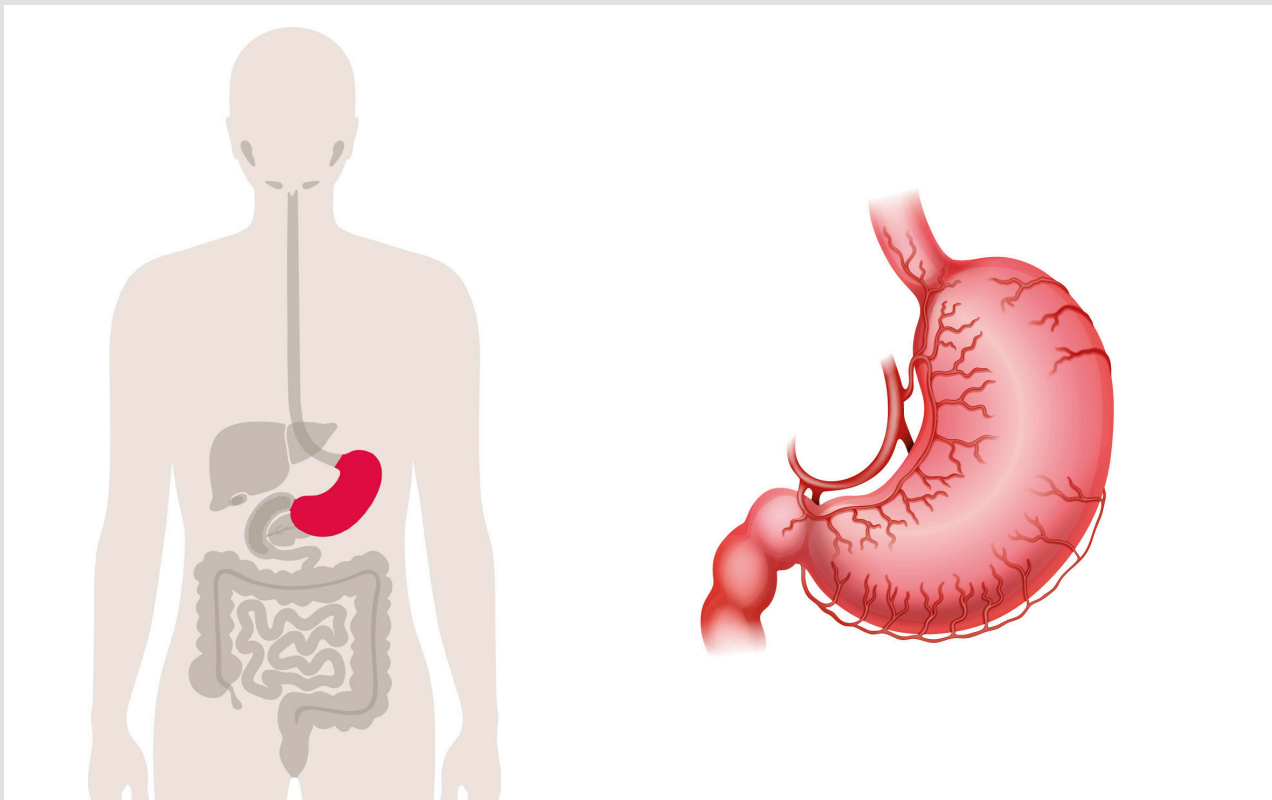
Ślina stanowi bardzo ważny składnik naszego organizmu, pozwala utrzymywać wilgotność i śliskość śluzówki, co zapobiega jej uszkodzeniu, a poprzez zawarty w niej lizozym (białko o właściwości enzymu) kontroluje ilość bakterii w jamie ustnej. Zawiera wapń i fosforany niezbędne do wzrostu i utrzymania w dobrej kondycji zębów. W warunkach fizjologicznych ślina wytwarzana jest w ilości 500-600 ml, z czego około połowa odpowiada wydzielaniu spoczynkowemu, druga część to odpowiedź na bodźce. Wytwarzanie śliny jest procesem ciągłym. Ślina jest bezbarwną wydzieliną trawienną, o pH około 7. Na tę wartość wpływają zawarte w niej: wodorowęglany,

fosforany i białka buforowe. Ślina składa się w 99% z wody, pozostałą część stanowią składniki nieorganiczne i organiczne. Ślina pełni wiele funkcji, wśród których można wymienić: trawienną, ochronną, ułatwiającą mowę, wydalniczą oraz regulację równowagi wodnej. Najbardziej powszechną funkcją śliny jest funkcja trawienna. Dzięki tzw. mucynom ułatwia ona formowanie kęsa pokarmowego, zlepia pokarm, nadaje mu śliskość i ułatwia połykanie. Zawarta w niej amylaza i inne enzymy trawienne wstępnie trawią składniki pokarmowe. Naśliniony i żuty pokarm w postaci kęsa zostaje połknięty i przesuwa się z jamy ustnej do żołądka.

Połykanie jest złożonym aktem, w którym bierze udział jama ustna, gardło i przełyk, odbywającym się w trzech fazach: ustnej, gardłowej i przełykowej, przy czym faza ustna ma charakter dowolny, natomiast gardłowa i przełykowa odruchowy. Pierwsza faza połykania (ustna) trwa do 30 sekund i pozostaje pod kontrolą okolic ruchowych kory mózgowej. Druga faza, gardłowa, trwa ok. 1-3 sekund i ma charakter odruchu niezależnego od woli, wyzwalanego przez podrażnienie kęsem receptorów w obrębie podniebienia miękkiego, łuków podniebiennych, podstawy języka i gardła. Trzecia faza połykania (przełykowa) trwa ok. 4-10 sekund i obejmuje przesuwanie się kęsa do żołądka. Pokarmy stałe przesuwać się powoli, natomiast płyny szybko, bezpośrednio z gardła wlewają się do dolnej części przełyku.

Anatomia części podprzeponowej układu pokarmowego

Żołądek



Żołądek to najbardziej rozszerzona część przewodu pokarmowego, mięśniowy worek o hakowatym kształcie. Jego ściany zbudowane są z kilku warstw tkanki mięśniowej gładkiej, przebiegającej w różnych kierunkach, tak by mógł brać on udział w rozdrabnianiu kęsów pokarmu, które trafiają z przełyku. Żołądek, stanowiący strukturę bardzo elastyczną, w trakcie trawienia może przybierać wiele różnych kształtów w zależności od tego, w których miejscach kurczą się ściany oraz jak wypełnione lub rozdęte jest jego wnętrze. Ma długość około 25-30 cm, szerokość około 12-14 cm, a pojemność 1000-3000 ml. Zajmuje przestrzeń w jamie brzusznej na wysokości jedenastego kręgu piersiowego do trzeciego bądź czwartego kręgu lędźwiowego.

Z przełykiem łączy się przez wpust żołądka, który znajduje się na wysokości dziesiątego kręgu piersiowego, około 3 cm pod przeponą, nieco po lewej stronie kręgosłupa. Cała ta okolica nazywana jest częścią wpustową. Od wpustu ku dołowi biegnie krzywizna mała

żołądka, natomiast druga krzywizna, większa, początkowo zdąża ku górze, a następnie opada, tworząc dno żołądka. Dno żołądka jest wysklepione ku górze i znajduje się nieco powyżej wpustu. Krzywizna większa schodzi w dół tworząc kolano żołądka, najniżej położoną część narządu. Dalej, od kolana żołądka, wznosi się aż do miejsca, w którym znajduje się drugi otwór, ujście odźwiernika. Odźwiernik jest położony na wysokości pierwszego kręgu lędźwiowego, nieco po prawej stronie kręgosłupa. Między krzywiznami małą i większą leży trzon żołądka, w którym wyróżniamy ścianę przednią i tylną. Pomimo swojej elastyczności żołądek jest przymocowany u góry do przełyku, a w swojej części końcowej, do części górnej dwunastnicy. Zarówno żołądek, jak i łącząca się z nim dwunastnica, zawieszone są na krezce (narządzie stabilizującym narządy wewnętrzne jamy brzusznej).

Ściana żołądka, jak cały przewód pokarmowy, ma budowę warstwową. Wewnętrzną warstwę ścian żołądka stanowi **błona śluzowa**, którą

budują 3 warstwy: samoodnawiająca się *nabłonkowa*, *blaszka mięśniowa*, która wnika pomiędzy gruczoły żółdkowe oraz *tkanka podśluzowa*. Błona śluzowa żołądka wytwarza duże, podłużnie przebiegające fałdy, nazywane fałdami żółdkowymi, oraz tysiące mikroskopijnych fałdów kosmkowatych i docieczków żółdkowych. Zlokalizowane są tam gruczoły właściwe żołądka.

Gruczoły występujące w błonie śluzowej żołądka dzielimy na 3 typy:

- **gruczoły żółdkowe właściwe** – w liczbie około 100 na 1 mm², zlokalizowane są w okolicach dna i trzonu
- **gruczoły wpustowe** – zlokalizowane w części wpustowej żołądka, wydzielają obojętny śluz i niewielkie ilości lizozymu
- **gruczoły odźwiernikowe** – zlokalizowane w części odźwiernikowej żołądka.

W gruczołach właściwych żołądka zawarte są różne typy komórek odpowiedzialnych za produkcję wydzielin potrzebnych do procesu trawienia. Komórki te funkcjonalnie dzielą się na:

- **komórki śluzowe**: wydzielające śluz, który chroni komórki okładzinowe oraz inne, wchodzące w skład błony śluzowej przed trawiącym działaniem kwasu solnego
- **komórki główne**: występujące zwłaszcza w trzonie lub dnie gruczołu – produkują przede wszystkim pepsynogen, który w trakcie procesu trawienia białek w chwili kontaktu z sokiem żółdkowym i zawartymi w nim kwasami przekształcany jest w pepsynę
- **komórki okładzinowe**: wydzielają kwas solny – HCl oraz czynnik wewnętrzny – kompleks wiążący witaminę B12,

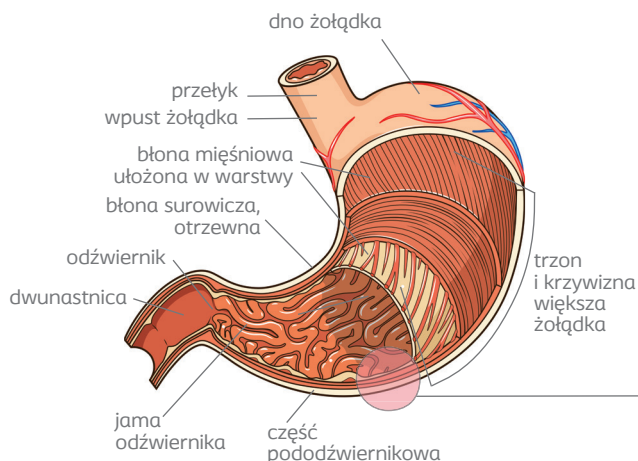
umożliwiając jej wchłanianie w jelicie krętym

- **komórki enteroendokrynowe**: wydzielają hormony lub substancje hormonopodobne regulujące trawienie
- **komórki G**: wydzielające przede wszystkim gastrynę. Hormon ten wywołuje wydzielanie soku żółdkowego. Pobudza również gruczoły błony śluzowej jelit do wydzielania soku jelitowego, komórki zewnątrzwydzielnicze trzustki do wydzielania soku trzustkowego oraz komórki wątrobowe do wydzielania żółci, gromadzonej w pęcherzyku żółciowym. Wzmaga też motorykę żołądka i jelit oraz skurcze pęcherzyka żółciowego
- **komórki macierzyste**: powstają z nich wszystkie komórki nabłonka

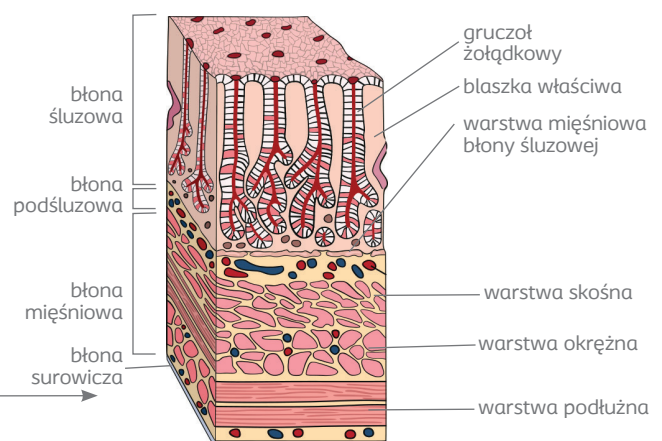
Kolejna warstwa ściany żołądka to **błona mięśniowa**, ona również ma budowę warstwową. Błona mięśniowa żołądka utworzona jest z trzech warstw: **zewnątrznej – podłużnej, środkowej – okrężnej i wewnętrznej – skośnej**. Miocyty (komórki mięśniowe) warstwy podłużnej, stanowiącej przedłużenie, podobnej warstwy przełyku, tworzą większe zgrupowania wzdłuż obu krzywizn żołądka. Brak ich natomiast w ścianie przedniej i tylnej. Warstwa okrężna jest słabo zaznaczona w dnie, a pogrubiała w części obwodowej żołądka. Tworzy dwa pierścieniowate zgrubienia, jednym z nich jest zwieracz odźwiernika. Warstwa mięśniówki skośnej występuje w rejonie dna żołądka.

Z zewnątrz żołądek pokryty jest **błoną surowiczą**. Unerwienie żołądka pochodzi z układu autonomicznego i nie podlega kontroli świadomości.

BUDOWA ŻOŁĄDKA



STRUKTURA ŚCIANY ŻOŁĄDKA



Funkcja żołądka

Funkcja żołądka sprowadza się do procesów fizjologicznych, zachodzących w środowisku soku żołądkowego:

- rozdrabnianie pokarmu
- wyjąławianie pokarmu
- trawienie białek i zapoczątkowywanie trawienia tłuszczów przez lipazę żołądkową
- trawienie cukrów przez amylazę ślinową, które trwa do momentu dezaktywacji enzymu po obniżeniu pH pokarmu

Połyknięte pożywienie gromadzi się w żołądku, układając się warstwami. Kolejno połykane porcje trafiają do środka żołądka, rozsuwając na zewnątrz pokarmy spożyte wcześniej, tak że te ostatnie nie tracą kontaktu z wydzieloną trawienią błony śluzowej. Żołądek można napęczyć szybko ale pokarm może przebywać tam kilka godzin. W tym czasie podlega obróbce mechanicznej i przemianom chemicznym, przy udziale soku żołądkowego. Płyny przesuwają się w kierunku odźwiernika i dalej do dwunastnicy szybciej niż pokarm stały. W miarę opróżniania żołądka stopniowo zmniejsza się wypełnienie części rezerwuarowej i jednocześnie pojawiają się w niej powolne skurcze żołądka i odźwiernika. Pod ich wpływem zawartość pokarmowa ulega rozdrobnieniu, zmieszaniu z sokiem żołądkowym i ostatecznie przesunięciu do dwunastnicy.

Aktywność skurczowa żołądka rozpoczyna się już wkrótce po spożyciu pokarmu, początkowo są to skurcze słabe, a następnie stopniowo się nasilają. Każdy skurcz perystaltyczny przesuwa miążgę pokarmową w kierunku odźwiernika, wtłaczając jednorazowo niewielką jej porcję do dwunastnicy a reszta powraca do trzonu. Pokarm wielokrotnie przesuwany w żołądku w jedną i drugą stronę ulega dokładnemu rozdrobnieniu i wymieszaniu z sokiem żołądkowym. Opróżnianie żołądka jest wynikiem współdziałania żołądka, zwieracza odźwiernika i dwunastnicy i zależy od właściwości mechanicznych, chemicznych i fizycznych spożywanego pokarmu. Okres czasu w jakim spożyte pokarmy przebywają w żołądku jest zróżnicowany. Najkrócej przebywa w nim pokarm białkowy, dodatek tłuszczów i węglowodanów do pokarmu spowalnia proces opróżniania. Płyny opuszczają żołądek szybciej niż pokarmy stałe.

Sok żołądkowy jest wydzieloną wytwarzaną w ilości około 2,5 litra na dobę, w komórkach śluzowych, komórkach głównych oraz komórkach okładzinowych. Wydzielanie soku żołądkowego następuje pod wpływem bodźców

nerwowych i chemicznych. Pobudzenie wydzielania w fazie trawiennej, wywołane spożyciem pokarmu, dzielone jest na trzy fazy: głowową, żołądkową, jelitową. Faza głowowa wydzielania zachodzi zanim pokarm dostanie się do żołądka i związana jest z oddziaływaniem sensorycznym pokarmu poprzez doznania wzrokowe, węchowe albo słuchowe, stanowiąc około 20% wydzielania dobowego. Faza żołądkowa związana jest głównie ze stymulacją wydzielania pod wpływem gastryny i stanowi ponad 60% wydzielania dobowego. Docierający do żołądka pokarm wpływa na komórki G, stymulując wydzielanie gastryny. Gastryna pobudza komórki główne do intensywnej produkcji pepsynogenu oraz poprzez pobudzanie wydzielania histaminy, działa na komórki okładzinowe produkujące kwas solny. W fazie jelitowej dochodzi zarówno do pobudzania jak i hamowania czynności wydzielniczej żołądka. Wszystkie fazy mają podobny, neurohormonalny, mechanizm działania i częściowo zachodzą na siebie. Pozwala to modyfikować wydzielanie żołądkowe w zależności od ilości i jakości pokarmu. Jednym z najistotniejszych składników soku żołądkowego jest kwas solny, wydzielają go komórki okładzinowe. To żrąca substancja, która jest bardzo zagęszczona, ponieważ ma dwojakie zadanie. Pierwsze to zabijanie bakterii chorobotwórczych i innych drobnoustrojów, które mogły wnikać do wnętrza organizmu wraz z pożywieniem. Drugie to aktywacja zawartych w soku żołądkowym enzymów trawiących. Kwas solny ma pH wynoszące 1-2. Jednak tak żrąca substancja nie szkodzi ścianom żołądka. Dzieje się tak dzięki funkcjonowaniu bariery ochronnej.

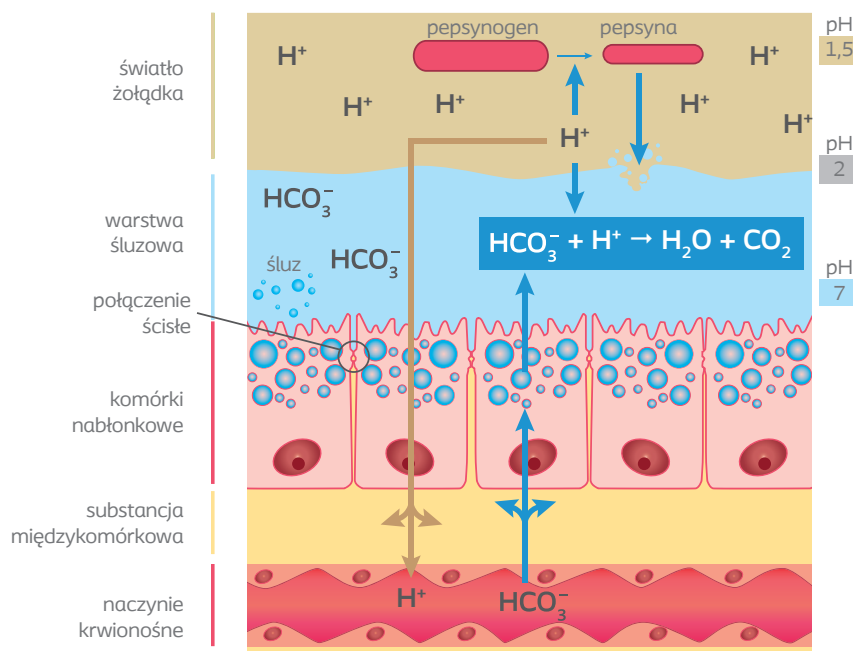
Bariera śluzówkowo-żołądkowa

Bariera ta chroni żołądek przed uszkodzeniem przez kwas żołądkowy i samotrąwieniem przez proteazy zawarte w soku żołądkowym. Mechanizm działania oparty jest na zdolności do powstrzymania szybkiego przenikania jonów wodorowych do krwi a jonów sodowych w kierunku przeciwnym. Fundamentem tej bariery jest błona komórkowa pokrywająca powierzchnię wydzielniczą komórek nabłonka oraz ściśle złącza pomiędzy przylegającymi sąsiadującymi komórkami. Na barierę żołądkową składają się 3 elementy:

- **ochrona przednabłonkowa**, której głównym elementem jest bariera śluzowa
- **ochrona nabłonkowa**, której głównym elementem jest bariera śluzówkowa
- **ochrona podnabłonkowa**, której głównym elementem jest podnabłonkowy przepływ krwi

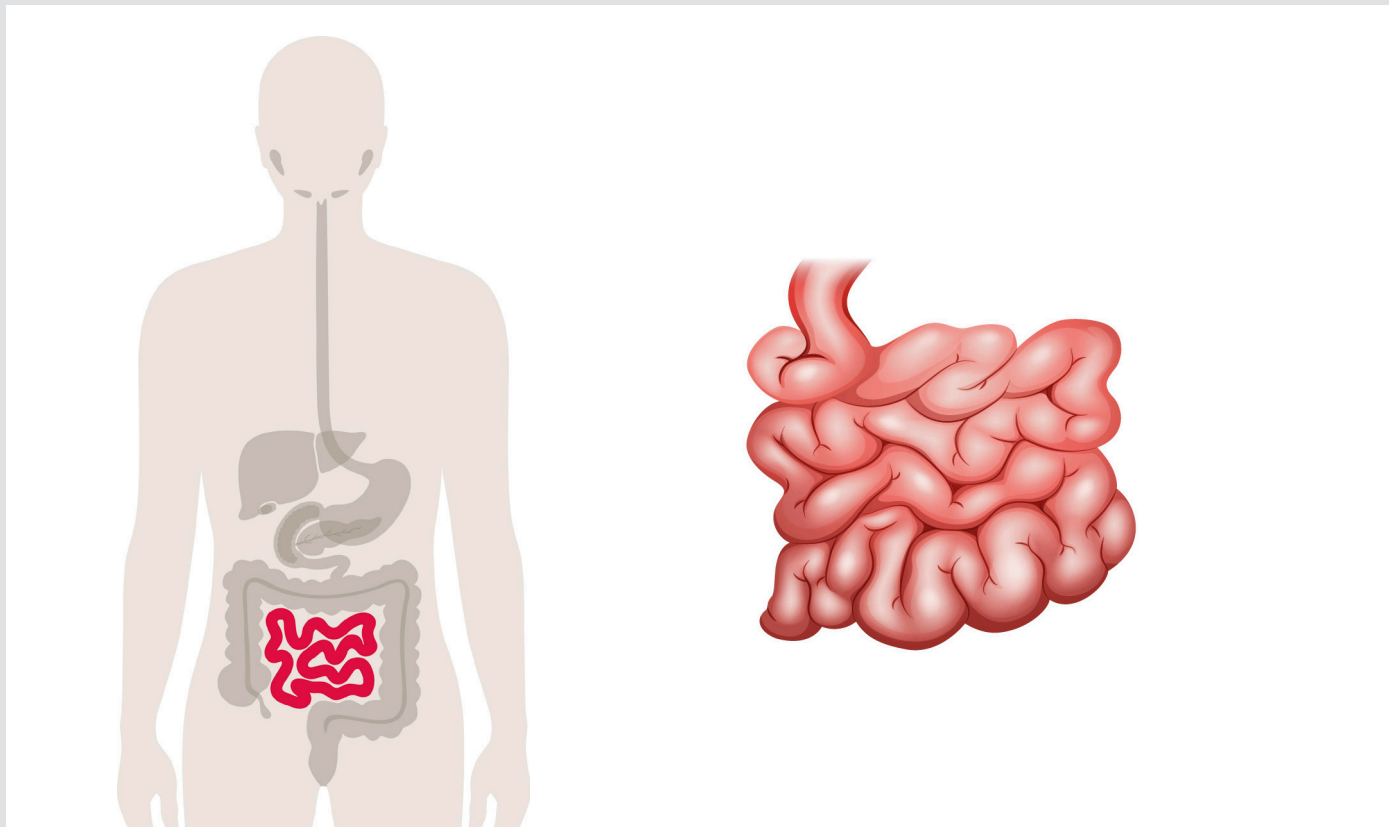
bezpośrednio do warstwy komórek nabłonka powierzchniowego śluzówki i rzadkiej, która jest częściowo rozpuszczalna i występuje w świetle żołądka. Fosfolipidy zawarte w śluzie przylegają bezpośrednio do nabłonka i powodują zwiększenie lepkości i hydrofobowy charakter ich powierzchni, zmniejszając przepuszczalność błony śluzowej dla jonów. Jony wodorowęglanowe (HCO_3^-) stanowią drugi bardzo ważny czynnik chroniący śluzówkę żołądka przed działaniem kwasu solnego. Powodują neutralizację wnikających w głąb śluzu jonów wodorowych. W obrębie bariery śluzowej powstaje zróżnicowanie odczynu pH, od neutralnego, blisko powierzchni komórek nabłonkowych do silnie kwaśnego w warstwie granicznej światła żołądka. Wśród czynników pobudzających wydzielanie śluzu żołądkowego i jonów wodorowęglanowych największe znaczenia mają wydzielane miejscowo

SCHEMAT BUDOWY BŁONY ŚLUZOWEJ ŻOŁĄDKA Z UWZGLĘDNIENIEM MECHANIZMÓW BARIERY ŚLUZOWO-ALKALICZNEJ



Bariera śluzowa, polega na produkcji warstwy śluzu o grubości 100-300 μm wydzielanej przez komórki nabłonka powierzchniowego. Śluz żołądkowy składa się w 95% z wody a w 5% z glikoprotein mucynowych i fosfolipidów. Są one barierą dla jonów wodorowych, których przenikalność jest 4 razy wolniejsza niż w środowisku wodnym. Śluz żołądkowy występuje w 2 postaciach: gęstej, przylegającej

prostaglandyny. Innymi czynnikami pobudzającymi wydzielanie śluzu są: histamina, acetylocholina, gastryna, oraz czynniki drażniące takie jak jony H^+ i składniki pokarmowe. Wydzielanie śluzu jest skorelowane z wydzielaniem kwasu solnego.



Jelito cienkie leży w obrębie jamy brzusznej sięgając aż do jamy miednicy, otoczone przez różne odcinki jelita grubego. Stanowi najdłuższy odcinek przewodu pokarmowego. Jego długość całkowita zależy od indywidualnych genów, średnio wynosi około 6 m. Rozpoczyna się, położoną zewnątrzotrzewnowo dwunastnicą, która ma około 25 cm długości. Kolejną jego część to jelito czcze, mierzące 2,5 m długości. W tej części zachodzi przede wszystkim wchłanianie. Jelito kręte to końcowe 3,5 metra jelita cienkiego. Poszczególne części nie są wyraźnie od siebie odgraniczone i mają wiele cech wspólnych. Jelito cienkie jest oddzielone od żołądka przez zwieracz odźwiernika, a od jelita grubego przez zwieracz krętniczko-kątniczy.

Pierwszy reguluje opróżnianie żołądka i zapobiega refluksowi treści żółciowo-trzustkowej i dwunastniczej do żołądka. Drugi reguluje transport treści z jelita cienkiego do grubego i zapobiega zarzucaniu do jelita krętego, zakażonej bakteriami gnilnymi, zawartości okrężnicy.

Ściany jelita cienkiego buduje kilka warstw:

- błona surowicza – otrzewna
- warstwa mięśniowa – warstwa zewnętrzna o podłużnym przebiegu włókien i warstwa wewnętrzna o okrężnym przebiegu włókien
- błona podśluzowa

- błona śluzowa tworzącą charakterystyczne fałdy okrężne, pokryte kosmkami jelitowymi oraz gruczołami dwunastniczymi

Funkcja jelita cienkiego

Do funkcji jelita należy wydzielanie soku jelitowego, przesuwanie treści pokarmowej w stronę odbytu za pomocą ruchów perystaltycznych i jednocześnie wchłanianie substancji odżywczych. Sok jelitowy składa się ze złączonych komórek nabłonka jelitowego oraz izotonicznego roztworu zawierającego enzymy trawienne: amylazę jelitową, lipazę jelitową, enterokinazę, aminopeptydazy, dipeptydazy, disacharydazy i nukleazy. Wydzielanie tego soku stymulowane jest hormonalnie pod wpływem przesuwającej się miazgi pokarmowej. W jelicie jest kontynuowany proces trawienia składników odżywczych w oparciu o enzymy wydzielane do przewodu pokarmowego przez gruczoły dodatkowe, takie jak wątroba i trzustka. Ponadto w jelicie produkowane są hormony regulujące podstawowe czynności układu trawiennego. Są to: cholecystokinina, sekretyna, wazoaktywny peptyd jelitowy VIP, motylina, peptyd hamujący czynność żołądka GIP, somatostatyna i neurotensyna. Sekretyna jest hormonem, który wpływa na wydzielanie przez trzustkę soku trzustkowego. Cholecystokinina pobudza wątrobę do produkowania i wydzielania żółci a trzustkę do wydzielania amylazy

trzustkowej, chymotrypsyny, trypsyny i lipazy trzustkowej. W śluzówce jelita występują skupiska tkanki limfatycznej zapewniające ochronę przed drobnoustrojami. Jelito cienkie jest najważniejszym narządem układu odpornościowego. Tutaj dochodzi do bezpośredniego kontaktu komórek układu immunologicznego z antygenami pochodzącymi z zewnątrz, np. bakteriami, co pozwala na ciągłe doskonalenie i rozwój pamięci immunologicznej. W układzie pokarmowym na powierzchni błon śluzowych bytują różne mikroorganizmy. Mikrobiota jelitowa uczestniczy w procesach odnowy nabłonka jelitowego, metabolizmie składników pokarmu oraz modulowaniu układu odpornościowego. Ma również wpływ na perystaltykę jelit. Dzięki wytwarzaniu licznych enzymów, niektórych witamin, kwasów żółciowych, bilirubiny, cholesterolu i krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych uczestniczy w procesach trawiennych. W zależności od odcinka układu pokarmowego i panujących w nim warunków skład bytujących szczepów i ich ilość się różni. Najmniej jest ich w żołądku i dwunastnicy, w jelitach ich ilość rośnie. W jelicie czczym jest to około 10 do potęgi trzeciej, a nawet czwartej szczepów (*Bacteroides*, *Candida albicans*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*) a w jelicie krętym liczba ta wzrasta do 10 do potęgi siódmej, a nawet ósmej (*Bacterioides*, *Clostridium*, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Veillonella*).

Dwunastnica

Jest to początkowa, około 25 cm część jelita cienkiego. Ma kształt litery C i leży w bezpośrednim sąsiedztwie głowy trzustki. Jej położenie w większości jest pozaotrzewnowe z wyjątkiem niewielkiej części górnej – opuszki. Ścianę dwunastnicy pokrywają wysokie i gęsto

ułożone fałdy okrężne. W dwunastnicy można wyróżnić 4 części: **opuszka dwunastnicy** jest poszerzonym fragmentem dwunastnicy położonym za odźwiernikiem, część zstępująca dwunastnicy, trafiają tu przez brodawkę dwunastniczą, po wymieszaniu we wspólnej strukturze, bańce wątrobowo-trzustkowej, wydzieliny z pęcherzyka żółciowego oraz enzymy trzustkowe, **część pozioma dwunastnicy** i część wstępująca dwunastnicy, łącząca dwunastnicę z jelitem czczym. W dwunastnicy kwaśną treść pokarmową zubożoną sok jelitowy o pH około 8,0. Następnie, dzięki dostarczonym tu wraz z sokiem trzustkowym, enzymom oraz żółci wytwarzanej w wątrobie, kontynuowany jest proces trawienia a także proces wchłaniania żelaza.

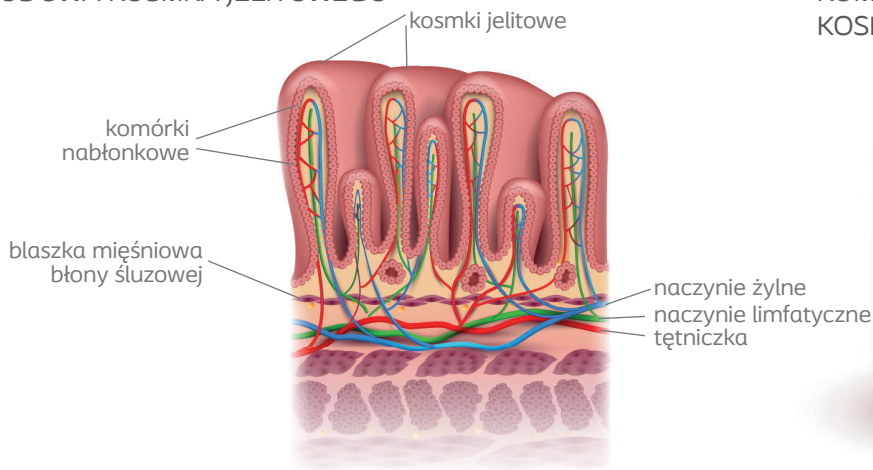
Jelito czcze i kręte

Ten odcinek jelita cienkiego jest zamocowany do tylnej ściany brzucha za pomocą krezki. Pętle jelita wypełniają znaczną część jamy brzusznej oraz wchodzi do jamy miednicy. Jelito czcze lokalizuje się zwykle w lewej części jamy brzusznej poniżej żołądka natomiast jelito kręte w prawej dolnej części jamy brzucha. Jelito czcze i jelito kręte stanowią dużą powierzchnię wydzielniczą lub wchłaniającą. Dodatkowo powierzchnia ta zwiększa się poprzez obecność fałdów okrężnych, kosmków i mikrokosmków. Jelito czcze ma większą średnicę od jelita krętego, grubszy oraz lepiej unaczyniony ścianę, gęstsze oraz wyższe fałdy jelitowe, lepiej rozwinięte kosmki jelitowe i posiada większą ilość grudek chłonnych.

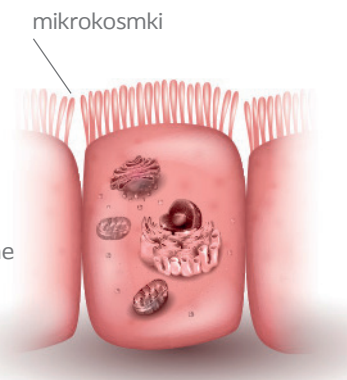
Kosmki jelitowe

Kosmki jelitowe to palczaste wypustki, które pokrywają całą wewnętrzną powierzchnię błony śluzowej jelita cienkiego. Głównym zadaniem

BUDOWA KOSMKA JELITOWEGO



KOMÓRKA NABŁONKOWA KOSMKA JELITOWEGO



kosmków jelitowych jest zwiększenie powierzchni wchłaniania. Kosmek jelita cienkiego ma od 0,3 do 1,5 mm długości. Na jednym milimetrze kwadratowym jelita jest ich od 10 do 40. Każdy kosmek ma naczynia krwionośne i limfatyczne, dzięki którym składniki pokarmowe są wchłaniane do krwiobiegu. Tkanka nabłonkowa kosmków to nabłonek włosowaty. Włoski nabłonka to mikrokosmki, które dodatkowo zwiększają powierzchnię chłonną całego jelita cienkiego. Mikrokosmki znajdują się na brzegach kosmków kształtem przypominają rąbki. Rąbki kosmka jelitowego, czyli rąbki szczoteczkowe, wydzielają enzymy trawiące: sacharazę, gliadynazę, laktazę. Kosmki jelitowe są silnie unerwione, występują w nabłonku jednowarstwowym walcowatym.

Fizjologia jelita cienkiego

W jelicie cienkim odbywa się przede wszystkim proces wchłaniania, strawionych składników pokarmowych. Fałdy okrężne i kosmki jelitowe zwiększają powierzchnię chłonną jelita około 23 razy. Końcowe produkty trawienia zostają wchłonięte do enterocytów kosmków jelitowych poprzez dyfuzję. Cukry proste oraz aminokwasy zostają wchłonięte do naczyń włosowatych. Kwasy tłuszczowe i glicerol zostają wchłonięte do naczyń limfatycznych. Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, takie jak A, D, E i K są wchłaniane razem z kwasami tłuszczowymi. Część białek, pochodzenia egzogenne np. doustne szczepionki, jest wchłaniana w postaci niezmienionej. Ze światła jelita wchłaniane są także duże ilości wody w procesie osmozy. Razem z wodą wchłaniane są także witaminy rozpuszczalne w wodzie, takie jak witamina C.

Trawienie węglowodanów

Węglowodany to podstawowy składnik pokarmowy, w przeciętnej diecie stanowią około 60% pokrycia energetycznego. Trawienie ich to proces wieloetapowy, enzymatyczny, który rozpoczyna się wraz z przeżuciem pierwszego kęsa pokarmu. Celem trawienia jest rozbicie spożytych, wielkocząsteczkowych cukrów do monosacharydów. Tylko w takiej postaci mogą być one wchłonięte w jelicie cienkim do krwiobiegu. Trawienie węglowodanów rozpoczyna się w jamie ustnej i utrzymuje się tak długo, jak pH środowiska nie spadnie poniżej 4. W ślinie znajduje się enzym trawienny, amylaza ślinowa, która rozcina wiązanie 1,4- α -glikozydowe, w celu rozbicia polisacharydu na mniejsze łańcuchy. Zatem skrobia zostaje „pocięta” na mniejsze fragmenty złożone z cząsteczek dekstryn oraz maltoz. Przy

kwaśnym pH żołądka dochodzi do dezaktywacji amylazy ślinowej i zahamowania ich dalszego procesu trawienia. Kiedy masa pokarmowa przejdzie do dwunastnicy, zostaje poddana działaniu soku trzustkowego oraz żółci wątrobowej. Trawienie węglowodanów na tym etapie jest wznowiane. Sok trzustkowy produkowany przez trzustkę, za pomocą przewodów wyprowadzających, trafia do światła dwunastnicy. Trzustka wydziela do dwunastnicy amylazy trzustkowe, które tak samo jak amylaza ślinowa, odrywają stopniowo cząsteczki maltozy od końca łańcucha polisacharydów, aż do rozłożenia całej puli cukrów. Kolejny zaś enzym trzustkowy, maltaza, tnie powstałe cząsteczki maltozy na mniejszy finalny produkty trawienia węglowodanów, glukozę. W jelicie krętym zachodzą dalsze etapy cięcia resztek niestrawionej skrobi do oligosacharydów. Na powierzchni komórek nabłonka pokrywającego jelito, przy udziale oligosacharydaz i disacharydaz pochodzących ze ścianek jelita cienkiego, maltaza rozkłada maltozę, laktaza rozkłada laktozę a sacharaza sacharozę. W wyniku tego kompleksowego działania enzymów, powstają cząsteczki glukozy, fruktozy i galaktozy. Glukoza stanowi ponad 80% końcowego produktu trawienia węglowodanów, fruktoza i galaktoza nie więcej niż 10%. Te monosacharydy są wchłaniane przez enterocyty kosmków jelitowych i stanowią materiał energetyczny dla organizmu.

Trawienie tłuszczów

Zapoczątkowanie procesu trawienia tłuszczów ma miejsce już w jamie ustnej i żołądka. Główną rolę odgrywają tu enzymy takie jak lipaza ślinowa i żołądkowa, wydzielane odpowiednio przez gruczoły nasady języka i dna żołądka, trawione są tylko te lipidy, które zawierają kwasy tłuszczowe o średniej długości łańcucha, np. pochodzenia mlecznego, ale wydajność procesu w tym odcinku jest niewielka. W żołądku następuje proces emulgacji, czyli dokładnego wymieszania cząsteczek tłuszczu z molekułami wody. Emulsja miesza się z wydzielaną przez pęcherzyk żółciowy żółcią, która zawiera kwasy żółciowe, kwasy tłuszczowe, cholesterol, śluz, bilirubinę, sód, chlor, wodorowęglany, fosfolipidy i potas. Żółć ma zdolność obniżania napięcia powierzchniowego i dlatego następuje rozbicie tłuszczu na małe kulki. Etap ten jest niezwykle istotny ponieważ zwiększa dostępność enzymów. Zasadnicze trawienie tłuszczów rozpoczyna się w dwunastnicy. Po tym etapie do światła dwunastnicy wydzielane są enzymy trzustkowe: lipazy trzustkowe, fosfolipaza

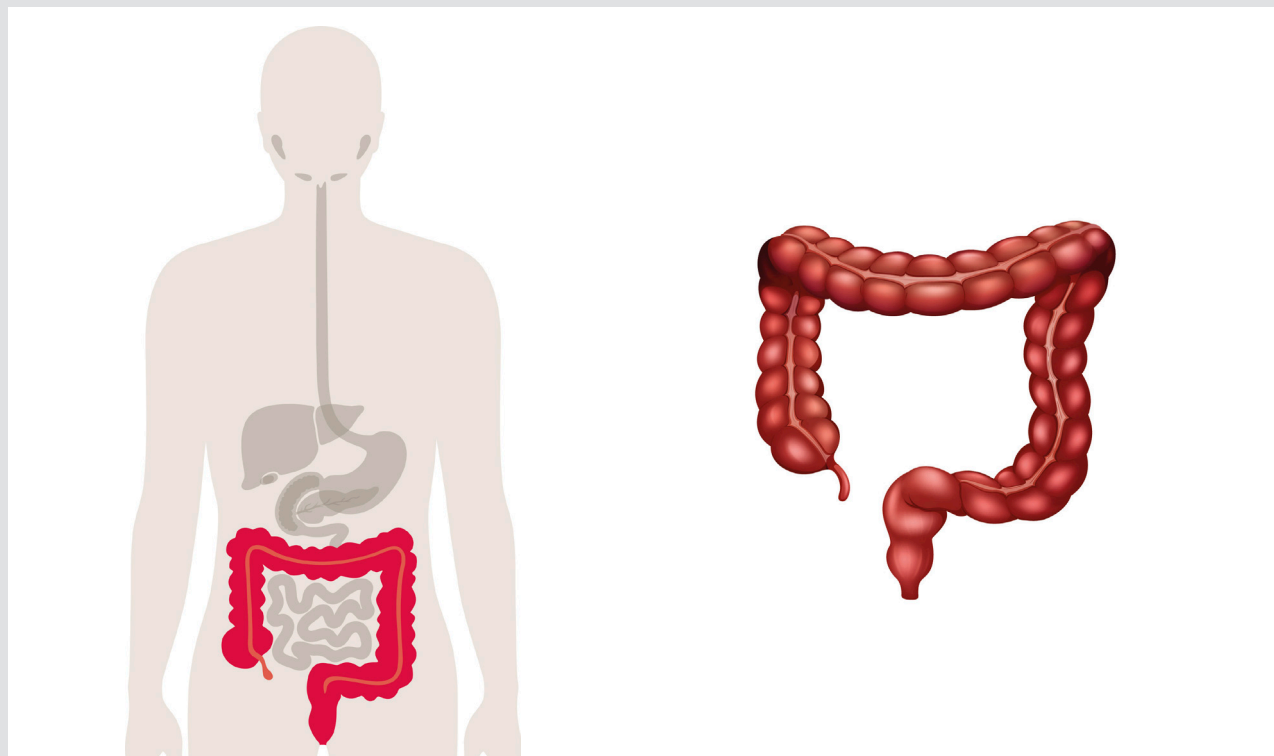
i esteraza. Należą one do hydrolaz rozkładających wiązania estrowe w tłuszczach a ich optimum działania przypada na przedział pH 7-8. Produktem ich aktywności są mono i duoglicerydy, wolne kwasy tłuszczowe i glicerol. Wolne kwasy tłuszczowe i 2-monoacyloglicerol, są formowane wraz z kwasami żółciowymi w tzw. micelle czyli formy kuliste. W tej formie są one transportowane do rąbka szczoteczkowego enterocytów i tam wchłaniane. Z kolei aż 90% kwasów żółciowych, po wypełnieniu swojego zadania, przyswojeniu tłuszczów, wchłania się w końcowym odcinku jelita cienkiego. Następnie wędrują one z krwią do wątroby, gdzie są wychwytywane i ponownie wydzielane do żółci. Ten obieg, któremu kwasy żółciowe podlegają 6-10 razy dziennie, nazywamy krążeniem jelitowo-wątrobowym.

Trawienie białek

Trawienie białek zaczyna się dopiero w żołądku. Tam komórki główne komórek gruczołowych żołądka, wydzielają nieczynny enzym pepsynogen, a komórki okładzinowe wydzielają kwas solny. Pod wpływem kwaśnego środowiska żołądka, pH około 2, lub samej pepsyny po autoaktywacji, pepsynogen przekształca się w pepsynę, której głównym

zadaniem jest wstępne trawienie białek. W trawieniu pomaga także kwas solny rozluźniając włókna kolagenowe. Pepsyna rozbija białka do krótszych łańcuchów polipeptydów i oligopeptydów. Dalsza część procesów trawiennych białek zachodzi w jelicie cienkim. W dwunastnicy działają trypsyna, chymotrypsyna i karboksypeptydaza, enzymy, które rozkładają cząsteczki polipeptydów na tri- i dipeptydy. Te z kolei rozkładane są przez egzopeptydazy ze ściany jelita cienkiego. Aminopeptydaza i dwupeptydaza działają na tri i dipeptydy rozkładając je do aminokwasów. Aminokwasy zostają wchłaniane do krwi za pomocą odpowiednich przenośników znajdujących się w rąbku szczoteczkowym i żyłą wrotną wędrują do wątroby. Stamtąd większość aminokwasów dalej dostaje się z krwią do komórek ciała. Nadwyżki aminokwasów pozbawiane są reszt aminowych, przez co powstaje amoniak i ketokwasy. Amoniak przekształcany jest w mniej toksyczny mocznik, który z krwią odtransportowywany jest do nerek. Natomiast ketokwasy mogą zostać wykorzystane do syntezy cukrów i niektórych aminokwasów, zużyte na cele energetyczne bądź przekształcone w tłuszcze zapasowe.

Jelito grube



Kolejny odcinek przewodu pokarmowego to jelito grube. Leży ono w obrębie jamy brzusznej na obrzeżach pętli jelita cienkiego oraz w obrębie jamy miednicy, rozpoczynając się

kątnicą w prawym dole biodrowym. Ma około 1,5 m długości i około 6,5 cm średnicy światła. Jest więc zdecydowanie większe niż jelito cienkie. Jelito grube dzieli się na: kątnicę z wyrostkiem

robaczkowym, okrężnicę wstępującą (wstępnicę), poprzeczną (poprzecnicę), zstępującą (zstępnicę) oraz odbytnicę. Warstwy budujące jelito grube są podobne do jelita cienkiego, jednak jego błona śluzowa pozbawiona jest kosmków oraz fałdów okrężnych, choć można tu spotkać liczne grudki chłonne.

Komórki kubkowe wydzielają śluz, który nawilża światło jelita, co ułatwia przesuwanie się kału. Błona śluzowa jelita wytwarza niepełne fałdy, nazwane fałdami półksiężycowatymi. W warstwie mięśniowej włókna podłużne mięśniówki nie są rozłożone równomiernie, ale zebrane w taśmy, wspomagające przepychanie kału wzdłuż całego jelita. Obkurczona mięśniówka jelita wytwarza workowate zachyłki, zwane wypukleniami, które nadają okrężnicy jej charakterystyczny wygląd. Pierwszy odcinek jelita to **kątnica**. Część ta jest rozszerzona, leży w prawym dole biodrowym jest ślepo zakończonym zagłębieniem, do którego uchodzi jelito kręte. Ujście jelita krętego zamyka zastawka krętnicza – kątnicza, która ma na celu zapobieganie cofaniu się treści pokarmowej z kątnicy do jelita krętego. Na tylnoprzysiódkowej powierzchni kątnicy znajduje się wyrostek robaczkowy, nazywany też migdałkiem brzusznym. Stanowi on skupisko tkanki limfoidalnej, dlatego uważa się, że jego rolą jest ochrona przewodu pokarmowego przed drobnoustrojami.

Kątnica przechodzi w kolejny odcinek jelita grubego – okrężnicę. **Okrężnica** jest zwykle podzielona na 4 części: **okrężnicę wstępującą** (wstępnicę), **poprzeczną** (poprzecnicę), **zstępującą** (zstępnicę) oraz **esowatą** (esicę). Część wstępująca rozpoczyna się w przedłużeniu kątnicy ku górze, przechodzi wzdłuż prawej części jamy brzusznej przylegając do tylnej ściany. Jest położona zewnątrzotrzewnowo. Okrężnica poprzeczna rozpoczyna się w prawym zgięciu okrężnicy a następnie przechodzi poprzecznie przez jamę brzuszną na stronę lewą, gdzie przechodzi w lewe zgięcie okrężnicy leżące tuż poniżej śledziony. Okrężnica zstępująca rozpoczyna się w lewym zgięciu okrężnicy, układa się wzdłuż lewej części jamy brzusznej. Okrężnica zstępująca przedłuża się w okrężnicę esowatą, która leży w lewym dole biodrowym, tworzy pętlę o kształcie litery S, kierując się do miednicy mniejszej gdzie łączy się z odbytnicą. **Odbytnica** stanowi ostatni, około 13 cm, nieco rozszerzony odcinek jelita grubego, leży w przedłużeniu okrężnicy esowatej i kończy się kanałem odbytniczym. Kanał ten wiedzie od odbytnicy na zewnątrz. Mięśniówka podłużna tej części układa się równomiernie wzdłuż ścian, zaś

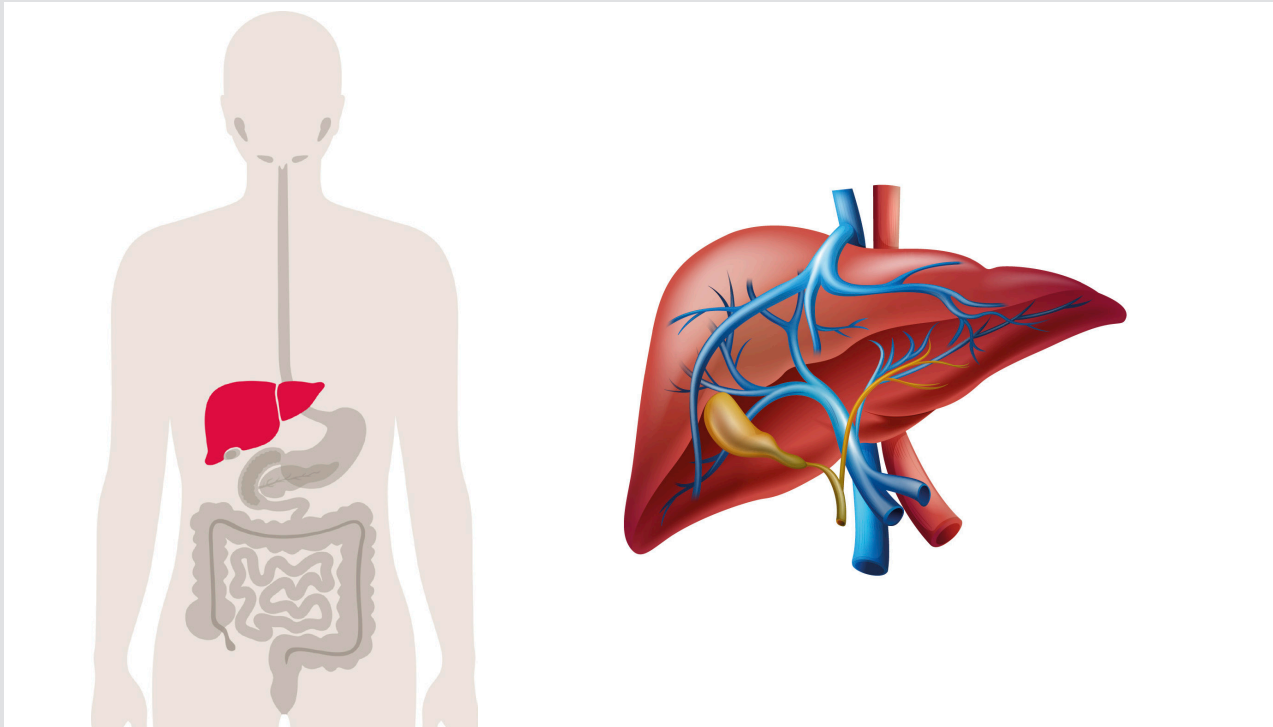
mięśniówka okrężna w części odbytowej tworzy dwa mięśnie: mięsień wewnętrzny odbytu i mięsień zwieracz zewnętrzny odbytu. Uczestniczą one w procesie defekacji.

Funkcje jelita grubego

W jelicie odbywa się dalszy proces wchłaniania, przede wszystkim wody, mimo iż znaczna jej część została już wchłonięta w jelicie cienkim. Ponadto w jelicie grubym wchłaniane są sole mineralne, witaminy takie jak: K, B12, biotyna, kwas foliowy, kwas pantotenowy i kwas nikotynowy oraz niektóre leki. W jelicie grubym rezydują różne rodzaje bakterii a przede wszystkim *Escherichia Coli*. Są one odpowiedzialne m.in. za syntetyzowanie witaminy K oraz kwasu foliowego. W jelicie grubym zawsze obecny jest gaz, pochodzi on z procesu fermentacji, głównie węglowodanów, prowadzonej przez bakterie. Jelito grube wykonuje trzy rodzaje ruchów: robaczkowe, odcinkowe i masowe. Służą one do uformowania mas kałowych oraz przesuwaniu ich w kierunku odbytu. Gdy jelito jest rozciągane poprzez gromadzący się kał, zwieracz wewnętrzny ulega rozluźnieniu, ale defekacja nie zachodzi, dopóki nie zostanie rozluźniony, zależny od woli, zwieracz zewnętrzny odbytu, a mięśniówka dalszej części okrężnicy oraz odbytnica nie zaczną się kurczyć. Zwieracz zewnętrzny odbytu jest mięśniem poprzecznie prążkowanym i znajduje się pod świadomą kontrolą. Rozluźnienie zwieracza zewnętrznego uruchamia odruch defekacji polegający na nieświadomych skurczach mięśni gładkich odbytnicy oraz rozluźnieniu zwieracza wewnętrznego odbytu pod wpływem działania układu przywspółczulnego. Dodatkowo odruch wspomagany jest przez działanie tłoczni brzusznej, polegającej na napięciu mięśni ścian brzucha oraz obniżeniu przepony w celu zwiększenia ciśnienia wewnątrz jamy brzusznej.

Gruczoły układu pokarmowego

Wątroba



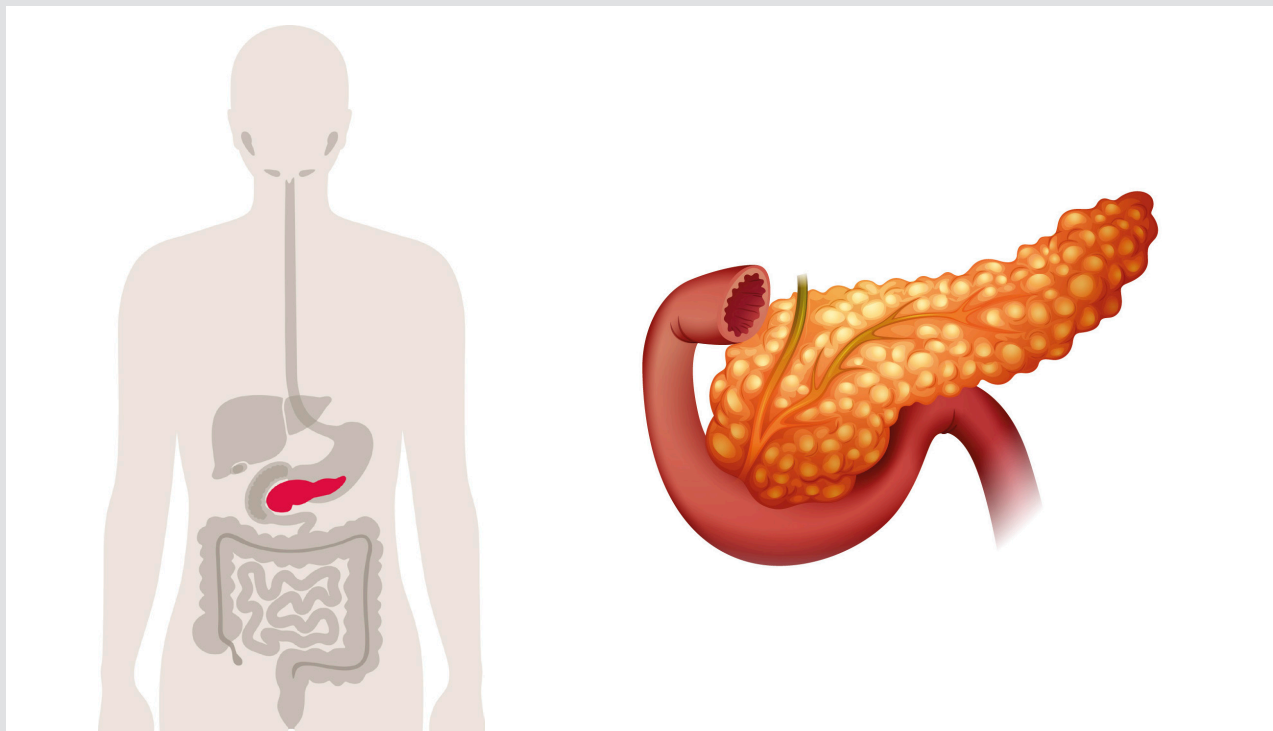
Wątroba jest dużym narządem dodatkowym układu pokarmowego. Leży w nadbrzuszu, w prawym podżebrzu oraz nadpępczu a także częściowo w lewym podżebrzu i pokryta jest otrzewną. Wątroba ma dwie powierzchnie: powierzchnię przeponową przylegającą do przepony oraz powierzchnię trzewną, przylegającą do narządów rozmieszczonych poniżej w jamie brzusznej. Wyróżnia się w niej cztery płaty anatomiczne: największy z płatów – **płat prawy, płat lewy, płat czworoboczny i płat ogoniasty**. Funkcjonalnie wątroba podzielona jest na części prawą i lewą. Wątrobę buduje duża liczba tzw. zrazików o kształcie wielokątów przylegających do siebie i połączonych tkanką łączną, ich średnica wynosi od 1 do 2 mm.

Każdy zrazik tworzą komórki wątrobowe – hepatocyty, przebiegające promieniście dokoła osi zrazika ułożone w beleczki. Hepatocyty zawierają barwniki żółciowe, glikogen oraz kropelki tłuszczu. Kanaliki żółciowe przechodzą pomiędzy beleczkami wątrobowymi i do nich zostaje wydzielona żółć z hepatocytów. Kanaliki żółciowe wpadają do przewodników żółciowych międzyzrazikowych, a te ostatecznie łączą się w przewod wątrobowy prawy oraz lewy, wychodzące z odpowiednich płatów. Wątroba to ważny narząd, gdyż przez nią przepływa krew

odprowadzana przez żyłę wrotną wątroby z cewy pokarmowej, gruczołów z nim związanych oraz śledziony. Funkcjonalnie z wątrobą powiązany jest pęcherzyk żółciowy. Ma kształt gruszkowaty i może zawierać do 50 ml żółci. Jest pokryty otrzewną od zewnątrz. Pełni on rolę magazynu żółci, która zostaje w nim zagęszczona poprzez wchłanianie wody. W czasie trawienia posiłków bogatych w tłuszcze, żółć jest uwalniana zarówno z wątroby jak i z pęcherzyka żółciowego. Uwalnianie żółci odbywa się pod wpływem pobudzenia nerwów błędnych. Prowadzi to do obkurczenia pęcherzyka żółciowego i uwolnienia żółci do dwunastnicy.

Wątroba bierze udział w trawieniu oraz wielu przemianach metabolicznych organizmu a główną jej funkcją jest odtruwanie organizmu. Wątroba wytwarza żółć, gromadzi substancje będące źródłem energii: glikogen, tłuszcze, białka oraz witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, prowadzi procesy przemiany glukozy do glikogenu, reguluje gospodarkę żelaza i miedzi, jest miejscem niszczenia krwinek czerwonych, produkuje białka osocza oraz czynniki krzepnięcia krwi, oraz pochłania różne substancje wchłonięte z jelit, które przedostały się do układu żyły wrotnej.

Trzustka



Trzustka to podłużny narząd dodatkowy układu pokarmowego o długości około 12-20 cm. Położona zaotrzewnowo, w górnej części jamy brzusznej, tuż za żołądkiem. Składa się z głowy objętej pętlą dwunastnicy, trzonu i ogona sięgającego do wnęki śledziony. Funkcja wydzielnicza trzustki znajduje się pod kontrolą układu nerwowego oraz hormonalnego, wydzielane zaś przez nią substancje, płyną najpierw przewodem trzustkowym, który następnie uchodzi do bańki wątrobowo-trzustkowej razem z przewodem żółciowym wspólnym. Trzustka jest w większości utworzona z gruczołów pełniących dwie bardzo ważne funkcje:

egzokrynną – polegającą na wydzielaniu soku trzustkowego do dwunastnicy oraz

endokrynną – opierającą się na działaniu komórek wysp trzustkowych, które produkują hormony wydzielane do krwioobiegu

Część egzokrynną

Ta część trzustki ma budowę zrazikową. Same zraziki składają się z niewielkich pęcherzyków, których komórki wykazują funkcję wydzielniczą. Z każdego wychodzi osobny przewód prowadzący do przewodu trzustkowego. W ogonie trzustki rozpoczyna się przewód trzustkowy i przechodząc w kierunku głowy łączy się z przewodem żółciowym wspólnym, tworząc bańkę wątrobowo-trzustkową, razem uchodzą na brodawce większej dwunastnicy. Komórki gruczołowe części zewnątrzwydzielniczej trzustki wydzielają wiele enzymów niezbędnych w trawieniu białek, skrobi oraz

tłuszczów. Komórki śródpęcherzykowe trzustki wydzielają płyn zawierający duże stężenie dwuwęglanów, które neutralizują kwasy napływające z żołądka do dwunastnicy. Ta wydzielina to sok trzustkowy.

Sok trzustkowy

Jest to płyn o zasadowym odczynie, produkowany w ilości około 1200 ml na dobę. Należy on do soków trawiennych. Zawiera przede wszystkim wodę, elektrolity, wodorowęglany i enzymy trawienne, które często występują w postaci nieaktywnych proenzymów, aktywowanych dopiero w jelitach. Enzymy trzustkowe wchodzące w skład soku trzustkowego to: **lipaza, tripsyna, chymotrypsyna, amylaza, nukleaza, elastaza, karboksypeptazy, fosfolipaza i esterazy**. Oprócz enzymów w soku trzustkowym występują: **sód, potas, magnez, wapń, chlor, fosfor, siarka, wodorowęglany, azot, mocznik i kwas moczowy**. Regulacja wydzielania soku trzustkowego odbywa się głównie pod wpływem hormonów: sekretyny czy cholecystokininy. Sekretyna wyzwała wydzielanie soku trzustkowego o odczynie zasadowym z dużą ilością HCO_3^- (wodorowęglanów) i małą ilością enzymów. Cholecystokinina powoduje wytwarzanie soku trzustkowego z dużą zawartością enzymów.

Część endokrynną

Tę część trzustki reprezentują wyspy Langerhansa, w których wyróżnia się 4 rodzaje komórek, ale wszystkie są odpowiedzialne za

gospodarkę węglowodanową organizmu:

alpha – wydzielają glukagon

beta – wydzielają insulinę

delta – wydzielają somatostatynę

PP – wydzielają polipeptyd trzustkowy

Główne hormony zaangażowane w regulację stężenia glukozy we krwi to: insulina, jej działanie polega na obniżaniu stężenia glukozy we krwi oraz glukagon, który działa antagonistycznie.

LITERATURA

1. Andrzej Dąbrowski: „Wielka Interna Gastroenterologia, wyd. 1 tom I i II”, Medical Tribune Polska 2019
2. B. Mark Evers, Courtney M. Townsend Jr, Kenneth L. Mattox, R. Daniel Beauchamp, Tadeusz Popiela „Chirurgia Sabistona. tom 4 – Brzuch”, wyd. 2013, Edra Urban & Partner
3. Claude A. Villee: „Biologia” PWRiL, 1987
4. Dagmara Węgrzyn, Karolina Adamek, Beata Łoniewska: „Budowa bariery jelitowej”, Pomeranian J Life Sci 2017;63(3):6-9
5. Eugeniusz Miętowski: „Zarys Fizjologii Lekarskiej” PZWL 1984
6. Frank H. Netter, Janusz Moryś: „Atlas anatomii człowieka”, Edra Urban & Partner 2015
7. John T. Hansen, red. wyd. pol. Janusz Moryś: „Anatomia Nettera do kolorowania”, Edra Urban & Partner, 2015
8. Konturek Red. T. Brzozowski: „Fizjologia człowieka”, Edra Urban&Partner, Wrocław 2019
9. Mirosława Gałęcka, Anna M. Basińska, Anna Bartnicka: „Znaczenie mikrobioty jelitowej w kształtowaniu zdrowia człowieka — implikacje w praktyce lekarza rodzinnego”, Forum Medycyny Rodzinnej 2018
10. Olgierd Narkiewicz, Janusz Moryś: „Anatomia człowieka” tom 3, PZWL 2020
11. O. Grosfeld: „Fizjologia narządu żucia”. Podręcznik dla studentów stomatologii, PZWL, Warszawa 1981
12. Renata Wilk, Jacek Lorkowski, Eugeniusz Penkin: „Wybrane aspekty kliniczne anatomii układu pokarmowego dla pielęgniarów i położnych” – część I ; część II Praca poglądowa review paper
13. Władysław Z. Traczyk, Andrzej Trzebski: „Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej” PZWL 1990