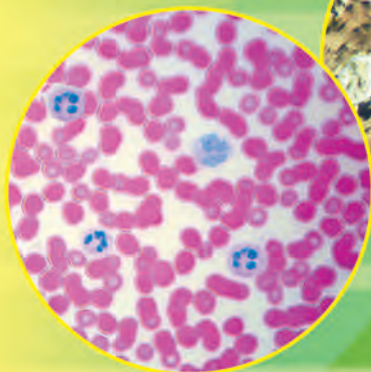
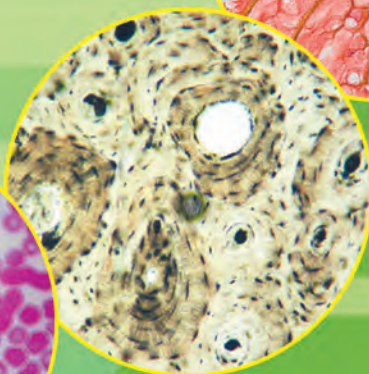
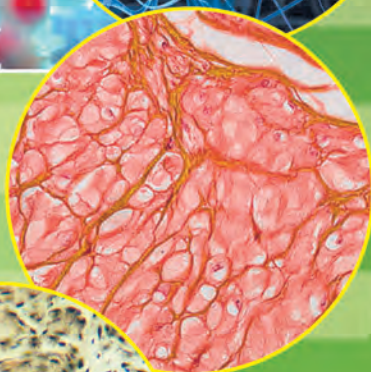
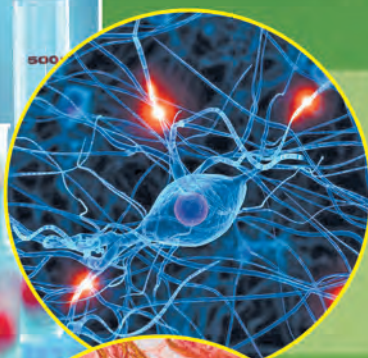


BIOLOGIA



8

BIOLOGIA

Podręcznik dla klasy 8.
ogólnokształcących szkół
z polskim językiem nauczania

Zalecany przez Ministerstwo Oświaty i Nauki Ukrainy



Czerniowce
„Bukrek”
2016

УДК 57(075.3)
ББК 28я721
Б63

Перекладено за виданням:
Н. Ю. Матяш, Л. І. Остапченко, О. М. Пасічніченко, П. Г. Балан. Біологія.
Підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. – К. : Генеза, 2016. – 288 с. : іл.

**Автори: Н. Ю. МАТЯШ, Л. І. ОСТАПЧЕНКО,
О. М. ПАСІЧНІЧЕНКО, П. Г. БАЛАН**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ від 10.05.2016 № 491)*

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Експерти, які здійснили експертизу даного підручника під час проведення конкурсного відбору проектів підручників для учнів 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів і зробили висновок про доцільність надання підручнику грифа „Рекомендовано Міністерством освіти і науки України”:

Калуш Л. Ю., учитель біології Шумського ліцею, Шумського району Тернопільської області, заслужений учитель України;

Куртяк Ф. Ф., кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри зоології біологічного факультету ДВНЗ „Ужгородський національний університет”;

Шагієва Р. Р., методист кабінету природничо-математичних предметів, технологій Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти.

Біологія : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. з навч. мовою / Н. Ю. Матяш, Л. І. Остапченко, О. М. Пасічніченко, П. Г. Балан; пер. з укр. – Чернівці : Букрек, 2016. – 288 с. : іл.

ISBN 978-966-399-785-8

Підручник відповідає навчальній програмі „Біологія, 6–9 класи” для загальноосвітніх навчальних закладів (зі змінами, затвердженими наказом МОН України від 29.05.2015 № 585). Дотримання компетентнісного підходу до змісту підручника спрямоване на формування в учнів предметної компетентності, складниками якої є: знання з біології, позитивно ціннісне ставлення до вивчення організму людини і різні способи навчальної діяльності.

УДК 57(075.3)
ББК 28я721

ISBN 978-966-11-0703-7 (укр.)
ISBN 978-966-399-785-8 (пол.)

© Матяш Н. Ю., Остапченко Л. І.,
Пасічніченко О. М., Балан П. Г., 2016
© Видавництво „Генеза”,
оригінал-макет, 2016
© Видавничий дім „Букрек”, переклад, 2016

Drodzy ośmioklasiści!

W poprzednich klasach zapoznaliście się z biologią roślin, grzybów, bakterii i zwierząt. W tym roku będziecie zdobywać wiedzę o organizmie człowieka. Znajomość podstaw nauk o człowieku pozwoli Wam poznać cechy i funkcje swojego organizmu, znaczenie zachowania zdrowia, pomoże zorganizować zdrowy tryb życia. W trakcie zdobywania tej wiedzy przekonacie się, że zdrowie jest największą wartością indywidualną i społeczną. Jest tym, co pozwala człowiekowi prowadzić aktywny tryb życia: uczyć się, pracować, mieć zainteresowania.

W celu lepszego opanowania treści podręcznika materiał w nim podzielono na tematy i paragrafy. Zapoznajcie się z nazwą tematu i informacją o tym, czego się z niego dowiecie. Zwróćcie uwagę na zadania i pytania znajdujące się w rubryce **Przypomnij sobie**. One pomogą Wam przypomnieć wcześniej poznany materiał i lepiej opanować nową wiedzę. W niektórych paragrafach, szczególnie początkowych, traficie na rubrykę **Powtórz zdobytą wiedzę**. W niej krótko powtórzono materiał, którego uczyliście się w poprzednich klasach na lekcjach biologii i innych przedmiotach (m.in. fizyki, chemii, podstaw zdrowia).

Rubryka **To ciekawe** poszerzy Waszą wiedzę z danego przedmiotu i zachęci do dalszego jej zgłębiania. Rubryka **Zdrowie człowieka** zaakcentuje na praktycznym zastosowaniu zdobytej wiedzy w życiu codziennym. Uważnie oglądajcie ryciny zawarte w podręczniku, czytajcie podpisy do nich, znajdźcie wszystkie zaznaczone na nich elementy. W tekście paragrafów, podpisach pod rycinami są też zadania pouczające. W ich treści założono Waszą działalność naukową, ukierunkowaną na nauczenie się tekstu, analizę treści rycin, na porównywanie cech.

Po każdym paragrafie znajduje się rubryka **Podstawowe terminy i pojęcia**. W niej wypisano nowe dla Was pojęcia i terminy. Powtórzcie je. Pomoże Wam to w poznawaniu nowego materiału. Większość paragrafów kończy się rubryką **Uogólnienie wiedzy**. Przeczytawszy tekst tej rubryki, łatwo przypomniecie sobie podstawowe elementy nowego materiału lekcji.

Nie pominiecie rubryki **Sprawdź i zastosuj zdobytą wiedzę, Omówienie w grupach, Zastanów się, Zadanie twórcze**. Wykonanie zawartych w nich zadań pomoże Wam lepiej opanować wiedzę, będzie sprzyjało rozwojowi intelektualnych umiejętności: analizowania, porównywania, uogólniania, oceniania, wyciągania wniosków, przewidywania, porównywania faktów, znajdowania prawidłowości, wypowiedzenia własnego zdania. Każdy temat kończy się rubryką **Samokontrola wiedzy z tematu**, w której zaproponowano różnorodne zadania kontrolne z całego tematu. Opanowaniu teoretycznego materiału będą sprzyjały **prace laboratoryjne** i **doświadczenia laboratoryjne**. Podczas ich wykonywania będziecie nabywać ważne umiejętności naukowe.

Mamy nadzieję, że ten podręcznik nie tylko da Wam nową wiedzę, ale też pomoże lepiej zorientować się w informacji, zdobytej poza szkołą, podpowie, jak lepiej zastosowywać tę wiedzę w życiu.

Sukcesów w poznawaniu!

Autorzy



Wstęp

Co to jest układ biologiczny?
Jakie są cechy organizmu człowieka jako układu biologicznego? Jakie znaczenie ma wiedza o człowieku dla zachowania jego zdrowia?

§ 1. ORGANIZM CZŁOWIEKA JAKO OSOBLIWY UKŁAD BIOLOGICZNY

Przypomnij sobie cechy organizmu żywego. Jakie cechy budowy ssaków wyróżniają je wśród innych zwierząt? Co to jest gatunek, ekosystem?

W ubiegłym roku szkolnym na lekcjach biologii zapoznałeś się ze zdumiewającym światem zwierząt: poznawałeś jego różnorodność, cechy budowy, procesów czynności życiowych, zachowania, przystosowania się do warunków życia jego poszczególnych przedstawicieli. Człowiek ma wiele cech wspólnych z przedstawicielami świata zwierzęcego. Uczni sądzą, że ludzkość, nie zważając na różny kolor skóry i inne cechy – to jeden gatunek (*ryc. 1*) Oni klasyfikowali go następująco: typ Strunowce, podtyp Kręgowce, gromada Ssaki, rząd Naczelne, rodzina Człowiekowate, rodzaj Człowiek, gatunek Człowiek rozumny (*Homo sapiens*). Jednak człowiek, w odróżnieniu od zwierząt, jest osobowością -przede wszystkim subjektem stosunków społecznych (przypomnij sobie, jakie stosunki zaliczamy do stosunków społecznych).



Ryc. 1. Cała ludzkość- to jeden gatunek biologiczny



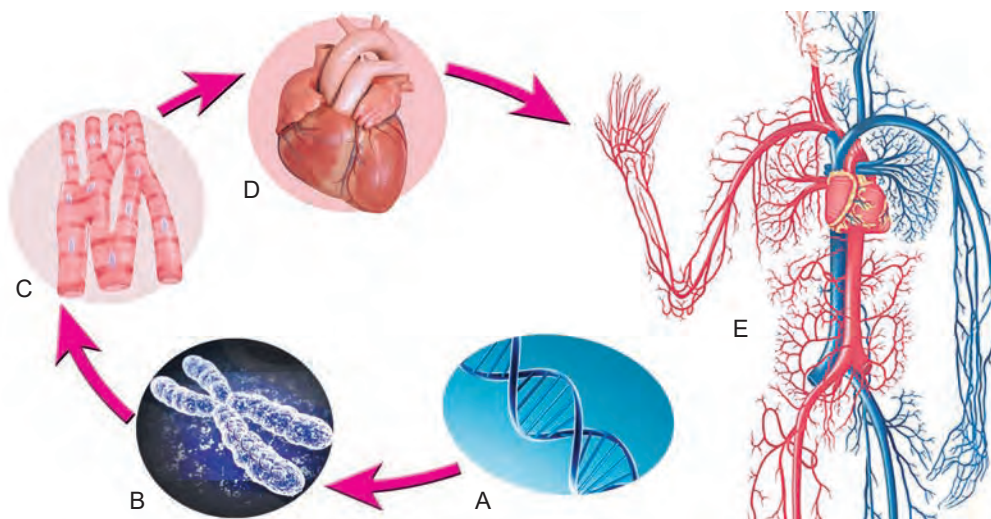
POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: gatunek – to całokształt osobników, podobnych między sobą pod względem budowy, czynności życiowych, wymagań do warunków życia i wydających płodne potomstwo.

Ogólne cechy charakterystyczne dla organizmu człowieka jako układu biologicznego. Organizm człowieka- to jednolity, otwarty, samoregulujący się i stosunkowo trwały układ biologiczny. Co to znaczy? Przede wszystkim dowiemy się, że układ – to jedna całość składająca się z części poszczególnych, które są ze sobą ciasno powiązane. **Układ biologiczny (żywy)** – jest to połączenie strukturalne i funkcjonalne elementów biologicznych o różnym stopniu złożoności: cząsteczek, komórek, tkanek, narządów i ich układów, organizmów itd. (przypomnijmy sobie: struktura – to budowa, a funkcja – to określony aktywny stan komórki, narządu lub organizmu w całości).

Do układów biologicznych należą: złożone cząsteczki biologiczne (np. białka, kwasy nukleinowe); komórki; organizmy; gatunki; ekosystemy. Człowiek jako złożony układ biologiczny znajduje się na organizmowym poziomie organizacji. Układy biologiczne o niższym poziomie organizacji są częścią składową układów biologicznych wyższego poziomu. Części biologiczne, np. białka, kwasy nukleinowe wchodzi w skład komórek, komórki – do składu tkanek, tkanki – do składu narządów, narządy i ich układy – do składu jednolitego organizmu (ryc. 2).

ZAPAMIĘTAJ! Złożone układy biologiczne, takie jak organizm człowieka, są całokształtem układów biologicznych niższego poziomu, które współdziałają między sobą. Właśnie ich współdziałanie wyznacza takie cechy organizmu człowieka, jak jednolitość i zdolność do samoregulacji. Te cechy są wspólne dla organizmowych układów biologicznych wielokomórkowych organizmów żywych: roślin, zwierząt.



Ryc. 2. Organizacja strukturalna organizmu człowieka: cząsteczki kwasów nukleinowych (A) i białek wchodzi w skład struktur jądra komórki – chromosomów (B). Komórki wchodzi w skład tkanek (mięsień sercowy, C). Z tkanek składają się narządy (serce, D), które wchodzi w skład określonego układu narządów organizmu (układ krwionośny człowieka, E).



Otóż części składowe organizmu człowieka nie pracują oddzielnie i nie mogą istnieć niezależnie jedna od drugiej. Wszystkie one są częścią jednej niepodzielnej całości- organizmu, który otwarcie współdziała z otoczeniem, ponieważ potrzebuje nadchodzenia substancji i energii ze środowiska zewnętrznego i wydalania produktów przemiany.

Utrzymywanie stosunkowej stałości składu chemicznego, budowy, właściwości zapewnia samoregulacja organizmu jako jednolitego układu biologicznego. Doskonałe mechanizmy regulatorne organizmu pozwalają człowiekowi istnieć nie tylko w pewnych warunkach stałych, lecz wytrzymywać ich zmiany, przystosowywać się do nowych warunków – adaptować się.

ZAPAMIĘTAJ! Adaptacja – to całokształt cech budowy, funkcji i zachowania określonego gatunku biologicznego, zapewniający jego istnienie w określonych warunkach otaczającego środowiska.

Jedność wszystkich układów biologicznych opiera się między innymi na jedności ich składu chemicznego. Organizm człowieka, jak i dowolny inny układ biologiczny przede wszystkim składa się z takich pierwiastków chemicznych, jak węgiel (C), wodór (H), tlen (O), azot (N). Te pierwiastki chemiczne przeważają w składzie różnych organizmów, stanowiąc ponad 90%. Właśnie one, a szczególnie węgiel, są podstawą związków organicznych (białek, lipidów, węglowodanów, kwasów nukleinowych).

Przypomnij sobie z lekcji przyrody, jakie substancje nazywamy organicznymi; a z lekcji chemii – gdzie w układzie okresowym pierwiastków chemicznych znajduje się węgiel (C), wodór (H), tlen (O) i azot (N); podaj ich charakterystykę.

Dla organizmu człowieka jako jednolitego układu biologicznego są również charakterystyczne wszelkie przejawy organizmu żywego. Przypomnijmy je.

Przemiana materii i energii odbywa się w organizmie człowieka oraz z otaczającym środowiskiem. W niej bezpośrednio biorą udział następujące układy narządów: trawienny, oddechowy, wydalniczy, krwionośny. Te procesy zapewniają stałe **samoodnawianie się** w organizmie: m.in. odnawia się skład chemiczny komórek i komórkowy skład organizmu. **Pobudliwość** związana jest z reakcją organizmu na działanie bodźców zewnętrznych i wewnętrznych. Zapewnia to związek organizmu ze środowiskiem otaczającym i wewnętrznym, jego istnienie w warunkach ciągłych zmian zachodzących w nim oraz szybką reakcję na te zmiany.

Rozmnażanie – zdolność organizmu człowieka do wytwarzania potomstwa. Ona opiera się na mechanizmach zachowania i przekazywania informacji dziedzicznej, zapewnia nieprzerwalność życia. **Wzrost i rozwój** są odpowiednio ilościową i jakościową charakterystyką organizmu człowieka. W trakcie wzrostu stopniowo zwiększa się masa i wielkość organizmu, a w trakcie rozwoju on zmienia się jakościowo. **Ruch** – to zmiana położenia organizmu lub jego części w przestrzeni. Ruchy organizmu człowieka zapewnia układ mięśniowo- szkieletowy.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: układ biologiczny, adaptacje.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

Organizm człowieka jest osobliwym układem biologicznym, dla którego są charakterystyczne:

- jedność składu chemicznego z innymi układami biologicznymi;
- poziomowość (jej częściami składowymi są układy biologiczne niższych poziomów: cząstki biologiczne, komórki, tkanki, narządy i ich układy);



- jednolitość (wszystkie części składowe wykonują określone funkcje, współdziałając między sobą);
- otwartość: organizm człowieka potrzebuje stałego nadchodzenia ze środowiska zewnętrznej substancji i energii, które zaznają w nim zmian; do otoczenia w postaci ciepła wydalana jest wykorzystana energia oraz produkty przemiany;
- samoregulacja, którą zapewniają układy regulatorne.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest układ biologiczny? Jakie są jego cechy? 2. Jakie są poziomy organizacji układów biologicznych? 3. Na czym polega samoregulacja układów biologicznych? 4. Na jakim poziomie organizacji znajduje się organizm człowieka?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż cechę żywego układu, jaka jest powiązana z reakcją organizmu na działanie bodźców zewnętrznych i wewnętrznych: a) poziomowość; b) rozmnażanie; c) pobudliwość; d) przemiana substancji.
2. Wskaż rząd pierwiastków chemicznych, które wchodzi w skład wszystkich związków organicznych: a) H, O, C, Si; b) H, N, O, C; c) H, Fe, N, C; d) H, P, O, C.
3. Wskaż właściwość organizmu człowieka, która charakteryzuje zdolność przystosowywania się do zmian środowiska zewnętrznego i wewnętrznego: a) jednolitość; b) zdolność do ruchu; c) kształtowanie się adaptacji; d) zdolność do rozmnażania.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Na czym polega sedno pojęć: *molekularny, komórkowy, tkankowy i organizmowy poziom organizacji?*



ZASTANÓW SIĘ. Co jest wspólnego i jakie są różnice między układami biologicznymi, które znajdują się na komórkowym poziomie organizacji: a) komórka jest częścią składową określonej tkanki; b) komórka jest samodzielnym organizmem (organizmy jednokomórkowe).



ZADANIE TWÓRCZE

1. Uzasadnij wypowiedź: „Organizm człowieka – to jednolity, otwarty, samoregulujący się układ biologiczny”.
2. Ułóż schemat strukturalnej organizacji rośliny i zwierzęcia.

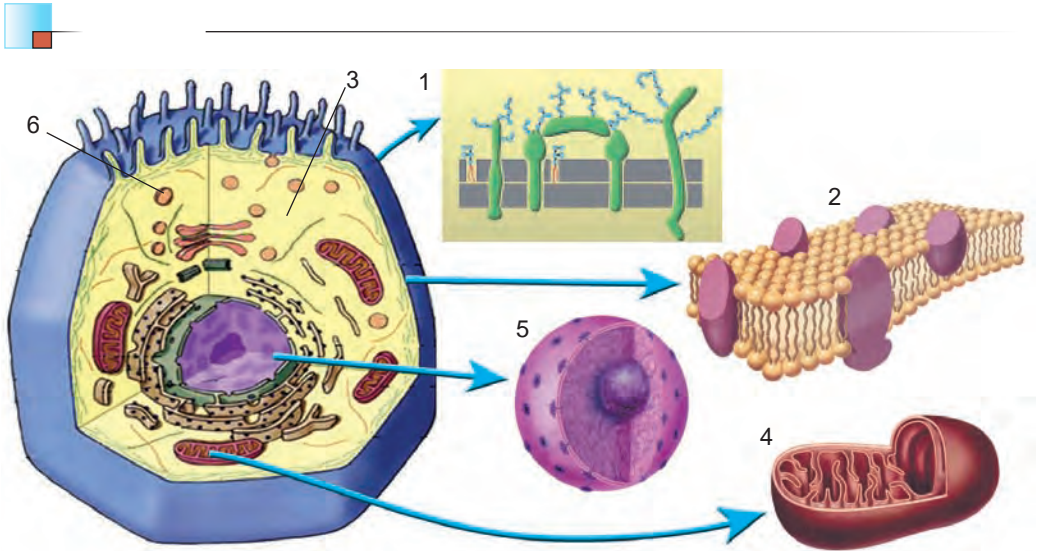
§ 2. RÓŻNORODNOŚĆ KOMÓREK I TKANEK ORGANIZMU CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, co to jest dyfuzja. Jakie są osobliwości budowy komórek roślin, grzybów i zwierząt? Jakie znasz tkanki zwierząt?

Komórka jako przykład układu biologicznego. Ciało człowieka zbudowane jest z komórek. Wiesz już, że komórka jest **strukturalną** (budulcową) i **funkcjonalną** (działająca) **jednostką organizmu wielokomórkowego**. Ogólnie cały nasz organizm składa się z ponad 75 trylionów komórek. One wykonują różnorodne funkcje: transportową (eryocyty krwi), ochronną (leukocyty krwi), podporową (komórki tkanki kostnej i chrzęstnej) i in.

POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: wszystkie komórki zwierząt są zbudowane według jednego planu (ryc. 3). One składają się z błony komórkowej (lub plazmatycznej), która otacza cytoplazmę z jednym, kilkoma lub wieloma jądrami. Z zewnątrz błona plazmatyczna otoczona jest cienką sprężystą błoną – glikokaliksem. On jest zbudowany z cząsteczek węglowodanów, które mogą łączyć się z cząsteczkami białek i lipidów. Jądro – to element



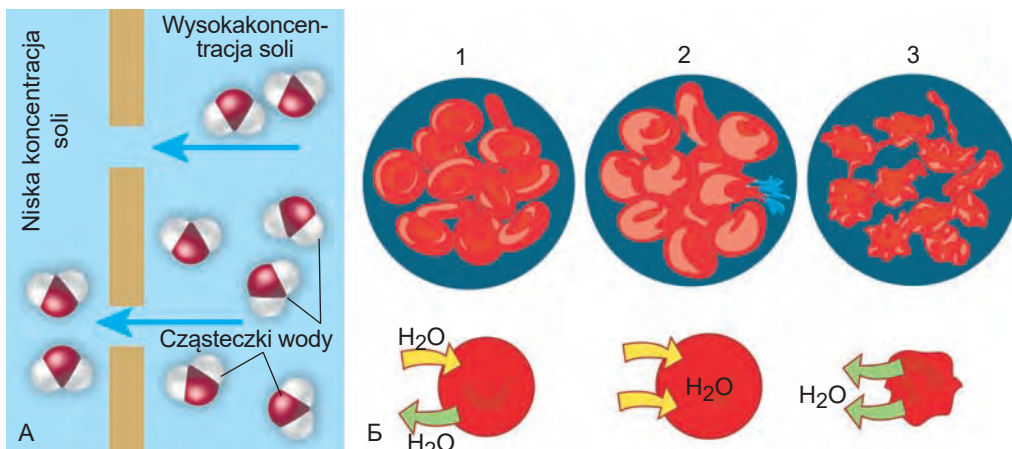
Ryc. 3. Budowa komórki: 1. glikokaliks; 2. błona plazmatyczna; 3. cytoplazma; 4. mitochondria; 5. jądro; 6. lizosom. **Zadanie.** Na podstawie ryciny nazwij podstawowe funkcje elementów składowych komórki

składowy przeważającej większości komórek organizmów. Ono reguluje wszystkie funkcje komórki i zachowuje informację dziedziczną. Jest ośrodkiem sterowania komórką. Cytoplazma – to roztwór substancji organicznych i nieorganicznych, w którym przebywają organelle. W cytoplazmie zachodzą różnorodne procesy biochemiczne: powstawanie jednych związków i rozpad innych. W postaci wtrąceń mogą tam być magazynowane substancje odżywcze (przypomnij sobie, jakie związki są magazynowane w komórkach roślin i zwierząt). Organelle – stałe struktury komórkowe o określonej budowie, które zapewniają różne procesy jej działalności życiowej. Obowiązkowymi organellami każdej komórki są mitochondria. One są nazywane „stacjami energetycznymi” komórki, ponieważ tu tworzą się związki, które zawierają wiele energii.

Rozpatrując rycinę 3. i przypominając sobie elementy składowe komórki, które poznawałeś w 6. i 7. klasie, zwróć uwagę na pozycję 6. Jest to organella lizosom (od gr. *lizys* – rozszczepienie i *soma* – ciało). Lizosomy zapewniają trawienie substancji odżywczych. One zawierają fermenty trawienne, które są zdolne do trawienia różnorodnych związków.

Skład chemiczny komórek człowieka. W komórkach ciała człowieka odkryto ponad 70 pierwiastków chemicznych. Wspominaliśmy już, że wśród nich przeważają: wodór (H), tlen (O) i azot (N). Te oraz inne pierwiastki chemiczne wchodziły w skład substancji nieorganicznych i organicznych. Ich korelacja w komórce jest różna. Zawartość substancji nieorganicznych w komórce wynosi 76,5%, z nich wody – 75%, soli mineralnych – 1,5%. Woda jest rozpuszczalnikiem i środowiskiem dla dyfuzji wielu substancji. Ona zapewnia jędrność (turgor) komórek i procesy osmozy. Otóż obecność wody – niezbędny warunek aktywności komórki.

TO CIEKAWIE! Osmoza – proces dyfuzji rozpuszczalnika z mniej stężonego roztworu do bardziej stężonego przez półprzepuszczalną błonę (ryc. 4). W komórce taką błoną jest błona plazmatyczna.



Ryc. 4. A. Schemat ilustrujący ruch cząsteczek wody przez półprzepuszczalną błonę mniej stężonego roztworu do bardziej stężonego. B. Komórki krwi człowieka- erythrocyty w roztworach o różnej koncentracji soli (niebieskimi strzałkami zaznaczono kierunek ruchu wody). 1. Jeśli koncentracja soli w erythrocytach i w środowisku zewnętrznym jest jednakowa, erythrocyty zachowują swoją zwykłą formę. 2. Jeśli koncentracja soli w środowisku zewnętrznym jest niższa, woda nadchodzi do erythrocytów, które pęcznieją i mogą zginąć. 3. Jeśli koncentracja soli poza erythrocytami jest wyższa, woda wychodzi z komórek i one marszczą się. **Zadanie.** Wyjaśnij, dlaczego w komórce jest wysoka zawartość wody. Jakie jeszcze funkcje może wykonywać woda w komórce?

Zawartość związków organicznych w komórkach średnio wynosi 23%, z nich białek – 15%, tłuszczów – 4,5%, węglowodanów – 2,5%, kwasów nukleinowych – 1,5%. Białka wykonują różnorodne funkcje: wchodzi w skład wszystkich komórek, biorą udział w regulacji funkcji organizmu, przyspieszają reakcje chemiczne w komórce, chronią komórki i organizm przed drobnoustrojami chorobotwórczymi i ciałami obcymi, przenoszą gazy i inne substancje i in. Tłuszcze – to ważne zapasy energetyczne organizmu. One wchodzi w skład błon i innych elementów komórek. Węglowodany są podstawowym źródłem energii. Kwasy nukleinowe zapewniają zachowanie i przekazywanie informacji dziedzicznej od rodziców potomkom i biorą udział w syntezie wszystkich białek organizmu.

Różnorodność komórek w organizmie człowieka. Komórki określonych rodzajów kształtują różne typy tkanek. Tkanki organizmu człowieka mają wiele wspólnych cech z tkankami zwierząt, między innymi ssaków. Wiesz już, że w skład tkanek zwierząt, tak samo jak i człowieka, wchodzi nie tylko komórki, ale też substancja międzykomórkowa – produkt wydalania komórek.

ZAPAMIĘTAJ! Komórka jest podstawową jednostką budowy i funkcjonowania organizmu człowieka. Główne cechy życiowe różnych komórek są takie same, jak i organizmu w całości: przemiana substancji i energii, pobudliwość, rozmnażanie, wzrost i rozwój, samoregulacja i samoodnowienie (w procesie czynności życiowych komórki odnawia się ich skład chemiczny).

Różnorodność tkanek w organizmie człowieka. Komórki określonych rodzajów kształtują określone rodzaje tkanek. Tkanki organizmu człowieka mają wiele wspólnych cech z tkankami zwierząt, szczególnie ssaków. Wiesz już, że w skład tkanek tak zwierząt, jak i człowieka wchodzi nie tylko komórki, lecz również substancja międzykomórkowa – produkt wydzielania komórek.



POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: tkanka – to zespół komórek i substancji międzykomórkowej, podobnych pod względem budowy, pełnionych funkcji i pochodzenia. W organizmie człowieka wyróżnia się cztery grupy tkanek: nabłonkowe, tkanki środowiska wewnętrznego, mięśniowe i nerwową. Zapoznamy się z nimi, wykonawszy doświadczenie laboratoryjne.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Zapoznanie się z preparatami tkanek człowieka

Przyrządy, materiały i obiekty badania: mikroskopy, tabela mikroskopowej budowy tkanek, preparaty trwałe tkanki nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej oraz tkanek środowiska wewnętrznego.

1. Przypomnij sobie zasady pracy z mikroskopem optycznym i mikroskopowymi preparatami.
2. Rozpatrz pod mikroskopem preparaty trwałe tkanki nabłonkowej. Zwróć uwagę na osobliwości jej budowy: kształt komórek, rozmieszczenie w tkance, obecność substancji międzykomórkowej i błony podstawnej.

Tkanka nabłonkowa lub **nabłonek** składa się ze zwarcie przylegających do siebie komórek. Charakterystyczną cechą tkanki nabłonkowej jest prawie całkowity brak substancji międzykomórkowej oraz to, że pod komórkami nabłonka mieści się cieniutka błona podstawowa, która je podtrzymuje. Pod względem pełnionych funkcji rozróżniamy nabłonek pokrywający i nabłonek gruczołowy.

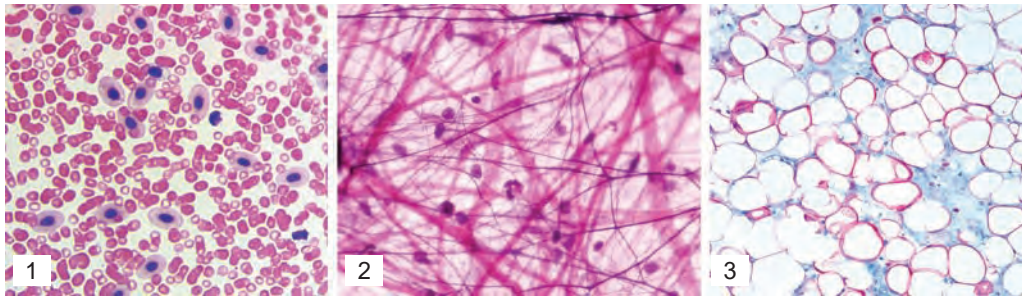
Nabłonek pokrywający (ryc. 5.1) okrywa zewnętrzną powierzchnię ciała, wyciela wewnętrzną powierzchnię jamy ciała (piersiową, brzuszną, ustną, nosową), narządów trawienia, dróg oddechowych (nabłonek urzęsiony (ryc. 5.2)), przewody wyprowadzające układu wydalniczego i naczyń krwionośnych. On chroni tkanki znajdujące się głębiej, a także reguluje ich przemianę substancji ze środowiskiem zewnętrznym i wewnętrznym (np. wymianę gazową, wydalanie z organizmu produktów rozmiękania, wchłanianie substancji odżywczych w jelicie i in.).

Nabłonek gruczołowy (ryc. 5.3) wchodzi w skład gruczołów i pełni funkcję wydzielniczą, syntezując niezbędne dla organizmu substancje – wydzieliny. **Wydzielanie** jest procesem produkcji i uwalniania przez komórkę lub gruczoł substancji chemicznych (śluzu, hormonów, fermentów trawiennych i in.). Tkanka nabłonkowa ma bardzo wysoką zdolność do regeneracji.

3. Rozpatrz preparaty mikroskopowe tkanek środowiska wewnętrznego (krwi, tkanki łącznej), znajdź ich cechy charakterystyczne. Zwróć uwagę na rozmieszczenie substancji międzykomórkowej w tkance.



Ryc. 5. Różne rodzaje nabłonka: 1. pokrywający wielowarstwowy; 2. urzęsiony: a) rzęski; b) błona podstawna; 3. gruczołowy: c) przetoka gruczołu; d) komórki gruczołowe



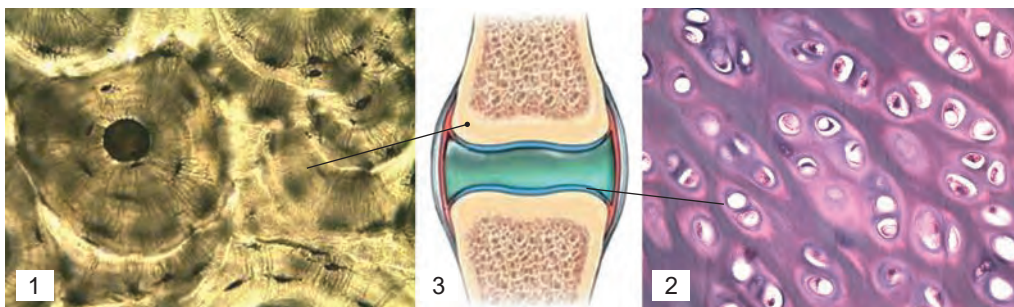
Ryc. 6. Tkanki środowiska wewnętrznego: 1. krew; 2. łączna włóknista; 3. tłuszczowa

Tkanki środowiska wewnętrznego wykonują różnorodne funkcje: zapewniania niezmiennych warunków dla *środowiska wewnętrznego*, ochronną, odżywczą, transportującą, podporową, magazynującą in. Ich wspólną cechą jest obecność dobrze rozwiniętej substancji międzykomórkowej. Do tkanek środowiska wewnętrznego należy krew, limfa, tkanki łączne i szkieletowe.

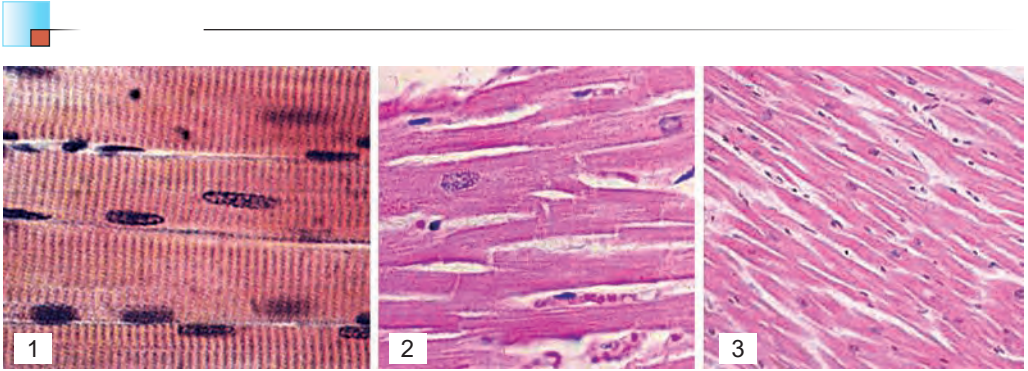
Krew i limfa zapewniają transport substancji odżywczych, produktów przemiany materii, gazów, biologicznie aktywnych substancji, reakcje obronne. Dla nich charakterystyczna jest obecność rzadkiej substancji międzykomórkowej – osocza i zawieszonych w niej komórek (ryc. 6.,1). Dokładniej budowę i funkcje tych tkanek poznasz w §17.

Tkanki łączne tworzą podstawę narządów, zapewniają ich odżywianie i in. Ich substancja międzykomórkowa ma różny skład, jednak nigdy nie jest rzadka. Tkanka włóknista wiotka znajduje się we wszystkich narządach. Ona zawiera niewielką ilość dowolnie rozmieszczonych włókien. *Tkanka włóknista zbita* (ryc. 6.2) zawiera wielką ilość ściśle upakowanych *włókien* (ścięgna, wiązadła i in.). *Tkanka tłuszczowa* (ryc. 6.3) zlokalizowana jest w warstwie podskórnej i dookoła niektórych narządów, chroniąc je przed uszkodzeniami mechanicznymi. W tkance tłuszczowej magazynują się substancje odżywcze jako materiał zapasowy.

Do **tkanek podporowych** należy kostna (ryc. 7.1) i chrzęstna (ryc. 7.2). One tworzą podstawę układu narządów ruchu człowieka. Twardość tkance kostnej nadają sole mineralne. Przeważnie z niej zbudowany jest szkielet człowieka. Tkanka chrzęstna posiada substancję międzykomórkową z substancji organicznych, co nadaje jej elastyczności. Tkanka chrzęstna tworzy szkielet zarodka człowieka. Z czasem tkanka chrzęstna przekształca się w tkankę kostną, a krążki między kręgowenadają zawierają.



Ryc. 7. Tkanki szkieletowe: 1. kostna; 2. chrzęstna; 3. tkanka kostna i szkieletowa stawu



Ryc. 8. Tkanka mięśniowa: 1. tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa; 2. tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana sercowa; 3. tkanka mięśniowa gładka.

Z tkanki chrzęstnej zbudowane są: małżowina uszna, krtań, ścięgna, więzadła; ona pokrywa powierzchnie stawowe kości.

4. Rozpatrz preparaty trwałe tkanki mięśniowej. Porównaj budowę tkanki mięśniowej, nabłonkowej i łącznej.

Tkanki mięśniowe wchodzi w skład układu narządów ruchu i ścianek większości narządów wewnętrznych. Mięśnie są również w skórze. One mają zdolność do kurczenia się w odpowiedzi na impuls nerwowy. Zapewnia to ruchy ciała i jego oddzielnych części, zachowania określonej pozycji, zmianę średnicy źrenicy. Różniamy tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną i tkankę mięśniową gładką.

Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana dzieli się na szkieletową i sercową. Ze szkieletowej tkanki mięśniowej są zbudowane mięśnie, które zapewniają ruchy i łączą się z kośćmi, także mięśnie języka, gardzieli, krtani, górnej części przełyku, przepony. Mięsień sercowy (ryc. 8.2) – to rodzaj tkanki poprzecznie prążkowanej, która wchodzi w skład ścianek serca i zapewnia jego kurczenie się. Tkanka *mięśniowa gładka* (ryc. 8.3) zapewnia kurczenie się narządów wewnętrznych: jelit, pęcherza moczowego i żółciowego, naczyń krwionośnych itp. Dokładniej szczegóły budowy i funkcje tkanki mięśniowej poznasz później.

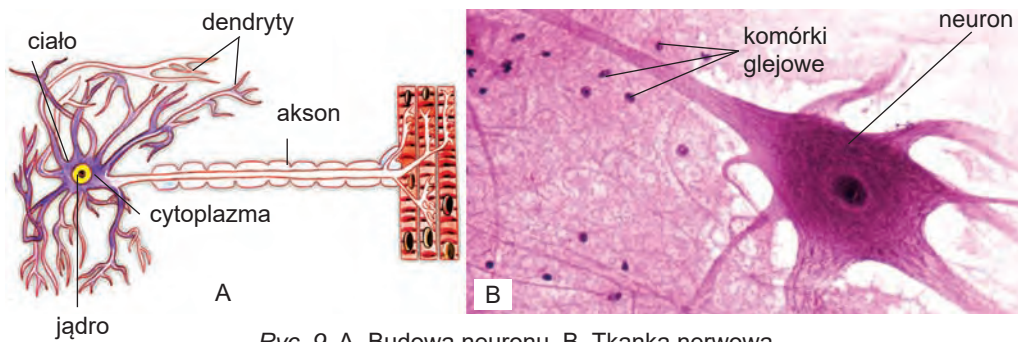
5. Rozpatrz preparat mikroskopowy tkanki nerwowej, zaznacz jej osobliwości.

Tkanka nerwowa składa się z komórek nerwowych – neuronów – i komórek otaczających neuronów – komórek glejowych. **Neurony** są zdolne do odbierania bodźców (sygnałów), przetwarzania ich na impulsy nerwowe i przewodzenia ich do innych neuronów lub narządów.

Każdy neuron ma ciało i wypustki (ryc. 9.A). W ciele znajduje się jądro i inne organelle. Wypustki mogą być dwóch rodzajów. Długa, rozgałęziona na wierzchołku wypustka – toakson. Jego funkcja polega na przekazywaniu impulsu nerwowego od ciała neuronu do innych komórek, tkanek i narządów. Krótkie i dość silnie rozgałęzione wypustki neuronu przeważnie nazywamy dendrytami (z greckiego słowa *déndron* – drzewo). One przekazują bodźce do ciała neuronu.

Komórki glejowe (ryc. 9.B) w odróżnieniu od neuronów nie przewodzą impulsów nerwowych i zachowują zdolność do podziału. One pełnią różnorodne funkcje: odżywczą, wydzielniczą, podporową, ochronną, regeneracyjną i in. Część z nich tworzy tkankę izolacyjną dookoła wypustek neuronów i zapewnia przewodzenie impulsów nerwowych określonymi, dokładnie wyznaczonymi drogami.

TO CIEKAWIE! Komórek glejowych jest 10–50 razy więcej niż neuronów.



Ryc. 9. A. Budowa neuronu. B. Tkanka nerwowa

Tkanka nerwowa wchodzi w skład mózgowia i rdzenia kręgowego, tworzy węzły nerwowe i nerwy. Podstawowe właściwości tkanki nerwowej – pobudliwość i przewodnictwo. Ona zapewnia nerwową regulację działalności różnych układów narządów, funkcji całego organizmu i jego związek ze środowiskiem zewnętrznym.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** lizosomy, neuron, komórki glijowe, dendryty, akson.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Organizm człowieka składa się z ogromnej ilości komórek, które różnią się pod względem kształtu, rozmiaru, pełnionych funkcji. Podstawą składu chemicznego komórek są 4 pierwiastki: wodór (H), tlen (O), węgiel (C), azot (N). Z tych pierwiastków przeważnie tworzą się proste i złożone związki organiczne. W skład komórek wchodzi również związki nieorganiczne: woda, sole mineralne i in.
- Całokształt komórek podobnych pod względem pochodzenia, budowy, pełnionych funkcji nazywamy tkanką. W organizmie człowieka wyróżnia się następujące grupy tkanek: nabłonkowe, tkanki środowiska wewnętrznego, mięśniowe i nerwową.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie funkcje w komórce pełnią lizosomy? 2. Jaka jest rola substancji nieorganicznych i organicznych w komórce? 3. Jakie funkcje pełnią tkanki nabłonkowe? 4. Jakie znasz tkanki środowiska wewnętrznego? Jakimi funkcjami one pełnią? 5. Jakimi tkankami należą do tkanek szkieletowych? Jakimi funkcjami one pełnią? 6. Jakimi znasz tkanki mięśniowe? 7. Na czym polega osobliwość tkanki nerwowej? Jaki jest jej skład?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż tkankę, która jest częścią składową górnej warstwy skóry: a) nabłonkowa; b) mięśniowa; c) nerwowa.
2. Wskaż tkankę, dla której charakterystyczna jest pobudliwość i przewodnictwo: a) nabłonkowa; b) łączna; c) szkieletowa; d) nerwowa
3. Wskaż cechę charakterystyczną tkanki mięśniowej: a) pobudliwość i kurczliwość; b) pobudliwość i zdolność do tworzenia wydzielin c) zdolność do tworzenia hormonów; d) zdolność do transportowania tlenu.
4. Wskaż tkanki, które przeważają w składzie układu narządów ruchu: a) mięśniowe i łączne; b) kostna i chrzęstna; c) nabłonkowa i nerwowa; d) nabłonkowa i łączna.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Narządy człowieka przeważnie składają się z różnych rodzajów tkanek. Nazwij narządy, w których przeważa określony rodzaj komórek.



ZASTANÓW SIĘ. Człowiek należy do eukariotów, czyli organizmów, których komórki mają jądra. Jednak w organizmie człowieka spotykamy niektóre rodzaje komórek (eryocyty), które nie posiadają jąder. Jak można wytłumaczyć to zjawisko? Przypomnij sobie komórki roślin, które też pozbawione są jąder.



ZADANIE TWÓRCZE. Porównaj funkcje i budowę tkanek organizmu człowieka z funkcjami i budową tkanek roślin. Znajdź tkanki człowieka i roślin, które pełnią podobne funkcje. Podaj odpowiedź w postaci tabeli.

§ 3. NARZĄDY. UKŁADY FIZJOLOGICZNE I FUNKCJONALNE ORGANIZMU CZŁOWIEKA

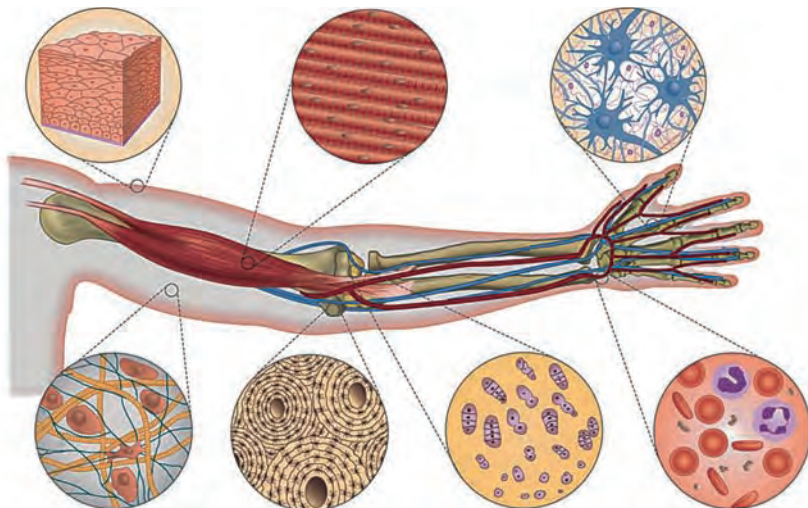
Przypomnij sobie, jakie narządy i układy narządów są u zwierząt kręgowych różnych grup.

Co to jest narząd? Wiesz już, że organizm człowieka zbudowany jest z różnorodnych komórek, które tworzą cztery rodzaje tkanek (przypomnij sobie, jakie). Różne tkanki z kolei tworzą różnorodne narządy.

POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: narząd – to część ciała, która ma określony kształt, budowę, znajduje się w określonym miejscu, pełni jedną lub kilka funkcji fizjologicznych.

W skład określonego narządu wchodzi różne rodzaje tkanek (ryc. 10). Serce, na przykład, zbudowane jest z tkanki mięśniowej, łącznej, nabłonkowej, nerwowej. W określonym narządzie zazwyczaj przeważa jedna tkanka, która określa jego podstawową funkcję. W sercu taką tkanką jest tkanka mięśniowa, w mózgu – tkanka nerwowa, w gruczołach – nabłonek gruczołowy.



Ryc. 10. Ręka jako narząd, w którego skład wchodzi różne rodzaje tkanek. **Zadanie.** Na podstawie ryciny nazwij tkanki, które wchodzi w skład ręki i wyjaśnij ich znaczenie w tym narządzie



Ryc. 11. Jamy ciała człowieka: 1. jama piersiowej; 2. jama brzuszna; 3. przepona, która dzieli jamę piersiową od jamy brzusznej. **Zadanie.** Wykorzystując zdobytą w 7. klasie wiedzę z biologii, rozpoznaj narządy położone w jamie klatki piersiowej i brzusznej

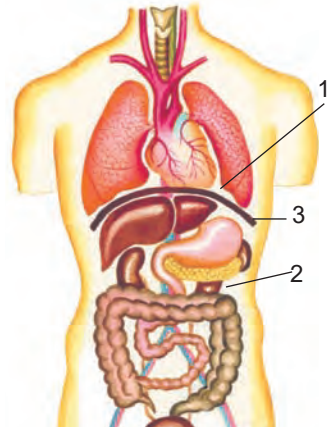
Narządy specjalizują się na pełnieniu funkcji niezbędnych do zapewnienia czynności życiowych organizmu. Serce pełni funkcję pompy, która pompuje w organizmie krew; nerki – funkcję wydalania z organizmu ostatecznych produktów przemiany materii; wątroba bierze udział w procesach trawienia, przemiany substancji, neutralizuje toksyny.

Narządy, które znajdują się w jamach ciała, nazywamy narządami **wewnętrznymi**. W organizmie człowieka znajduje się mięsień płaski – *przepona*, która dzieli jamę ciała na jamę piersiową i jamę brzuszną. Dlatego też część narządów wewnętrznych położona jest w jamie piersiowej, a część – w jamie brzusznej (ryc. 11).

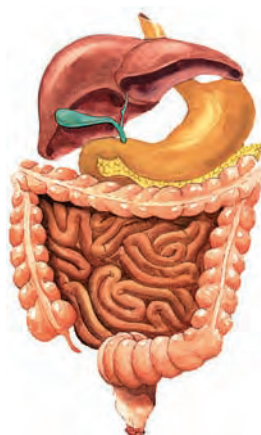
Układy fizjologiczne organizmu człowieka. Narządy, które pełnią wspólne funkcje, łączą się w **układy narządów**. Nazywamy je też układami fizjologicznymi. Na przykład skóra i błony śluzowe tworzą pokrywy ciała. One chronią organizm przed szkodliwymi wpływami środowiska zewnętrznego i zapewniają kontakt z otaczającym środowiskiem.

Układ narządów ruchu składa się ze szkieletu i mięśni, dzięki którym nasze ciało znajduje się w określonym położeniu (ryc. 12). Możemy wykonywać różnorodne ruchy i przemieszczać się w przestrzeni (chodzić, biegać, skakać, wspinać się).

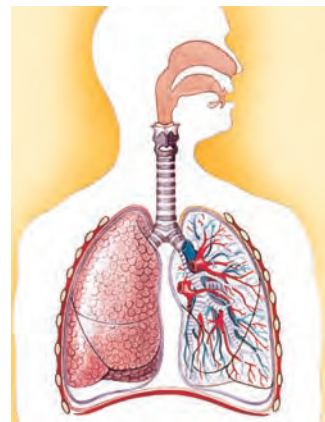
Narządy **układu trawiennego** zapewniają procesy nadchodzenia, mechanicznej i chemicznej obróbki pokarmu, przyswajanie substancji odżywczych do krwi i limfy, wydalanie na zewnątrz niestrawionych resztek (ryc. 13). Ważną funkcję wymiany gazowej pełni **układ oddechowy** (ryc. 14). Dzięki nadchodzącemu do organizmu tlenu utleniają się substancje odżywcze i uwalnia się energia niezbędna do zapewnienia procesów działalności życiowej. Układ oddechowy zapewnia usuwa-



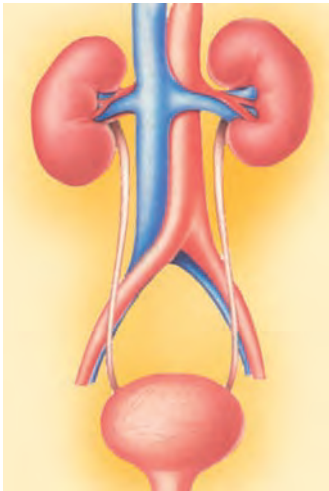
Ryc. 12. Układ narządów ruchu



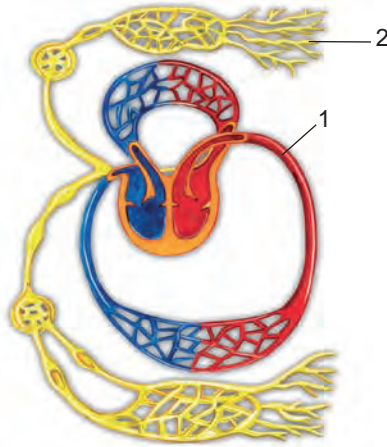
Ryc. 13. Układ trawienny



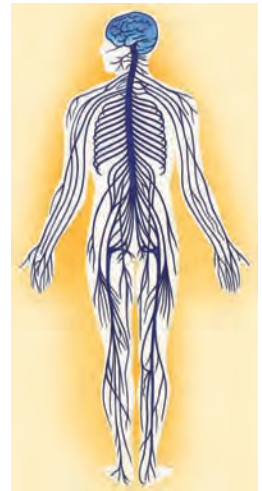
Ryc. 14. Układ oddechowy



Ryc. 15. Układ wydalniczy



Ryc. 16. Układ krwionośny (1) i limfatyczny (2)



Ryc. 17. Układ nerwowy

nie z organizmu dwutlenku węgla, który powstał w procesie utleniania substancji odżywczych. Końcowe produkty wymiany substancji, niepotrzebne lub szkodliwe dla organizmu, wydalają narządy układu wydalniczego (ryc. 15)

Układ narządów krążenia (krwionośny) i układ limfatyczny (ryc. 16) transportują przez organizm substancje odżywcze, produkty przemiany, tlen i dwutlenek węgla, biologicznie aktywne związki oraz biorą udział w reakcjach obronnych organizmu. **Układ nerwowy** odbiera wpływy środowiska zewnętrznego i zmiany środowiska wewnętrznego, analizuje otrzymaną informację i odpowiednio zmienia czynność narządów lub układów narządów (ryc. 17). Te zmiany skierowano na zapewnienie normalnej działalności organizmu, jego funkcjonalnej jednostki. Ze względu na budowę wyróżniamy ośrodkowy (centralny) układ nerwowy oraz obwodowy układ nerwowy.

Układ **narządów czucia** odbiera, analizuje i przetwarza informację o zmianach zachodzących w otaczającym środowisku i o wewnętrznym stanie organizmu oraz zapewnia związek organizmu ze środowiskiem zewnętrznym. Rozróżniamy następujące narządy czucia: wzroku, słuchu, smaku, węchu, dotyku, równowagi (ryc. 18).

TO CIEKAWE! Wielki wkład w rozwój badań nad układem nerwowym wnieśli wybitni ukraińscy fizjolodzy. W. Betz odkrył olbrzymie neurony piramidowe w korze półkul mózgowia; W. Prawdycz-Nieminskij jako pierwszy na świecie zarejestrował aktywność elektryczną mózgu; P. Kostiuk wyjaśnił rolę wapnia w aktywności neuronów.



Ryc. 18. Narządy czucia – części składowe układu narządów czucia: 1. oko (wzroku); 2. ucho (słuchu); 3. język (smaku); 4. nos (węchu); 5. skóra (dotyku)

Układ dokrewny (ryc. 19) zbudowany jest z gruczołów, z których każdy produkuje i wydziela do krwi osobliwe biologicznie aktywne substancje – hormony. Te substancje biorą udział w regulacji wszystkich funkcji organizmu, w koordynacji czynności poszczególnych narządów i organizmu w całości.

Układ odpornościowy (ryc. 20) stale reaguje na przenikanie obcych dla organizmu substancji chemicznych i żywych organizmów, wśród których są też organizmy chorobotwórcze. Ich przenikanie do organizmu wywołuje reakcje obronne, w których wyniku obce organizmy lub substancje są rozpoznawane i likwidowane przez specyficzne białka lub określone komórki.

Układ płciowy pełni funkcje rozmnażania.

Układy regulacji w organizmie człowieka. W organizmie człowieka czynność poszczególnych narządów oraz układów fizjologicznych i procesów stale jest regulowana. Według zapotrzebowania ich czynność wzmacnia się lub zmniejsza się; uzgadnia się czynność narządów z różnych układów fizjologicznych. Zapewniają to **układy regulacji**, przede wszystkim układ nerwowy i układ dokrewny. Czynność układów regulacji skierowana jest na zapewnienie niezbędnego warunków funkcjonowania dowolnego organizmu – homeostazy.

ZAPAMIĘTAJ! Regulacja – to zdolność istot żywych do podtrzymywania przebiegu pewnych procesów fizjologicznych i czynności całego organizmu zależnie od warunków środowiska zewnętrznego i wewnętrznego.

Homeostaza – odnośna stałość składu i właściwości środowiska wewnętrznego organizmu. Zważając na to, że stałość środowiska wewnętrznego jest naruszana, pewne procesy dynamiczne nieprzerwanie odnawiają homeostazę.

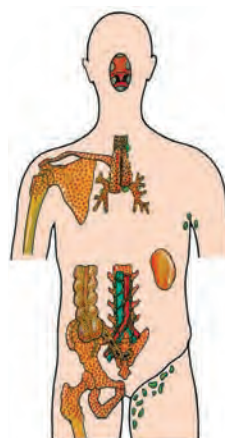
Regulacja funkcji organizmu za pomocą substancji biologicznie aktywnych (hormonów i in.) otrzymała nazwę **humoralnej**. Do wszystkich części organizmu te biologicznie aktywne substancje przenoszą płyny środowiska wewnętrznego (krew, limfę, płyn tkankowy). Regulację funkcji organizmu za pomocą układu nerwowego nazywamy regulacją **nerwową**. Czynność układu nerwowego opiera się na zasadzie odruchu.

Pamiętasz, że **odruchem** nazywamy reakcję organizmu na bodziec, która odbywa się przy udziale i pod kontrolą układu nerwowego.

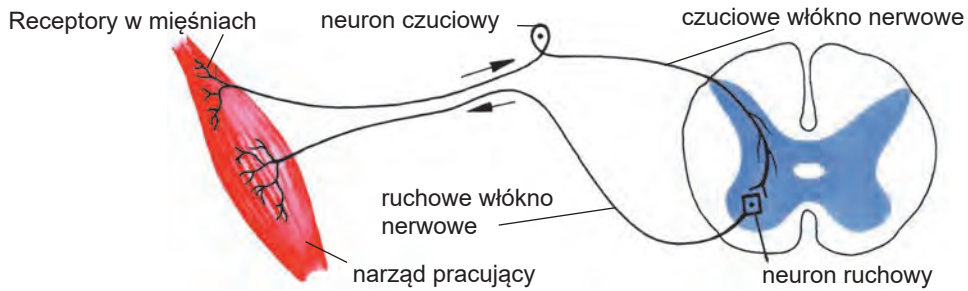
Całokształt struktur układu nerwowego, które biorą udział w wykonaniu odruchu, nazywamy **łukiem odruchowym**. W skład ruchu odruchowego wchodzi: receptor; czuciowe włókno nerwowe, po którym bodziec jest przekazywany do ośrodkowego układu nerwowego; ośrodek nerwowy, w którym odbywa się analiza otrzymanej informacji; ruchowe włókno nerwowe, po którym nerwowe impulsy nadchodzą do określonych narządów.



Ryc. 19. Układ dokrewny



Ryc. 20. Układ odpornościowy



Ryc. 21. Przykład dwuneuronowego łuku odruchowego

Najprostszy (dwuneuronowy) łuk odruchowy składa się z dwóch neuronów – czuciowego i ruchowego (ryc. 21). Dzięki wypustkom neuronów łuki odruchowe mają różnorodne powiązania z różnymi odcinkami układu nerwowego.

ZAPAMIĘTAJ! Łuk odruchowy – to droga, jaką przebywają impulsy nerwowe podczas wykonywania odruchu.

Regulacja nerwowa w odróżnieniu od humoralnej odbywa się szybko (w ciągu ułamka sekundy), jest krótkotrwała i skierowana do określonego narządu. Układ nerwowy ciasno współdziała z układem dokrewnym i tworzy z nim jednolity układ funkcjonalny neurohumoralnej regulacji funkcji.

ZAPAMIĘTAJ! Neurohumoralna regulacja – to jeden z rodzajów regulacji w organizmie człowieka i zwierząt, podczas którego impulsy nerwowe i substancje biologicznie aktywne (np. hormony), które są przenoszone przez krew i limfę, wspólnie biorą udział w ogólnym procesie regulacyjnym.

Według współczesnego mniemania, w regulacji funkcji organizmu ważną rolę odgrywa również układ odpornościowy. Oprócz ochrony organizmu on wydziela substancje biologicznie aktywne, które sprzyjają rozwojowi układu nerwowego i tworzeniu się komórek krwi, regulują czynność gruczołów wydzielania wewnętrznego itd.

Co to jest układ funkcjonalny? Dla zapewnienia określonej funkcji życiowej narządy różnych układów mogą tymczasowo łączyć się, tworząc układ funkcjonalny. Na przykład, podczas biegu jednocześnie pracują: układ narządów ruchu, krwionośny, oddechowy i nerwowy, które w tym momencie działają jako całość. Nadchodzenie tlenu do komórek i wydalenie z nich dwutlenku węgla odbywa się dzięki wspólnej pracy układu oddechowego, krwionośnego i mechanizmom ich regulacji (ryc. 22).

ZAPAMIĘTAJ! Układ funkcjonalny – to wzajemnie uzgodnione połączenie czynności różnych narządów lub układów fizjologicznych skierowane na osiągnięcie korzystnego dla organizmu wyniku.

❖ **Podstawowe terminy i pojęcia: układ fizjologiczny, regulacja nerwowa i humoralna, odruch, łuk odruchowy, układ funkcjonalny.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Układy fizjologiczne – to narządy, które są połączone między sobą funkcjonalnie, a często też – przestrzennie, które zapewniają określone funkcje organizmu. Różne układy fizjologiczne, tymczasowo łącząc się, tworzą układy funkcjonalne, które zapewniają złożone procesy czynności życiowych.



Ryc. 22. Układ funkcjonalny. **Zadanie.** Wymień przedstawione na rysunku układy fizjologiczne lub poszczególne narządy, które biorą udział w wykonaniu skomplikowanych ćwiczeń choreograficznych. Jak one są wzajemnie powiązane?

- Regulację czynności organizmu zapewniają następujące układy regulacyjne: dokrewny, nerwy, odpornościowy.
- Podstawą regulacji nerwowej są odruchy. Bodźce, odbierane przez receptory i przetwarzane nimi na impulsy, są przewodzone po strukturach łuku odruchowego do określonego narządu, który pełni określoną funkcję.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie narządy zaliczamy do narządów wewnętrznych? 2. Co to są układy fizjologiczne? 3. Jakież z nich są układy fizjologiczne człowieka? Jakie funkcje one pełnią? 4. Jakie są układy regulujące organizm? 5. Czym różni się regulacja humoralna od regulacji nerwowej? 6. Co to są układy funkcjonalne? Podaj przykłady.

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż podstawową funkcję, którą pełni układ narządów ruchu: a) podporowa; b) wydzielnicza; c) transportująca; d) humoralna
2. Wskaż podstawową funkcję, którą pełni układ krwionośny: a) transportująca; b) wydzielnicza; c) odruchowa; d) wydalnicza.

Utwórz logiczne pary

Ustal odpowiedniość między układami fizjologicznymi i ich funkcjami.

- | | |
|---------------------|---|
| A oddechowy | 1 regulacja humoralna |
| B trawienny | 2 wymiana gazowa |
| C krwionośny | 3 odżywianie organizmu |
| D wydalniczy | 4 zaopatrzenie narządów w substancje odżywcze i tlen |
| | 5 wydalanie z organizmu produktów przemiany |



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Porównaj układy fizjologiczne człowieka i różnych grup zwierząt.



ZASTANÓW SIĘ. Jakie cechy wspólne i jakie różnice są między układem fizjologicznym i funkcjonalnym?

§ 4. ZNACZENIE WIEDZY O CZŁOWIEKU DLA OCHRONY JEGO ZDROWIA

Przypomnij sobie z lekcji podstaw zdrowia, co to jest prawidłowy styl życia i jakie on ma znaczenie dla człowieka. Jakie czynniki negatywnie wpływają na zdrowie człowieka? Co to jest homeostaza i adaptacja?

Nauki, które badają organizm człowieka. Organizm człowieka jako osobliwy układbiologiczny badają różne nauki, przede wszystkim biologiczne. Podstawowe wśród nich to:

- *anatomia człowieka – bada kształt i budowę poszczególnych narządów, ich układów i całego organizmu;*
- *fizjologia człowieka – nauka o funkcjach poszczególnych narządów i ich układów, procesach działalności życiowych organizmu w całości;*
- *genetyka człowieka bada mechanizmy dziedziczności i zmienności organizmu człowieka*
- *biologia rozwoju indywidualnego bada procesy rozwoju zarodkowego i pozarodkowego człowieka;*
- *ekologia człowieka bada relacje człowieka z otaczającym środowiskiem, jego przystosowania do zmian warunków otaczającego środowiska, wpływ działalności człowieka na inne organizmy i całą naszą planetę.*

Wiedza biologiczna o działalności ludzkiego organizmu jest podstawą medycyny i higieny. Medycyna – nauka o zdrowiu człowieka, przyczynach jego chorób, metodach diagnostyki i leczenia chorób oraz sposobach ich zapobiegania. Higiena bada wpływ różnych czynników otaczającego środowiska, w tym społecznych (warunków pracy, życia, poziomu kultury itd.), na zdrowie człowieka, wydajność pracy, trwałość życia.

POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: zdrowie – to stan fizycznego, psychicznego i społecznego dobrostanu człowieka, wysokiej wydajności pracy i społecznej aktywności człowieka.

Prawidłowe funkcjonowanie organizmu, jego układów i narządów zapewnia dobrostan fizyczny. Zdrowy człowiek aktywnie uczestniczy w życiu społecznym, czemu towarzyszy wysoka wydajność pracy i uczucie zadowolenia z życia.

Ogólnym wskaźnikiem zdrowego organizmu człowieka jest jego zdolność do przystosowania się (adoptowania się) do wpływów różnorodnych czynników otaczającego środowiska (ciepło, chłód, wilgotność itd.) i zdolność do zapewnienia wysokiej fizycznej i umysłowej wydajności pracy bez przeciążenia i naruszenia działalności podstawowych układów fizjologicznych organizmu.

Jeśli równowaga między organizmem i działaniem czynników otaczającego środowiska zostaje naruszona, to on nie jest w stanie podtrzymać homeostazę. Tak więc, niedostateczna ilość lub brak jodu w pokarmie może być przyczyną chorób tarczycy. Organizmy pasożytnicze, trafiając do organizmu człowieka, odżywiają się za jego koszt, co prowadzi do zaburzeń przemiany substancji gospodarza itd.

Na zdrowie człowieka wpływa również jego otoczenie społeczne, warunki pracy i odpoczynku, poziom dobrobytu i in. Zanieczyszczenie otaczającego środowiska



odpadami działalności gospodarczej zgubnie wpływa na zdrowie człowieka, przyczyniając się do powstawania różnych chorób.

Co to jest choroba? Pojęciem choroba określa się zaburzenia strukturalno-funkcjonalnych właściwości komórek, tkanek, narządów, układów narządów, skutkiem czego jest obniżenie możliwości przystosowawczych organizmu i wydajności pracy człowieka.

Chorób i przyczyn, które do nich doprowadzają, jest wiele. Przede wszystkim są to złe nawyki, nieprawidłowe odżywianie, niedostateczna aktywność fizyczna, nieprzestrzeganie wymóg sanitarno – higienicznych, zanieczyszczenie otaczającego środowiska, pasożyty itd. Czynniki chorobotwórcze chorób infekcyjnych i inwazyjnych mogą być rozprzestrzeniane przez przenosieli, na przykład owady krwiopijne lub kleszcze (*przypomnij sobie, jakie organizmy szerzą czynniki chorobotwórcze malarii, kleszczowego zapalenia mózgu, dżumy itd.*).

ZAPAMIĘTAJ! Choroby infekcyjne – schorzenia wywoływane przez wirusy, bakterie i grzyby; choroby inwazyjne (pasożytnicze) – schorzenia wywoływane przez pasożyty, na przykład helminty (robaki pasożytnicze) (przypomnij sobie, jakie zwierzęta zaliczamy do helmintów).

Wszelkie przedsięwzięcia z ochrony zdrowia człowieka można podzielić na lecznicze i profilaktyczne. Leczenie włącza diagnostykę, czyli ustalenie przyczyny schorzenia, bezpośrednio leczenie i rehabilitację – leczenie podczas powrotu do zdrowia – remisji. Ważną częścią składową zabiegów leczniczych jest profilaktyka schorzeń. Jest to całokształt zabiegów skierowanych na zapobieganie powstawaniu i szerzeniu się chorób, wzmocnienie zdrowia.

Jakie są metody diagnostyki stanu narządów lub organizmu człowieka? Wniosek o stanie zdrowia człowieka można zrobić wyłącznie na podstawie szeregu badań: medycznych, biochemicznych, fizycznych, anatomicznych, genetycznych itd. Otrzymane w wyniku przeprowadzonych badań wskaźniki określonego człowieka są porównywane z średnim znaczeniem tych wskaźników u zdrowych ludzi odpowiedniego wieku i płci.

Metody biochemiczne zastosowuje się w celu ustalenia różnych wskaźników składu chemicznego naszego organizmu: składu krwi, soków trawiennych itd. (*ryc. 23*). Na przykład ludzie chorzy na cukrzycę powinni stale kontrolować poziom glukozy w krwi. Do tego istnieją specjalne urządzenia – glukometry (*ryc. 24*). Trwały wysoki poziom glukozy we krwi jest powodem do natychmiastowej wizyty do lekarza.



Ryc. 23. Współczesne laboratorium biochemiczne



Ryc. 24. Glukometr – przyrząd do pomiaru zawartości poziomu glukozy we krwi



Ryc. 25. Tonometr: Przyrząd do pomiaru ciśnienia tętniczego



Ryc. 26. Elektrocardiograf Elektrocardiograf i otrzymane za jego pomocą wskaźniki czynności serca (elektrocardiogram)

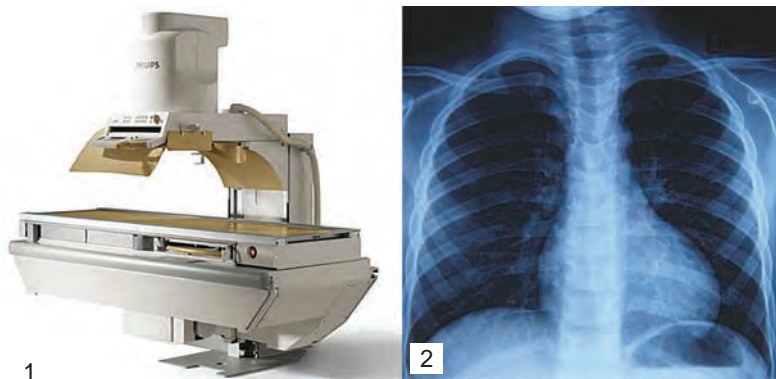
Metody fizyczne zastosowuje się w celu zbadania budowy i stanu całego organizmu człowieka lub poszczególnych jego narządów. Przykładami takich metod są: mierzenie ciśnienia tętniczego, badanie pracy serca (elektrokardiografia), mózgu (elektroencefalografia), rentgenografia, diagnostyka ultradźwiękowa (USG), rezonans magnetyczny (RM).

Ciśnienie tętnicze mierzymy za pomocą specjalnych przyrządów – tonometrów (ryc. 25). Stale podwyższone ciśnienie krwi świadczy o rozwoju niebezpiecznej choroby – hipertonii. Negatywnie na stan zdrowia człowieka wpływa też niskie ciśnienie krwi – hipotonia. Ludzie mający wysokie lub niskie ciśnienie krwi powinni przebywać pod opieką lekarzy.

Stan serca i jego czynność poznajemy, badając procesy elektryczne, które w nim zachodzą. W tym celu zastosowuje się elektrocardiografy (ryc. 26).

Metoda rentgenografii polega na badaniu wewnętrznej struktury organizmu za pomocą promieni rentgenowskich. Te promienie mają zdolność przenikania przez materiały, które nie przepuszczają światła (ryc. 27). Rentgenografię należy wykorzystywać ostrożnie, wyłącznie według poleceń kwalifikowanego lekarza. Promienie rentgenowskie są wykorzystywane m.in. do fluorografii: otrzymania zdjęcia na kliszy rentgenowskie.

TO CIEKAWE! Nazwa promienie rentgenowskie pochodzi od nazwiska niemieckiego fizyka Wilhelma Konrada Roentgena, któremu przypisywano ich odkrycie. Rentgen na-



Ryc. 27. Współczesny aparat rentgenowski (1) i zdjęcie rentgenowskie (2)

zwał te promienie o nieznanym pochodzeniu promieniami X. Ta nazwa do dziś zachowała się w anglojęzycznej i frankojęzycznej literaturze naukowej. Okazało się jednak, że jako pierwszy odkrył je ukraiński fizyk Iwan Puluja w 1895r. za pomocą „lampy Puluja”. Jego dorobek później wykorzystał W.Roentgen, któremu I.Pulujosobiście przedstawił swoje prace. W. Roentgen, w przeciwieństwie do I.Puluja, szeroko opublikował wyniki swoich badań i w 1901r.dostał Nagrodę Nobla.

Diagnostyka ultradźwiękowa (badanie ultradźwiękowe, USG) – badanie narządów wewnętrznych człowieka i zachodzących w nich procesów za pomocą fal ultradźwiękowych (ryc. 28).

Rezonans magnetyczny (RM) – to metoda badania narządów wewnętrznych i tkanek opierająca na fizycznym zjawisku magnetycznego rezonansu jądrowego. Jego istota polega na właściwości jąder określonych pierwiastków chemicznych (dla rezonansu magnetycznego takim pierwiastkiem jest wodór) pochłaniania i wypromieniowywania energii w stałym zewnętrznym polu magnetycznym. RM jest szeroko wykorzystywany w diagnostyce medycznej oraz do kontroli w trakcie leczenia chorego (ryc. 29).

TO CIEKAWIE! Rokiem „narodzenia” RM jest rok1973. Aparat wynalazł amerykański uczoney, profesor chemiiPaul Lauterbur, a udoskonalił go Peter Mansfield. W 2003 r. Obydwaj uczeni zostali uhonorowani Nagrodą Nobla w dziedzinie medycyny.

Jeszcze jednym kierunkiem diagnostyki stanu organizmu człowieka jest badanie struktury komórek i składu komórkowego różnych tkanek, np. krwi i limfy. Zmiany normalnej proporcji różnych typów komórek krwi mogą świadczyć o rozwoju jakiejś choroby, np. zmniejszenie liczby erytrocytów – o rozwoju niedokrwistości (anemii).

Jednym ze wskaźników normalnego rozwoju dziecka jest jego wzrost, masa ciała, objętość klatki piersiowej itd. Mierzy się je za pomocą metod antropometrycznych (przypomnij sobie, jak w dzieciństwie zaznaczałeś swój aktualny wzrost). Wszystkie te oraz inne metody pozwalają obiektywnie ocenić odchylenia funkcjonalnego stanu organizmu i obrać odpowiednie środki dla jego odnowienia.

Jak zachować zdrowie? Każdy człowiek powinien pamiętać, żezdrowie lżej zachować niż odnowić po chorobach. Dlatego też dbać o zdrowie trzeba od dzieciństwa. Należy prowadzić zdrowy styl życia, opanowywać podstawy wiedzy medycznej i biologicznej.

Aby być zdrowym, należy stale dbać o czystość swojego ciała i ubrania, zdrowo odżywiać się, przeplatać okresy pracy z okresami odpoczynku, unikać nadmiernego wysiłku fizycznego i umysłowego, wpływów szkodliwych czynników otaczającego środowiska (np. działania promieniowania jonizującego, dostania się do organizmu substancji trujących).



Ryc. 28. Aparat USG



Ryc. 29. Aparat MR



Sz szczególnie niekorzystny wpływ na organizm człowieka mają złe nawyki: palenie, nadużywanie alkoholu, narkomania, toksykomania i in. Niebezpieczeństwo polega przede wszystkim na tym, że pozbyć się tych nawyków jest bardzo trudno, a w razie rozwoju alkoholizmu lub narkomanii – prawie niemożliwie.

ZAPAMIĘTAJ! Zdrowy organizm jest zdolny do wytrzymywania znacznych obciążeń i wpływów niesprzyjających czynników otaczającego środowiska.

Spodziewamy się, że otrzymana wiedza pomoże Ci lepiej rozumieć swój organizm i nauczyć się dbać o zachowanie zdrowia oraz skutecznie go odnawiać po przebytych chorobach.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: tonometr, glukometr, kardiograf.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Zdrowie – to stan fizycznego, psychicznego i społecznego dobrostanu człowieka, który zapewnia wysoką wydajność pracy i społeczną aktywność człowieka. Organizm człowieka przystosowuje się do zmiany intensywności działania czynników ekologicznych, dzięki czemu między nim a otaczającym środowiskiem ustala się równowaga: na zmianę działania pewnego czynnika ekologicznego organizm odpowiada zmianami procesów działalności życiowej. Naruszenie tej równowagi prowadzi do rozwoju choroby.
- Leczenie włączaszpół przedsięwzięć: diagnostykę schorzenia, bezpośrednio leczeniu rehabilitację. Ważną częścią składową zabiegów leczniczych jest profilaktyka, czyli całokształt zabiegów skierowanych na zapobieganie powstawaniu i szerzeniu się chorób, wzmocnienie zdrowia.
- Kontrolować stan organizmu człowieka, aby w porę rozpoznać i leczyć chorobę, pomagają różne metody diagnostyki: biochemiczne, rentgenografia, diagnostyka ultradźwiękowa, rezonans magnetyczny itd.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie nauki badają organizm człowieka? 2. Jak rozumiesz pojęcie „zdrowie człowieka”? 3. Jakie czynniki otaczającego świata wpływają na stan zdrowia człowieka? 4. Jakie są możliwe przyczyny naruszenia zdrowia człowieka? 5. Jakie są warunki zachowania i polepszenia zdrowia? Wyjaśnij, jak można wzmocnić swoje zdrowie.

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż czynniki, które sprzyjają zdrowiu: a) zdrowe odżywianie; b) długie siedzenie przy telewizorze; c) ciągłe psychiczne obciążenie; d) palenie
2. Dokończ przysłowie arabskie: „Niszczyć zdrowie – to znaczy...”: a) zwiększać swoją wydajność pracy; b) okradać siebie; c) zachowywać młodość; d) zwiększać trwałość życia.

Utwórz logiczne pary

Ustal odpowiedniość między funkcjami organizmu i przyrządami do ich pomiaru.

A praca serca	1 tonometr
B poziom ciśnienia tętniczego	2 glukometr
C poziom glukozy we krwi	3 elektrokardiograf
D procesy w mózgu człowieka	4 aparat rentgenowski
	5 elektroencefalograf



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH różne metody biochemiczne, fizyczne, antropometryczne badania stanu zdrowia.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego człowiek zahartowany łączy znosi niesprzyjający wpływ czynników otaczającego środowiska?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż schemat „Współzależność nauk o człowieku”?

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż rząd pierwiastków chemicznych, które stanowią podstawę struktury różnych związków organicznych: a) O, C, N, F; b) C, O, N, Mg; c) C, H, O, N; d) N, C, Fe, Ca.

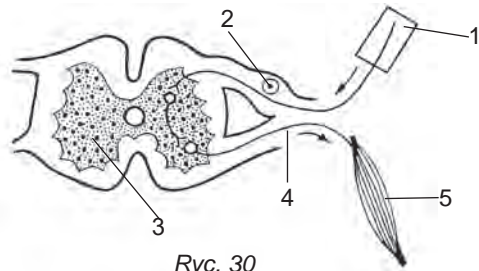
2. Połącz w jedną grupę terminy: mięsień sercowy, mięśnie szkieletowe: a) komórka; b) tkanka; c) narząd; d) organelle.

3. Wskaż naukę, która bada budowę i funkcje komórek: a) histologia; b) fizjologia; c) anatomia; d) cytologia.

4. Wskaż naukę, która bada budowę i funkcje tkanek: a) embriologia; b) histologia; c) cytologia; d) anatomia.

Utwórz logiczne pary

5. Ustal odpowiedniość między nazwami i częściami składowymi łuku odruchowego (cyfry na ryc. 30).



Ryc. 30

- A narząd pracujący
- B neuron czuciowy
- C receptor
- D neuron ruchowy

6. Ustal odpowiedniość między narządami i tkankami, które przeważają w tych narządach.

- | | |
|------------|----------------------------------|
| A trzustka | 1 tkanka nerwowa |
| B mózgowie | 2 nabłonek wielowarstwowy płaski |
| C naskórek | 3 tkanka mięśni szkieletowego |
| D D serce | 4 nabłonek gruczołowy |
| | 5 tkanka środowiska wewnętrznego |

7. **Ustal kolejność** poziomów organizacji strukturalnej od najmniej złożonego do bardziej złożonego: a) tkanka; b) komórka; c) narząd; d) organizm.

Zadanie z otwartą odpowiedzią

8. Udowodnij, że organizm człowieka – to otwarty, jednolity, samoregulujący się układ biologiczny.

9. Czym różnią się między sobą układy biologiczne?

Temat 1

PRZEMIANA SUBSTANCJI PRZEKSZTAŁCENIE ENERGII W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA

Na czym polega rola przemiany substancji i przekształcenia energii jako podstawowej cechy żywego organizmu?

Jakie znaczenie mają składniki artykułów spożywczych?

Jak zmieniają się spożywcze i energetyczne potrzeby organizmu człowieka w zależności od rodzaju jego działalności?



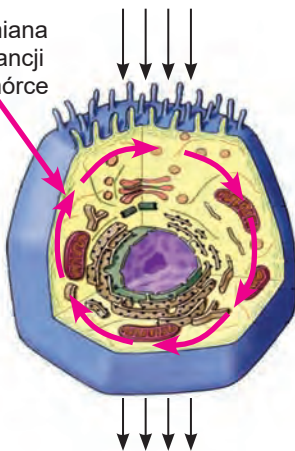
§ 5. PRZEMIANA MATERII I PRZEKSZTAŁCENIE ENERGII W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA – PODSTAWĄ JEGO NORMALNEGO FUNKCJONOWANIA

Przypomnij sobie, jakie organizmy należą do organizmów heterotroficznych. Jakie węglowodany magazynują się w komórkach grzybów, roślin i zwierząt? Co to jest homeostaza?

Rozpatrywanie budowy i procesów działalności życiowej człowieka zaczynamy od przemiany materii i przekształcenia energii, ponieważ te procesy są podstawą istnienia naszego organizmu.

Substancje nadchodzące do komórki

Przemiana
substancji
w komórce

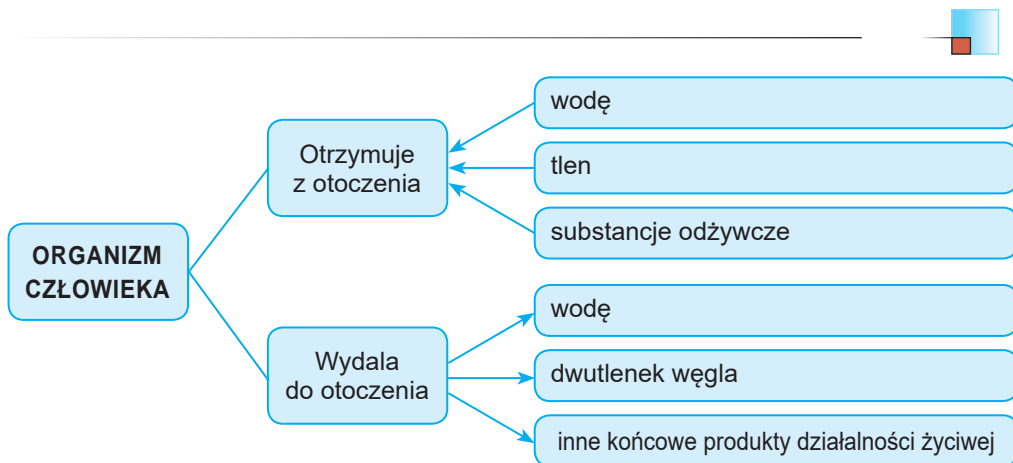


Substancje, które komórka wydziela

Ryc. 31. Schemat ilustrujący komórkę jako układ otwarty

Co to jest przemiana substancji? Organizm człowieka, jak i inne układy biologiczne, jest układem otwartym (ryc. 31). Wiesz już, że przeniana substancji jest jedną z podstawowych cech żywego organizmu. Dlatego też niezbędnym warunkiem istnienia naszego organizmu jest nadchodzenie z zewnątrz substancji odżywczych, zawierających energię (przypomnij sobie: organizm roślin potrafi pochłaniać i wykorzystywać energię światła). Otrzymane z zewnątrz substancje i energia zaznają znacznych przemian w naszym organizmie. Potrzebne substancje są przyswajane. Skupiona w nich energia jest wykorzystywana, a niepotrzebne substancje są wydalane na zewnątrz (ryc. 32).

Przemiana substancji jest jeszcze nazywana **metabolizmem**. Jest to podstawa funkcjonowania



Ryc. 32. Schemat przemiany substancji w organizmie człowieka. Zadanie. Objaśnij, jakie substancje człowiek otrzymuje z otaczającego środowiska bezpośrednio, a jakie – wraz z produktami spożywczymi; jakie substancje organizm człowieka wydala do otoczenia

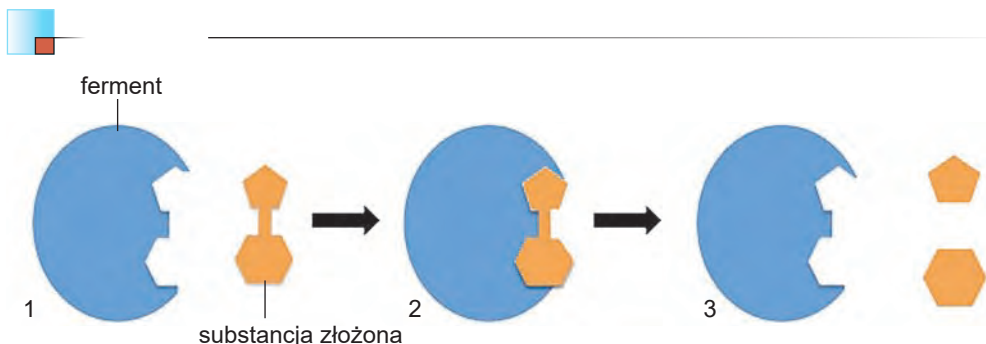
wania dowolnego organizmu żywego. W procesach przemiany substancji naszego organizmu biorą udział różne rodzaje związków – zarówno organiczne, (białka, tłuszcze, węglowodany itd.), jak i nieorganiczne (kwasy nieorganiczne, sole, tlen, dwutlenek węgla, woda i in.). Procesy metabolizmu zapewniają wzrost i rozwój naszego organizmu, pozwalają reagować na bodźce środowiska zewnętrznego i wewnętrznego. Dzięki przemianie substancji struktury organizmu stale się odnawiają, podtrzymywana jest stałość jego środowiska wewnętrznego- homeostaza.

ZAPAMIĘTAJ! Przemiana substancji, czyli **metabolizm** – to skomplikowany łańcuch przemian różnorodnych związków w organizmie, poczynając od momentu ich przedostania się ze środowiska zewnętrznego i kończąc wydalaniem produktów rozpadu (ryc. 32).

Podstawą przemiany substancji są zespoły wzajemnie powiązanych reakcji biochemicznych, które podtrzymują istnienie żywego organizmu. Żadna reakcja biochemiczna nie może odbywać się bez udziału fermentów.

Co to są fermenty? Fermenty, albo **enzymy** – to substancje biologicznie aktywne, w większości białkowe, wpływające na prędkość przebiegu reakcji chemicznych. Wyobraź sobie: reakcje biochemiczne z udziałem fermentów zachodzą 10^6 – 10^{12} razy prędzej, niż bez nich. Za kilka sekund czy nawet ułamku sekundy w organizmie zachodzi złożony ciąg reakcji, z których każda wymaga udziału swego specyficznego fermentu. Jedne z nich przyspieszają rozszczepienie złożonych związków organicznych na prostsze, a inne – zapewniają tworzenie własnych substancji organizmu. Łańcuchy wzajemnie powiązanych reakcji fermentatywnych zapewniają przemianę substancji i przetworzenie energii w oddzielnych komórkach i organizmie w całości.

Jedną z głównych osobliwości fermentów jest to, że ich przestrzenna struktura odpowiada przestrzennej strukturze substancji, które wchodzi w reakcję, podobnie jak pasują do siebie klucz i zamek (ryc. 33). Dlatego też cechą fermentów jest ich specyficzność: określony ferment może zapewniać jeden lub kilka rodzajów podobnych reakcji.



Ryc. 33. Mechanizm działania fermentów: 1. zbliżenie się fermentu i substancji złożonej; 2. współdziałanie fermentu i substancji; 3. substancja złożona rozszczepiła się na prostsze

Jakie znaczenie dla organizmu mają substancje odżywcze? Procesy przemiany substancji składają się z reakcji dwóch typów: rozszczepienia złożonych związków organicznych na prostsze – procesy dysymilacji, oraz jednoczesnego wytwarzania bardziej złożonych związków z prostych- procesy asymilacji. Przeważnie te dwa procesy w organizmie człowieka są zbalansowane. Natomiast w organizmie, który rośnie i rozwija się, procesy asymilacji powinny mieć przewagę nad procesami dysymilacji (zastanów się, dlaczego).

Podczas przebiegu reakcji dysymilacji uwalnia się niezbędna dla organizmu energia. Reakcje asymilacji natomiast zachodzą z zużyciem energii. Dlatego też zapasy energii w organizmie powinny być stale odnawiane.

Organizm człowieka potrafi kumulować niektóre substancje i odpowiednio zawartą w nich energię. Określona ilość tłuszczów kuluje się w podskórnej warstwie tkanki łącznej, gruczołe łojowym itd., a węglowodanów (w postaci glikogenu) – przede wszystkim w komórkach wątroby i mięśni. W razie potrzeby ta energia może być wykorzystana przez organizm.

Niezbędna dla organizmu energia uwalnia się na skutek utleniania czy beztlenowego rozszczepienia związków organicznych (białek, tłuszczów, węglowodanów). Podczas rozszczepienia 1g białek i węglowodanów uwalnia się ponad 17,2 kJ energii, a w 1g tłuszczów – 38,9 kJ (patrz tabelę 1).

Tabela 1

Znaczenie funkcjonalne białek, tłuszczów i węglowodanów dla organizmu człowieka

Substancje odżywcze	Funkcja energetyczna w organizmie człowieka	Inne funkcje substancji organicznych w organizmie człowieka	Źródło substancji (produkty spożywcze)
Białka	Podczas utleniania 1g białka uwalnia się 17,2 kJ lub 72 kcal energii	Budulcowa (komórki i tkanki ciała człowieka), regulująca (hormony), transportowa (hemoglobina), obronna (przeciwciała, interferon)	Roślinne: rośliny motylkowate (fasola, bób, groch, soja). Zwierzęce: jaja, kawior, mleko, mięso, ryby.
Węglowodany	Podczas utleniania 1g węglowodanów uwalnia się 17,6 kJ lub 72 kcal energii	Magazynująca (glikogen), budulcowa (wchodzi w skład glikokaliksu).	Roślinne: zbożowe (chleb, makarony), ryż, ziemniaki, warzywa, owoce.

Substancje odżywcze	Funkcja energetyczna w organizmie człowieka	Inne funkcje substancji organicznych w organizmie człowieka	Źródło substancji (produkty spożywcze)
Tłuszcze	Podczas utleniania 1g tłuszczu uwalnia się 38,9 kJ lub 164 kcal energii	Magazynująca (depo tłuszczu), ciepłozolacyjna, ochronna (chroni skórę przed wysychaniem i obrzękiem), budulcowa (wchodzi w skład błon komórkowych)	Roślinne: oleje (słonecznikowy, oliwkowy, kukurydziany itd.) Zwierzęce: masło, słonina.

W wyniku przekształceń biochemicznych białka i węglowodany mogą zamieniać się na tłuszcze, a tłuszcze – na węglowodany. Natomiast węglowodany i tłuszcze nigdy nie zamieniają się na białka.

Zdrowie człowieka. Dla normalnego funkcjonowania organizmu człowieka na dobę trzeba około 10500 kJ energii.

Przemianę substancji i przekształcenie energii w organizmie człowieka reguluje układ nerwowy i dokrewny (za pomocą substancji biologicznie aktywnych, przede wszystkim hormonów). Więcej o regulacji przemiany materii dowiesz się później.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: metabolizm, dysymilacja, asymilacja, fermenty.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Jednym z warunków czynności życiowej organizmu człowieka jest przemiana substancji i przekształcenie energii – metabolizm. On polega na dwóch współzależnych procesach: dysymilacji (rozszczenie złożonych substancji organicznych na prostsze z wydzielaniem energii) i asymilacji (wytwarzania substancji organicznych niezbędnych dla organizmu z zużyciem energii).
- Fermenty – substancje biologicznie aktywne wpływające na prędkość przebiegu reakcji.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest przemiana substancji? 2. Z jakich procesów składa się przemiana substancji? 3. Do czego służą zapasy energii w organizmie człowieka? 4. Co to są fermenty? Jaką rolę one pełnią w przemianie substancji? 5. Na czym polegają procesy dysymilacji? 6. Jaką rolę w procesie metabolizmu pełnią procesy asymilacji?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż, gdzie w organizmie człowieka przeważnie może odkładać się glikogen: a) w podskórnej warstwie tkanki tłuszczowej; b) w gruczole łojowym; c) w komórkach wątroby; d) w kościach
2. Wskaż procesy, z którymi powiązane jest tworzenie się i rozszczepienie związków organicznych w organizmie człowieka: a) fotosynteza i oddychanie; b) asymilacja i dysymilacja; c) oddychanie i wydalanie; d) dysymilacja i oddychanie.



Wybierz trzy poprawne odpowiedzi

Wybierz cechy charakterystyczne asymilacji.

A przetwarzanie substancji	B przemiany energetyczne	C miejsce, w którym bezpośrednio odbywa się proces
1 rozszczepienie substancji 2 brak przemian 3 synteza substancji	1 pochłanianie energii 2 uwolnienie energii 3 brak przemian energetycznych	1 komórka 2 płyn międzykomórkowy 3 jama jelit



ZASTANÓW SIĘ. Co wspólnego i jakie różnice mają procesy asymilacji i dysymilacji? Jaki związek istnieje między nimi?



Przy pomocy dorosłego wykonaj **pracę praktyczną**.

Samoobserwacja stosunku masy ciała do wzrostu

Przyrządy i materiały: waga podłogowa, taśma centymetrowa.

1. Wstań bez obuwia koło ściany tak, by przylegać do niej trzema punktami: na równi pięt, mięśni pośladkowych i łopatek. Trzymaj głowę prosto. Przy pomocy taśmy centymetrowej zmierz swój wzrost z dokładnością do 0,5cm. Wyniki zapisz w tabeli.

2. Zważ się na wadze podłogowej. Wyniki zapisz w tabeli.

3. Oblicz swój wskaźnik masy ciała. W tym celu podziel masę ciała przez wzrost. Każdemu centymetrowi wzrostu ma odpowiadać 350–400 g masy u chłopców i 375–425 g – u dziewczynek. Mniejszy wynik wskazuje na niedowagę, a większy – nadwagę. Wyłumacz, dlaczego zwiększyła się masa ciała: z powodu złogów tłuszczu czy wskutek rozwoju mięśni.

4. Oblicz swój wskaźnik masy ciała (w kg), odejmując od wskaźnika wzrostu cyfrę 100, jeśli wzrost dorównuje 155–164 cm lub cyfrę 110, jeśli wzrost dorównuje 165–185 cm.

Odchylenia od średnich wartości wskaźnika masy ciała świadczą o zwiększonej lub zmniejszonej masie ciała wskutek zmiany masy mięśni lub złogów tłuszczu.

§ 6. POKARM I JEGO SKŁADNIKI. SKŁAD PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH. ZNACZENIE SKŁADNIKÓW PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH

Przypomnij sobie z lekcji *podstaw zdrowia*, co to są produkty spożywcze.

Być może niejednokrotnie zadawałeś sobie pytania: dlaczego codziennie spożywamy pokarm, skąd się bierze energia niezbędna dla naszego organizmu? I masz już gotową odpowiedź na te pytania: materiał budulcowy dla naszego organizmu i niezbędna energia nadchodzą wraz z pokarmem. Następnie rozpatrzmy, jakie produkty spożywcze i w jakiej ilości powinniśmy spożywać, aby zachować zdrowie.

Co to jest pokarm? To jest to, czym się człowiek żywi dla podtrzymania działalności życiowej organizmu. Spożywając pokarm, człowiek dostarcza organizmowi energię i substancje, które są potrzebne do jego rozwoju.

Co to są produkty spożywcze i jaki jest ich skład? Produkty spożywcze – to środki pochodzenia zwierzęcego i roślinnego, które są spożywane w stanie



naturalnym lub po przeróbce jako źródło energii i materiał budulcowy. Substancje, które organizm otrzymuje z otaczającego środowiska wraz z pokarmem, są przyswajane przez komórki. Głównym składnikiem produktów spożywczych są substancje odżywcze (białka, węglowodany, tłuszcze), woda i sole mineralne. Ich zawartość w różnych produktach spożywczych nie jest jednakowa.

Produkty spożywcze pochodzenia zwierzęcego (mięso, ryby, mleko, jaja, masło itd.) – to podstawowe źródło białek i tłuszczów oraz częściowo węglowodanów. Wysoką wartość odżywczą mają białka pochodzenia zwierzęcego, ponieważ organizm człowieka jest zdolny prawie do całkowitego ich przyswajania.

ZAPAMIĘTAJ! Brak białek w pokarmie nie może być zastąpiony żadnymi innymi związkami. Ich niedobór w naszym jadłospisie prowadzi do ciężkich zaburzeń przemiany substancji, zmniejszenie fizycznej i umysłowej wydajności pracy, zmniejszenia masy mięśni, osłabienia odporności.

Tłuszcze pochodzenia zwierzęcego nadchodzą do organizmu przeważnie ze słoniną, tłustym mięsem i rybą, masłem, mlekiem i serem, śmietaną itd.

Węglowodany w pokarmach pochodzenia zwierzęcego przebywają przeważnie w postaci glikogenu (wątróbka ssaków, ptaków, ryb).

Produkty spożywcze pochodzenia roślinnego mają wysoką zawartość węglowodanów, chociaż w ich skład wchodzi też białka i tłuszcze płynne – oleje (chleb, bułki, makarony, kasze, warzywa, owoce, olej słonecznikowy itd.).

Ważną cechą pokarmu jest jego jakość i wartość odżywcza. Jakość produktów spożywczych – to całokształt ich właściwości, które zapewniają pożądane właściwości smakowe i są bezpieczne dla zdrowia człowieka. Wartość odżywcza – to całokształt właściwości pokarmu zapewniających fizjologiczne zapotrzebowanie organizmu człowieka na energię i materiał budulcowy. Ona jest określana przede wszystkim ich składem chemicznym i stopniem przyswajania przez organizm.

Zapotrzebowanie człowieka na produkty spożywcze wyraża się wartością energetyczną, zawartą w ich składnikach i mierzy się w kilokaloriach(kcal). Jedna kilokaloria odpowiada ilości energii cieplnej niezbędnej do nagrzewania 1 kg wody o 1 °C.

Zapotrzebowanie człowieka na substancje odżywcze wyznacza się na podstawie jego masy, wieku i poziomu aktywności ruchowej. Im młodszy wiek, tym więcej potrzeba białka na 1kg masy ciała (ryc. 34).



Ryc. 34. Diagram dobowego zapotrzebowania organizmu człowieka na białka (na 1kg masy ciała) w zależności od wieku. **Zadanie.** Rozpatrz diagram i spróbuj wytłumaczyć, dlaczego im młodszy wiek, tym więcej białek należy spożywać



Dobowe zapotrzebowanie na białka, tłuszcze i węglowodany dla dzieci i podlotków podano w tabeli 2. Dla dorosłych niezbędna ilość białka na dobę na 1 kg masy wynosi 1–1,2g. Praca fizyczna, uprawianie sportu wymagają zwiększonego spożycia białek o 20 % od ogólnych norm.

Tabela 2

Dobowe zapotrzebowanie na białka, tłuszcze i węglowodany dla dzieci i podlotków (w g)

Wiek (lata)	Białka		Tłuszcze	Węglowodany
	ogólna ilość	w tym białka roślinne		
12–14	90–110	64	90–100	350–380
15–17	100–120	68	90–110	420–450

W dobowym jadłospisie dorosłego człowieka powinny się znaleźć białka, tłuszcze i węglowodany w stosunku 1:1:4. Średnio w ciągu doby dorosły człowiek powinien spożywać 80–100 g białka (w tym około 50 g pochodzenia zwierzęcego) i tyle samo tłuszczów (w tym 25–30 g pochodzenia roślinnego), 350–400-g węglowodanów (węglowodany proste, np. glukoza, powinny stanowić 50–100 g). Te normy należy zmieniać w zależności od warunków pracy. Przy średnim wysiłku fizycznym ilość białka należy zwiększyć do 120 g na dobę, a przy ciężkim – do 150 g. Tym, którzy nie pracują fizycznie, ilość tłuszczów należy zmniejszyć do 60 g na dobę. Dla młodzieńców dobowe zapotrzebowanie na białko wynosi 113 g, na tłuszcze – 106 g, na węglowodany – 450 g, a dla dziewcząt – odpowiednio 100, 90, i 383.

Jakie znaczenie dla organizmu człowieka mają substancje nieorganiczne? Woda jest podstawowym składnikiem ludzkiego organizmu. Ona stanowi około 65% ogólnej masy dorosłego człowieka. Przeważająca ilość wody znajduje się w osoczu krwi, limfie, płynie tkankowym, sokach trawiennych. Podstawową funkcją wody w organizmie jest rozpuszczanie większości substancji chemicznych, ponieważ ona jest uniwersalnym rozpuszczalnikiem. Wszystkie procesy życiowe, wszystkie przekształcenia biochemiczne substancji i wydalanie produktów ich przemiany mogą zachodzić w organizmie tylko w obecności wody.

Zdrowie człowieka. Do normalnego funkcjonowania organizmu niezbędna jest stosunkowo stała zawartość wody. Dlatego, stale tracąc wodę, powinniśmy regularnie uzupełniać jej zapasy. W optymalnej temperaturze otaczającego środowiska w ciągu doby człowiek powinien zużywać około dwóch litrów wody. Podczas upałów, przy znacznym wysiłku fizycznym lub podczas choroby zapotrzebowanie na wodę wzrasta. W wielu miastach Ukrainy zalecane jest gotowanie wody przed jej użyciem, używanie filtrów do oczyszczania wody lub wykorzystywanie wody pitnej z czystych źródeł.

Prócz wody do prawidłowego funkcjonowania organizmu potrzebne są również inne substancje nieorganiczne. One podtrzymują stałość środowiska wewnętrznego organizmu, wchodzi w skład wielu tkanek. Sole sodu i potasu są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania komórek nerwowych i mięśniowych. Sole wapnia wchodzi w skład kości, zębów i biorą udział w procesach krzepnięcia krwi, skurczu mięśni. Żelazo wchodzi w skład cząsteczek hemoglobiny, które przenoszą tlen. Jod jest potrzebny do syntezy hormonów tarczycy. Fluor wchodzi w skład szkliwa zębów.

Podstawowym źródłem substancji nieorganicznych (mineralnych) jest pokarm pochodzenia roślinnego. Dużo wapnia zawierają rośliny motylkowate (fasola, groch, bób, soja), kapusta, pomidory, szczaw, jabłka, gruszki, śliwki, poziomki; po-



tasu – w ziemniaki, buraki, brzoskwinie, śliwki, winogrona, gryka, kukurydza; żelaza – fasola, sałata, buraki, ogórki, jęczmień, jabłka; jodu – zboża i jarzyny (ziemniaki), owoce, glony morskie (kapusta morska).

Poszczególne substancje mineralne zawierają produkty pochodzenia zwierzęcego: wapń – mleko i nabiał, jaja, ryby; fosfor nabiał, produkty mięsne, jaja, ryby. Sód nadchodzi do organizmu w postaci soli (soli – kuchennej), fluor znajduje się w wodzie pitnej.

Склад: Борошно пшеничне вищого ґатунку, вода питна, олія рослинна (пальмова та соняшникова), сіль кухонна, підсилювач смаку (глутамат натрію, інозинат та гуанілат натрію), цукор, сушені овочі (морква, цибуля ріпчаста та зелена, селера, петрушка, кріп), ароматизатори "курка" та "біле куряче м'ясо", порошок часнику, порошок куркуми, покращувач якості макаронних виробів, камідь гуарова, соєвий лецитин, гідролізований рослинний протеїн, антиоксидант (ВНТ), перець чорний мелений, карамель, рослинна олія на основі пальмової/кокосової олії, порошок курячого м'яса, рибофлавін (вітамін В2), суміш токоферолів (вітамін Е), бета-каротин (вітамін А).

Рис. 35. Wzorzec etykiety produktu spożywczego

Co to są dodatki pokarmowe i jakie jest ich znaczenie? Dodatki pokarmowe – to substancje, które są dodawane do produktów spożywczych ze względów technologicznych w celu przedłużania terminu ważności do spożycia, zmiany koloru (barwniki), stworzenia wrażenia smaku itd. Produkcja współczesnego przemysłu zawiera różnorodne dodatki pokarmowe: konserwanty, emulgatory, stabilizatory. W Unii Europejskiej opracowano system ich kodowania: E+ liczby trzyznakowe. Przy kupowaniu produktów żywnościowych zwracaj uwagę na etykietę (dane paszportowe produktu) (rys. 35). Należy ostrożnie spożywać produkty o wysokiej zawartości dodatków pokarmowych.

TO CIEKAWE! **Konserwanty** są zastosowywane w celu przedłużenia terminu przydatności produktów spożywczych. W określonych dawkach one są szkodliwe dla organizmu. Emulgatory są dodawane do produktów spożywczych w celu zapewnienia odpowiedniej ich konsystencji. Najbardziej rozpowszechnione kody : E400, E559. Stabilizatory (pektyny, guma)- to substancje żelopodobne. Są dodawane w celu zagęszczenia produktu. W systemie kodyfikacji Unii Europejskiej stabilizatory są oznaczone kodem w przedziale od E407 do E449.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: produkty spożywcze, dodatki pokarmowe.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Produkty spożywcze składają się z substancji organicznych i nieorganicznych. Substancje organiczne (białka, węglowodany, tłuszcze) są źródłem energii i materiałem budulcowym, niezbędnym dla wzrostu i rozwoju naszego organizmu. Białka uczestniczą prawie we wszystkich funkcjach organizmu. Węglowodany są podstawowym źródłem energii w organizmie człowieka. Tłuszcze również są źródłem energii i chronią przed utratą ciepła.
- Substancje nieorganiczne (woda i substancje mineralne) są tak samo ważne dla organizmu, jak i organiczne.
- Dodatki pokarmowe – to substancje, które są dodawane do produktów spożywczych w celu stworzenia wrażenia smaku, zapewnienia określonej konsystencji, koloru, przedłużenia terminu ważności do spożycia itd.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to są produkty spożywcze? Jakie są ich składniki? 2. Dlaczego produkty spożywcze nie tylko dostarczają naszemu organizmowi energii, lecz również są niezbędne dla wzrostu? 3. Na czym polega wartość i jakość spożywcza produktów? 4. Co to są dodatki pokarmowe? W jakim celu są wykorzystywane?



Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż pierwiastek chemiczny, który przede wszystkim potrzebny jest do syntezy hormonów tarczycy: a) żelazo; b) jod; c) sód; d) potas.
2. Wskaż pierwiastek chemiczny, który wchodzi w skład hemoglobiny: a) żelazo; b) jod; c) sód; d) wapń.
3. Wskaż źródło fluoru: a) rośliny motylkowate; b) woda pitna; c) sól kuchenna; d) owoce.



ZASTANÓW SIĘ. Proces ustania czynności życiowych organizmu przez jego odwodnienie nastaje wcześniej, niż od braku pokarmu. Utrata ponad 20% wodu od masy ciała prowadzi do śmierci. Jak można to wytłumaczyć?



ZADANIE TWÓRCZE. Rozpatrz etykiety produktów spożywczych, które kupiłeś w sklepie. Zwróć uwagę na dodatki pokarmowe, które są na nich wskazane. Za pomocą różnych źródeł informacji określ te dodatki i ich wpływ na organizm człowieka.

§ 7. POTRZEBY POKARMOWE I ENERGETYCZNE CZŁOWIEKA. ZNACZENIE RACJONALNEGO ODŻYWIANIA DLA ZACHOWANIA ZDROWIA

Przypomnij sobie z lekcji podstaw zdrowia, co to jest racjonalne odżywianie.

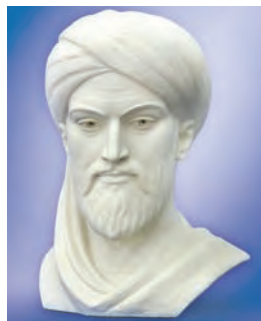
Racjonalne odżywianie i jego znaczenie dla zdrowia człowieka. Od dawna ludzie wiele uwagi poświęcali odżywianiu się jako sposobowi zachowania zdrowia.

TO CIEKAWIE! **Awicenna** (Ibn Sina) (ryc. 36) – znany lekarz arabski, jeden z twórców higieny odżywiania, jako pierwszy opracował reguły racjonalnego odżywiania. Jego wskazówki dotyczące różnorodności pokarmu, umiarkowania w jedzeniu są aktualne do dziś.

ZAPAMIĘTAJ! **Racjonalne (zbilansowane) odżywianie** – to odżywianie polegające na dostosowaniu do potrzeb organizmu rodzaju i ilości pokarmu. Przede wszystkim te potrzeby zależą od tego, jaką ilość energii zużywa organizm w procesie działalności życiowej.

Wydatek energetyczny organizmu jest obliczany na podstawie ustalenia podstawowej wartości przemiany substancji, czyli najniższej ilości energii, jaką potrzebuje organizm do zachowania podstawowych funkcji życiowych w stanie pełnego spokoju, na czczo (czyli po 12–16 godz. od ostatniego posiłku) i przy optymalnej temperaturze (+20...+23 °C). W tych warunkach energia jest zużywana tylko na zapewnienie pracy narządów wewnętrznych (procesy biochemiczne, które zachodzą w komórkach, pracę serca, ruchy oddechowe itd.)

Przemiana podstawowa zależy od różnych czynników: płci, wieku, stanu funkcjonalnego organizmu, wykonywanych czynności. Dla człowieka o średniej masie ciała, średnim wzroście i średnim wieku wartość dobową podstawowej przemiany wynosi w przybliżeniu 7000 kJ. Przy wykonywaniu pracy fizycznej organizm będzie zużywać jeszcze pewną ilość energii (patrz tabelę 3).



Ryc. 36. Awicenna (980–1037)

Średni dobowy wydatek energetyczny(kJ) podczas wykonywania różnych form aktywności fizycznej

Forma aktywności fizycznej	Średni dobowy wydatek energetyczny (kJ)	
	ogólny	w przeliczeniu na 1 kg masy ciała
Praca umysłowa	13 470	167
Lekki wysiłek fizyczny	15 100	180
Umiarkowany wysiłek fizyczny	17 300	193
Ciężki wysiłek fizyczny	19 950	222
Bardzo ciężki wysiłek fizyczny	22 940	255

Wiedząc, jaka ilość energii uwalnia się z 1 g różnych związków organicznych (białek, tłuszczów i węglowodanów) oraz to, ile energii zużył człowiek w ciągu doby, można obliczyć jego dobową rację żywnościową i ilość pokarmu, którą człowiek powinien spożywać, aby uzupełnić wydatek energetyczny.

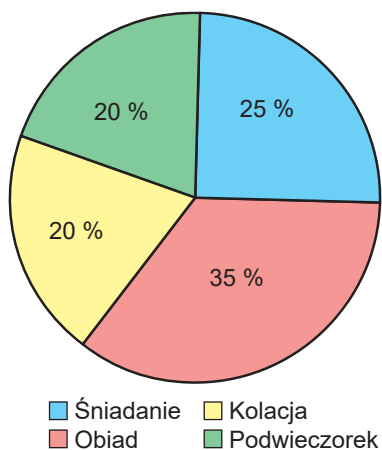
Normy żywienia – zapewnienie fizjologicznego zapotrzebowania organizmu człowieka na podstawowe składniki odżywcze. Przy obliczaniu norm żywienia uwzględnia się następujące wskaźniki: wydatek energetyczny organizmu, ilościowy i jakościowy skład pokarmu, energetyczną wartość pokarmu, zapewnienie optymalnego zbilansowania substancji odżywczych.

Normy żywienia ustala się nie tylko odpowiednio do strat energii, ale i biologicznej pełnowartościowości pokarmu. Żaden produkt spożywczy nie dostarcza wszystkich niezbędnych człowiekowi substancji odżywczych. Na przykład mięso zawiera niezbędne białka, ale nie zawiera dostatecznej ilości witamin, substancji mineralnych. Chleb zawiera dużo węglowodanów, ale mało innych, niezbędnych organizmowi substancji, m.in. białek. Do jadłospisu należy więc wprowadzać produkty zawierające jak białko i węglowodany, tłuszcze zwierzęce i roślinne, tak i warzywa, owoce i jagody, zawierające dużo witamin i soli mineralnych.

ZAPAMIĘTAJ! Ważną zasadą racjonalnego odżywiania jest przestrzeganie energetycznego zbilansowania organizmu. To znaczy, że ilość energii, która nadchodzi do organizmu z pokarmem, powinna odpowiadać wydatkom energetycznym organizmu. Niedobór energii w organizmie prowadzi do jego wycieńczenia. Dlatego organizm należy uzupełniać substancjami odżywczymi.

Zadanie. Oblicz, ile energii zużyto podczas pisania klasówki, jeśli w trakcie pisania na 1kg masy człowiek zużywa 6,3 kJ na godzinę.

Jaka powinna być racja żywnościowa człowieka? Jak powinna być ułożona? Układając rację żywnościową, należy uwzględniać przyswajalność produktów spożywczych. Pokarm pochodzenia zwierzęcego przyswajają się średnio na 90%, roślinnego – na 80%, a pokarm mieszany – na 80%. Lepszemu przyswajaniu pokarmu sprzyja czyste i estetyczne nakrycie stołu, brak bodźców zewnętrznych (szumu itd.). Potrawa powinna być smaczna, mieć apetyczny wygląd i przyjemny



Ryc. 37. Proporcje racji żywnościowych.

Zadanie. Na podstawie diagramu wytłumacz, dlaczego na pierwszą połowę dnia przypada 60%, a na drugą – 40% racji żywnościowej

zapach, co pobudza apetyt i stymuluje działalność gruczołów trawiennych. Niektóre naturalne dodatki pokarmowe, na przykład przyprawy korzenne (pieprz, gorczyca itd.) lub warzywa przyprawowe (cebula, czosnek, chrzan itd.) pobudzają apetyt.

Pokarm należy spożywać kilka razy dziennie (najlepiej – cztery), niewielkimi porcjami i bez pośpiechu (ryc. 37). Przerwa między posiłkami nie powinna przekraczać sześciu godzin.

Ważne jest, aby racje żywnościowe zawierały dostateczną ilość warzyw. One są bogate w błonnik, który nie jest rozkładany w procesie trawienia, ale pobudza perystaltykę jelit. Jego brak w pokarmie przyczynia się do osłabienia tonusu jelita grubego, zaparc. Wypełniając żołądek, błonnik powoduje uczucie sytości. Mięsne i rybne dania są zalecane w pierwszej połowie dnia. One zawierają substancje, które pobudzają układ nerwowy. Na kolację zaleca się dania mleczne i dania z warzyw.

Odżywianie się powinno być pełnowartościowe i wystarczająco obfite. Nadmierne spożywanie pokarmu, szczególnie bogatego w węglowodany i tłuszcze, prowadzi do otyłości. Wskutek tego rozwijają się choroby serca, układu trawiennego i wydalniczego, przyspiesza się starzenie organizmu i skraca się trwałość życia człowieka.

Niedostateczne odżywianie się (szczególnie niedobór białek) prowadzi do zmniejszenia masy mięśni, hamuje wzrost i rozwój, osłabia odporność, co sprzyja częstszemu zapadaniu na choroby zakaźne.

Co to są witaminy i jakie jest ich znaczenie dla organizmu człowieka? Witaminy – substancje biologicznie aktywne, które są niezbędne do prawidłowego przebiegu przemiany materii. Niedobór witamin w racji żywnościowej prowadzi do zaburzeń procesów przemiany substancji. Jeszcze w V wieku p.n.e. starogrecki lekarz Hipokrates zalecał swoim pacjentom z zaburzeniami wzroku jeść wątróbkę drobiową i wołową. Obecnie wiadomo, że wątróbka – to źródło witamin A (a także B₂, B₁₂), K i E, które są niezbędne do normalnego funkcjonowania organizmu.

TO CIEKAWE! Nazwę „witaminy” (od łac. wita- życie i aminy–substancje zawierające grupę aminową¹) wprowadził w 1911 r. polski uczoney Kazimierz Funk. On opracował środek, którego niewielka ilość leczyła chorobę beri-beri². K.Funk przypuszczał, że przyczyną takich chorób jak szkorbut, krzywica jest niedobór określonych substancji w racji pokarmowej człowieka. Biochemik amerykański E.Maccollum w 1913 r. zaproponował

¹ Grupa chemiczna – NH₂, która zawiera jeden atom azotu i dwa atomy wodoru, m.in. wchodzi w skład białek.

² Choroba człowieka spowodowana niedoborem witaminy B₁. Towarzyszy jej brak łaknienia, problemy trawienne, ból mięśni nóg, nadmierna drażliwość i zniżona wydajność pracy.



nazywać witaminy dużymi literami alfabetu łacińskiego: A, B, C, D itd. W 1922 r. on odkrył witaminy D i E.

Dobowe zapotrzebowanie na witaminy – zaledwie kilka miligramów (*patrz tabelę w dodatku*). Nie zważając na niewielką zawartość witamin w organizmie, pełnią one ważną rolę w przemianie substancji i energii. Wiele witamin wchodzi w skład fermentów, niektóre są potrzebne do produkcji hormonów. Brak witamin w organizmie prowadzi do **awitaminozy**, a ich niedobór – **hipowitaminozy**. Jednak nadmiar witamin również negatywnie wpływa na organizm człowieka.

Obecnie znamy około 50 witamin, które podzielono na dwie grupy: rozpuszczalne w wodzie i rozpuszczalne w tłuszczach. Do **rozpuszczalnych w wodzie** zaliczamy witaminy grupy B (15 witamin), witaminy P, C i in.; do **rozpuszczalnych w tłuszczach** – A, D, E, K itd.

ZAPAMIĘTAJ! Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach są przyswajane przez organizm tylko w połączeniu z tłuszczami (olejem, śmietaną, masłem itd.).

Witaminy szybko ulegają rozkładowi. Większości z nich nasz organizm nie magazynuje i nie syntezuje. Dlatego należy stale spożywać produkty zawierające witaminy. Podstawowe źródło witamin – świeże owoce, warzywa oraz masło, mleko i mięso.

Nieprawidłowe przechowywanie lub kulinarna obróbka pokarmu prowadzi do zniszczenia większości witamin. Na przykład witamina C łatwo ulega zniszczeniu pod wpływem światła, tlenu powietrza, wysokiej temperatury, kontaktu z naczyniem; witamina B1 – wysokiej temperatury. Witaminy A, E, K, B₂, B₆ i β-karoten (prowitamina A) są bardzo uczulone na działanie światła i tlenu, lecz wytrzymują działanie wysokiej temperatury. (Prowitaminy – to substancje – poprzednicy witamin.)

ZAPAMIĘTAJ!

- ✓ Masło należy przechowywać w maselnicy z przykrywką.
- ✓ Warzywa i zieleninę przechowuj w ciemnym i chłodnym pomieszczeniu. Im prędzej je wykorzystasz, tym więcej witamin otrzyma organizm.
- ✓ Marchew, buraki, rzodkiewkę myj przed przystąpieniem do obierania czy czyszczenia. Umyte, oczyszczone warzywa gotuj natychmiast.
- ✓ Do obierania warzyw używaj jedynie noży ze stali nierdzewnej. Zaleca się krojenie warzyw wielkimi kawałkami, a nieduże ziemniaki – gotuj w całości.
- ✓ Przeznaczone do gotowania warzywa wkładaj do wrzątku.
- ✓ Zaleca się gotowanie na parze, zapiekanie w folii itd.
- ✓ Smażenie – proces obróbki termicznej produktów, podczas którego ulega zniszczeniu największa ilość witamin.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: racjonalne odżywianie, nadmierne odżywianie się, niedostateczne odżywianie się, bilans energetyczny organizmu, witaminy.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Racjonalne odżywianie – jeden z ważnych czynników zachowania zdrowia. Przy takim odżywianiu do organizmu nadchodzą różnorodne substancje odżywcze w ilości, która jest niezbędna do zapewnienia normalnych czynności życiowych.



- Niedostateczne odżywianie się, zarówno jak i nadmierne prowadzi do rozwoju chorób wielu narządów i fizjologicznych układów organizmu.
- Witaminy – substancje biologicznie aktywne, które są niezbędne do prawidłowego przebiegu przemiany materii.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest bilans energetyczny organizmu? 2. Wyjaśnij, na co jest zużywana energia, kiedy człowiek spokojnie leży? 3. Co należy uwzględnić przy układaniu racji żywnościowej? 4. Jakie cechy mają produkty spożywcze pochodzenia zwierzęcego i roślinnego? 5. Dlaczego brak białek w pokarmie narusza prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka? 6. Dlaczego niedostateczne odżywianie się, zarówno jak i nadmierne prowadzi do rozwoju chorób?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż chorobę, której przyczyną jest brak w organizmie określonej witaminy: a) awitaminoza; b) hipowitaminoza; c) hiperwitaminoza.
2. Wskaż proporcję białek, tłuszczów i węglowodanów w produktach spożywczych przy racjonalnym odżywianiu: a) 2:2:1; b) 1:1:2; c) 1:1:4; d) 1:1:6.
3. Wskaż, co to jest przemiana podstawowa:
 - a) ilości energii, jaką zużywa organizm dla zachowania podstawowych funkcji życiowych w stanie pełnego spokoju, na czczo;
 - b) ilości energii, jaką zużywa organizm dla zachowania podstawowych funkcji życiowych w stanie pełnego spokoju, po spożytym posiłku;
 - c) ilości energii, jaką zużywa organizm dla zachowania podstawowych funkcji życiowych w stanie maksymalnej aktywności ruchowej, na czczo;
 - d) ilości energii, jaką zużywa organizm dla zachowania podstawowych funkcji życiowych w stanie maksymalnej aktywności ruchowej, po spożytym posiłku.

Rozwiąż zadanie. Wyznacz wartość energetyczną 50 g chleba pszenicznego, jeśli on zawiera 2,85 g białek, 0,2 g tłuszczów i 28 g węglowodanów. Wybierz poprawną odpowiedź: a) 53,8kJ; b) 538,4 kJ; c) 481,6kJ; d) 48,1 kJ



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Przeanalizuj tabelę „Witaminy, ich funkcje i źródło, oznaki awitaminozy i hipowitaminozy” (patrz dodatek). Wykonaj prezentację na temat roli witamin rozpuszczalnych w wodzie (I grupa) i rozpuszczalnych w tłuszczach (II grupa) dla zdrowia człowieka.



ZADANIE TWÓRCZE. Wspólnie z członkami swojej rodziny przyszykuj projekt „Racjonalne odżywianie”. Przedstaw go w klasie i przestrzegaj określonych przez siebie norm odżywiania się.

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

Wybierz trzy poprawne odpowiedzi

1. Wskaż produkt spożywczy, w którym przeważają tłuszcze: a) oliwki; b) brzoskwinie; c) ryż; d) ziemniaki.
2. Wskaż produkt spożywczy zawierający największą ilość białka: a) ziemniaki; b) marchew; c) jabłko; d) ryby.
3. Wybierz rząd produktów spożywczych o największej zawartości witaminy C: a) marchew, wątróbka, głóg; b) białko jaja, cytryna, ryż; c) czarna porzeczka, cytryna, głóg; d) agrest, ryby masło.

Wybierz trzy poprawne odpowiedzi



4. Wybierz cechy charakterystyczne dla dysymilacji.

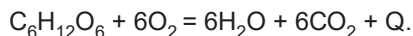
A przetwarzanie substancji	B przemiany energetyczne	C miejsce, w którym bezpośrednio odbywa się proces
1 rozszczepienie substancji 2 synteza substancji 3 brak przemian	1 pochłanianie energii 2 uwolnienie energii 3 brak przemian energetycznych	1 komórka 2 płyn międzykomórkowy 3 jama jelit

5. Wybierz cechy charakterystyczne witaminy C.

A rozpuszczalność	B w jakich produktach przeważnie występuje	C pod wpływem jakich czynników ulega zniszczeniu
1 rozpuszcza się w wodzie 2 rozpuszcza się w tłuszczach 3 nie rozpuszcza się ani w wodzie, ani w tłuszczach	1 pochodzenia roślinnego 2 pochodzenia zwierzęcego 3 pochodzenia roślinnego i zwierzęcego	1 wrzątku 2 krojenie produktów 3 nigdy nie ulega zniszczeniu

6. **Rozwiąż zadanie.** Oblicz ilość energii, która wydzieli się podczas utleniania 1mola glukozy, jeśli podczas utleniania 1g tej substancji wydzieli się 17,2 kJ energii. Wybierz poprawną odpowiedź: a) 309,6kJ; b) 3096kJ; c) 1548kJ; d) 154,8kJ.

Równanie reakcji utleniania glukozy w mięśniach:



ZASTANÓW SIĘ

7. Ułóż tabelę „Pokarm roślinny – podstawowe źródło substancji nieorganicznych (mineralnych)”.

8. Wyjaśnij możliwe skutki niespożywania produktów pochodzenia roślinnego przez podlotków.



Temat 2

TRAWIENIE

Co zachodzi z pokarmem w organizmie człowieka?
Dzięki czemu to zachodzi?
Jaka jest budowa i funkcje narządów trawienia?
Jakie są schorzenia przewodu pokarmowego?
Dlaczego one powstają i jaki jest ich przebieg?
Jak ochronić się przed nimi?

§ 8. BUDOWA I FUNKCJE UKŁADU TRAWIENNEGO CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie budowę układu trawiennego ssaków. Jakie metody są wykorzystywane do badań stanu organizmu człowieka?

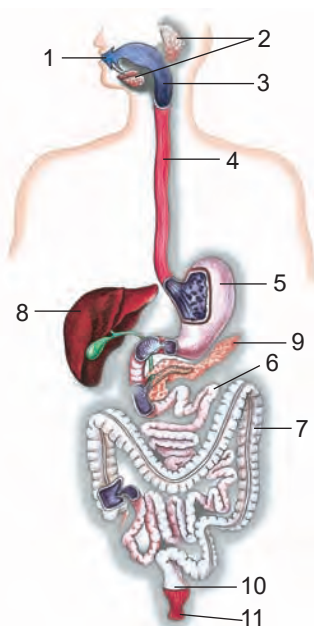
Co to jest trawienie? Już wiesz, że istnienie organizmu, normalny przebieg czynności życiowych jest możliwy tylko pod warunkiem strat substancji organicznych i energii oraz stałego uzupełniania tych strat. Aby substancje pokarmowe, które nadchodzą do organizmu, mogły zamienić zużyte substancje organiczne i energię, one muszą ulec w narządach układu trawiennego określonym fizycznym i chemicznym przemianom. Tylko woda, sole mineralne i witaminy nadchodzą z narządów trawienia do środowiska wewnętrznego w postaci niezmiennej. Substancje powstające wskutek reakcji rozkładu dostają się przez ściany przewodu pokarmowego do krwi i limfy dzięki procesom **wchłaniania**. Właśnie procesy rozszczepienia i wchłaniania są podstawowymi procesami trawienia. Następnie substancje odżywcze niezbędne dla naszego organizmu z krwią i limfą transportują się do wszystkich tkanek i narządów.

ZAPAMIĘTAJ! Trawienie – to całokształt procesów nadchodzenia, mechanicznego i chemicznego rozszczepienia pokarmu na związki, które organizm potrafi przyswajać i włączać do przemiany substancji.

Jak jest zbudowany układ trawienny człowieka i jakie są jego podstawowe funkcje? Układ trawienny człowieka ma taki sam ogólny plan budowy, jak i u innych ssaków. Anatomicznie i funkcjonalnie on jest podzielony na przewód pokarmowy i narządy pomocnicze układu trawiennego. Ogólna długość przewodu pokarmowego wynosi 8–9m. On ciągnie się od jamy ustnej do otworu odbyтового. **Przewód pokarmowy** podzielony jest kolejno na jamę ustną, gardziel, przełyk, żołądek, odcinki jelita cienkiego i grubego, które kończy się jelitem prostym z otworem odbytowym. **Narządami pomocniczymi układu trawiennego** są zęby,



Ryc. 38. Budowa układu trawiennego człowieka: 1. Budowa układu trawiennego człowieka: 1. jama ustna; 2. gruczoły ślinowe; 3. gardziel; 4. przełyk; 5. żołądek; 6. jelito cienkie; 7. jelito grube; 8. wątroba; 9. trzustka; 10. jelito proste; 11. otwór odbytowy



język i gruczoły trawienne: ślinianki, wątroba z woreczkiem żółciowym i trzustka (ryc. 38).

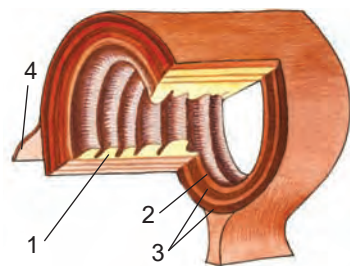
Podstawowe funkcje układu trawiennego.

Funkcja ruchowa zapewnia pobieranie pokarmu, jego rozdrabnianie, przemieszanie z sokami trawiennymi, przesuwanie pokarmu wzdłuż przewodu pokarmowego i wydalanie niestrawionych resztek na zewnątrz. **Funkcja wydzielnicza** zapewnia wydzielanie soków trawiennych i śluzu, hormonów regulujących czynności układu trawiennego. **Funkcja rozszczepienia** zapewnia rozszczepienie złożonych cząsteczek na części składowe pod wpływem fermentów trawiennych. **Funkcja wchłaniania** zapewnia przejście wody, substancji mineralnych, witamin i produktów rozszczepienia cząsteczek białek, tłuszczów i węglowodanów do krwi lub limfy. **Funkcja wydalnicza** polega na wyprowadzeniu z organizmu niektórych produktów trawienia, przeważnie niepotrzebnych organizmowi.

Ściany przewodu pokarmowego są złożone z czterech błon: śluzowej, podśluzowej, mięśniowej i surowiczej (otrzewnej trzewnej) (ryc. 39). Każda z nich jest zbudowana z pewnych typów tkanek i pełni swoje funkcje w procesach trawienia.

Wewnętrzna **błona śluzowa** przewodu pokarmowego wydziela śluz chroniący go przed uszkodzeniem twardymi cząsteczkami pokarmu i ułatwia jego poruszanie się. Oprócz śluzu komórki tej błony wydzielają fermenty trawienne, hormony i niektóre inne substancje. Błona śluzowa oprócz wydzielniczej, pełni funkcję wchłaniania produktów trawienia i ich odkażenia.

Błona podśluzowa zbudowana jest z tkanki łącznej. Ona zawiera bardzo dużo naczyń krwionośnych, limfatycznych i nerwów. Nerwy regulują funkcję wydzielniczą błony śluzowej. **Błona mięśniowa** zbudowana jest z dwóch warstw mięśni gładkich. W warstwie wewnętrznej włókna mięśniowe są ułożone okrężnie, a w zewnętrznej – wzdłużnie przewodu pokarmowego. Między mięśniami znajdują się nerwy regulujące ruchy przewodu pokarmowego. **Błona surowicza (otrzewna trzewna)** utworzona jest z tkanki łącznej i okrywa przewód pokarmowy z zewnątrz. W niej rozmieszczone są naczynia krwionośne i włókna nerwowe.



Ryc. 39. Błony przewodu pokarmowego: 1. śluzowa; 2. podśluzowa; 3. mięśniowa; 4. surowicza

Jamę brzuszną wyściela zwarta dwuwarstwowa błona łącznotkankowa – **otrzewna**. Ona chroni narządy trawienia, utrzymuje je w określonym położeniu. Płyn, który produkuje otrzewna, zmiękcza ich ruchy.



Procesy trawienia dzielą się na:

- **trawienie w jamie** (światle) przewodu pokarmowego. Ono polega na mechanicznej i chemicznej przeróbce pokarmu. Obróbka mechaniczna pokarmu polega na rozdrabnianiu, zwilżaniu i przemieszaniu z sokami trawiennymi, pęcznieniu i rozpuszczaniu. Obróbka chemiczna pokarmu zachodzi też etapowo: najpierw w jamie ustnej, potem w żołądku i wreszcie – w jelitach;
- **trawienie przyścienne** zachodzi na powierzchni wewnętrznej błony przewodu pokarmowego wewnątrz komórek.

Chemiczne przekształcenia pokarmu zachodzą pod wpływem fermentów. Wiesz już, że fermenty – to biologicznie aktywne substancje, przeważnie pochodzenia białkowego, które są zdolne do przyspieszania reakcji biochemicznych. One są jeszcze nazywane biologicznymi katalizatorami. Fermenty trawienne Powstają w komórkach gruczołów trawiennych, które je wydzielają w składzie śliny i soków trawiennych: żołądkowego, trzustkowego, jelitowego. Istnieją tysiące różnych fermentów. Każdy z nich przyspiesza tylko określoną reakcję chemiczną: jedne rozszczepiają białka, inne – węglowodany lub tłuszcze itd.

Fermenty trawienne zaczynają rozszczepienie pokarmu w przewodzie pokarmowym. Produkty rozszczepienia wchłaniają się do krwi i limfy. Zakończenie tych procesów zachodzi w komórkach. Tam powstają nowe substancje organiczne właściwe tylko danemu organizmowi.

Aktywność fermentów zależy od warunków, w jakich one znajdują się: temperatury i odczynu środowiska (zasadowe, kwasowe, obojętne). Na przykład przy podwyższeniu temperatury ciała do $+38^{\circ}\text{C}$ aktywność fermentów wzrasta. Dalszy wzrost temperatury ciała obniża ich aktywność. Niektóre fermenty są aktywne w środowisku słabo zasadowym (fermenty śliny, soków trawiennych jelit), inne – w kwasowym (fermenty żołądka).

TO CIEKAWIE! Fermenty trawiące pokarm są zdolne do trawienia tkanek własnego ciała. Zapobiega temu to, że większość syntezowanych fermentów wydziela się w nieaktywnym stanie i stają się aktywne tylko w jamie przewodu pokarmowego. Śluz również chroni ścianę przewodu pokarmowego przed działaniem fermentów trawiennych.

Jak bada się funkcje narządów trawienia? Podstawy współczesnej fizjologii trawienia założyły badania wybitnego rosyjskiego fizjologa I. Pawłowa (*ryc. 40*).



Ryc. 40. I. Pawłow
(1849–1936)

On opracował nowe podejścia metodyczne, które dały możliwość ustalić prawidłowości wydzielania śliny, soku żołądkowego, trzustkowego i żółci, a także zebrać czyste (nie zmieszane z pokarmem) soki trawienne, wyznaczyć ich skład, zbadać regulację trawienia w warunkach naturalnych. Za te prace I. Pawłow w roku 1904 otrzymał nagrodę Nobla.

Dzisiaj wykorzystuje się następujące metody badań narządów trawiennych: sondowanie, endoskopia, elektrogastrografię, diagnostykę ultradźwiękową, skanowanie tomograficzne, rentgenografię. Sondowanie – to wprowadzenie do światła żołądka lub dwunastnicy giętkiej rurki – sondy – (*ryc. 41, 1*) do pobierania soku żołądkowego i jelitowego. Endoskopia – wprowadzenie do przewodu pokarmowego specjalnych narządów oświetlających (*ryc.*

41, 2), co daje możliwość bezpośrednio oglądać wnętrze i ściany przewodu pokarmowego. Dzięki diagnostyce ultradźwiękowej otrzymujemy obraz narządów wewnętrznych wskutek odbicia od ich powierzchni fal ultradźwiękowych. Przy pomocy skanowania tomograficznego można otrzymać na ekranie komputera ujęcie głębszych warstw badanego narządu. Przy pomocy metod radioelektronowych bada się środowisko jelitowe. Tak zwane „radiopigułki” – przyrządy posiadające nadajniki przekazują informację za pomocą fal radiowych. Metodą rentgenografii otrzymamy cieniowe odbicie narządu lub jego części na zdjęciu rentgenowskim wskutek przechodzenia przez nich promieni rentgenowskich.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: trawienie w jamie przewodu pokarmowego, trawienie przyścienne, przewód pokarmowy, gruczoły trawienne.**



Ryc. 41. 1. Sonda.
2. Endoskop

UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Trawienie – to całokształt procesów zapewniających nadchodzenie pokarmu, mechaniczną obróbkę pokarmu i chemiczne jego rozszczepienie na związki, które organizm jest zdolny przyswajając i włączając w przemianę materii. Układ trawienny człowieka jest drożny, złożony z kilku odcinków, zaczyna się otworem gębowym i kończy się otworem odbytowym.
- Układ trawienny składa się z przewodu pokarmowego i gruczołów trawiennych. Funkcje układu trawiennego: ruchowa, wydzielnicza, rozszczepiająca, chłonna, wydalnicza. Najbardziej rozpowszechnione metody badań narządów trawienia: sondowanie, endoskopia, diagnostyka ultradźwiękowa, skanowanie tomograficzne, rentgenografia.

SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jaką rolę odgrywa układ trawienny w przemianie materii? 2. Co to jest trawienie?
3. Jaką funkcję w procesach trawienia pełnią fermenty? 4. Z jakich narządów jest złożony układ trawienny człowieka? 5. Jakie są funkcje układu trawiennego? Jakie znasz metody badań narządów trawienia?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

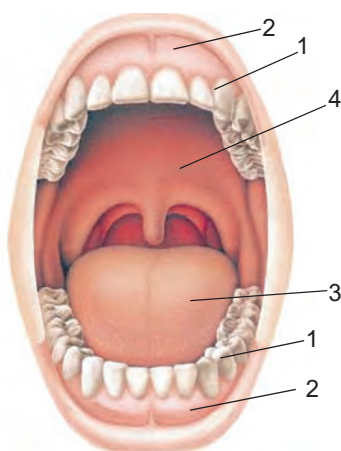
1. Zaznacz funkcję układu trawiennego polegającą na mechanicznej przeróbce pokarmu: a) ruchowa; b) wydzielnicza; c) wydalnicza; d) chłonna.
2. Zaznacz funkcję układu trawiennego polegającą na powstawaniu i wydalaniu śliny: a) ruchowa; b) wydzielnicza; c) rozszczepiająca; d) chłonna.
3. Wybierz cechę właściwą dla wydalniczej funkcji układu trawiennego: a) tworzenie fermentów, soków trawiennych (żołądkowego, jelitowego), śliny, żółci; b) wydalanie z organizmu niektórych produktów przemiany materii; c) przesuwanie pokarmu przewodem pokarmowym; d) wchłanianie białek, tłuszczów, węglowodanów.

Ustal poprawną kolejność narządów, które tworzą przewód pokarmowy, zaczynając od jamy ustnej: a) odbytnica z otworem odbytowym; b) gardło; c) jama ustna; d) jelito cienkie; e) przełyk; f) żołądek; g) jelito grube.

ZASTANÓW SIĘ. 1. Czy może zachodzić proces trawienia w przypadku braku fermentów? 2. Cym odróżnia się reakcja chemiczna zachodząca poza żywymi istotami od procesów biochemicznych zachodzących w organizmie?

§9. PROCESY TRAWIENIA W JAMIE USTNEJ I ŻOŁĄDKU

Przypomnij sobie budowę zębów ssaków. Jakie rodzaje zębów są u ssaków?



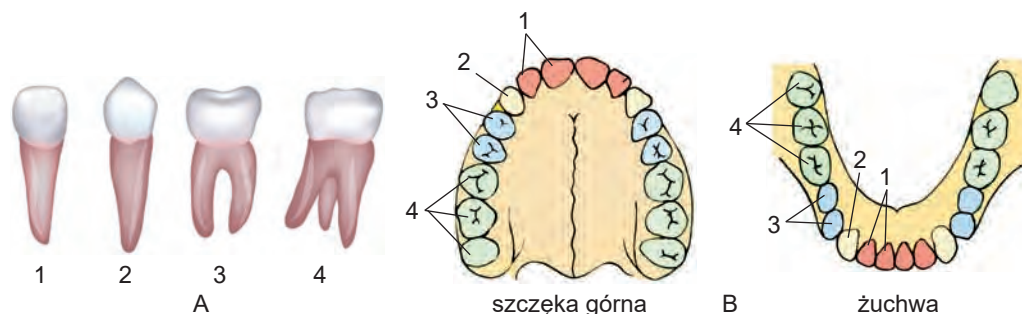
Ryc. 42. Budowa jamy ustnej: 1. zęby; 2. dziąsła; 3. język; 4. podniebienie

Jaka jest budowa jamy ustnej? Wiesz, że przewód pokarmowy zaczyna się od jamy ustnej. Tu odbierane są wrażenia smakowe, wyznacza się przydatność pokarmu do spożycia (jadalny czy niejadalny), rozpoczynają się procesy mechanicznej (przeżuwanie) i chemicznej (rozszczipienie z udziałem fermentów) obróbki pokarmu. Od zewnątrz jama ustna ograniczona jest przez usta i policzki. Górną ścianę jamy ustnej stanowi utworzone przez mięśnie. Obie części podniebienia okrywa błona śluzowa (ryc. 42) podniebienie. Jego przednia część – to podniebienie twarde, którego podstawą są kości, a tylna – podniebienie miękkie utworzone przez mięśnie. Obie części podniebienia okrywa błona śluzowa.

Język i określenie smaku w jamie ustnej. Język – to ruchliwy mięśniowy narząd utworzony przez tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną szkieletową. Na jego błonie śluzowej są rozmieszczone receptory smakowe. Dzięki tym receptorom rozróżniamy, co jest kwaśne, a co słodkie, słone, gorzkie i w taki sposób określamy smak pokarmu oraz jakość substancji nadchodzących do jamy ustnej (substancje niejadalne i szkodliwe są odruchowo z niej wyrzucane). Oprócz tego język bierze udział w mieszaniu pokarmu, połykaniu, a wraz z zębami i ustami w kształtowaniu artykułowanych dźwięków mowy.

Zęby i mechaniczna obróbka pokarmu. W jamie ustnej są rozmieszczone zęby służące do pobierania, odgryzania i przeżuwania pokarmu. One znajdują się w zębodołach łuków zębowych żuchwy i szczęki. Błona śluzowa okrywająca łuki zębowe szczęk tworzy dziąsła (patrz ryc. 42).

Zapoznamy się z budową zewnętrzną zębów (według atrap i modeli) podczas wykonywania doświadczenia laboratoryjnego.



Ryc. 43. Budowa zewnętrzna (A) i rozmieszczenie zębów na szczękach (B): 1. siekacze; 2. kły; 3. przedtrzonowe; 4. trzonowe

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Zewnętrzna budowa zębów

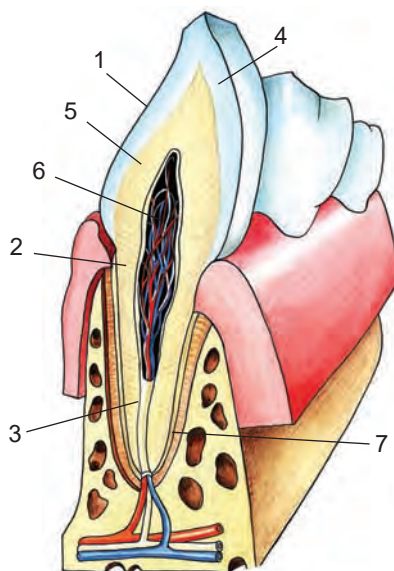
Przyrządy i materiały: modele zębów żuchwy i szczęki górnej.

1. Rozpatrz na modelu żuchwy i szczęki górnej rozmieszczenie zębów.
2. Zwróć uwagę na wymiary zębów i ich kształt.
3. Porównaj budowę zewnętrzną różnych zębów i wyjaśnij ich naznaczenie.

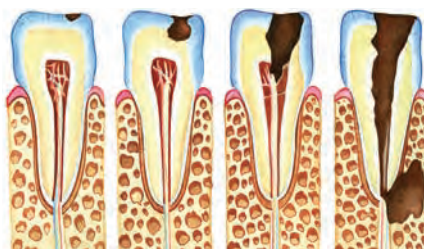
Wszystkie zęby mają na ogół jednakową budowę. Każdy ząb ma korzeń, szyjkę i koronę (ryc. 44). **Korona** wystaje nad dziąsłami i z zewnątrz pokryta jest twardym **szkliwem**. Ono zapobiega ścieraniu się zęba i dostaniu się do niego drobno-ustrojów. Pod szkliwem znajduje się **zębina** – substancja, która pod względem budowy podobna jest do tkanki kostnej. W środku zęba znajduje się jama wypełniona tkanką łączną wiotką, naczyniami krwionośnymi i nerwami – **miazga**. Miejsce, w którym korona przechodzi w korzeń nazywa się **szyjką zęba** i jest zanurzone w dziąsłach. Korzeń zęba pokrywa twarda substancja – **cement = kostniwo**. Korzeń łączy ząb z zębodołem szczęki. Korzeń zęba ma otwór, przez który do niego wchodzi naczynia krwionośne i nerwy. Zęby mają różną ilość korzeni: jeden korzeń mają siekacze (jest ich po 4 na każdej szczęce) i kły (jest ich po 2), dwa korzenie – przedtrzonowe zęby (jest ich po 4) i trzy korzenie – trzonowe (jest ich po 6) (ryc. 43). Siekacze i kły odgryzają pokarm, przedtrzonowe i trzonowe zęby jego rozdrabniają. Zęby rosną dwukrotnie: najpierw u człowieka pojawia się 20 mlecznych zębów, a potem – 28–32 stałych.

TO CIEKAWIE! W przybliżeniu od wieku 6 miesięcy u dzieci pojawiają się tymczasowe zęby mleczne. Wzrost tych zębów dobiega końca w końcu drugiego lub na początku trzeciego roku życia. Proces wymiany mlecznych zębów na stałe zaczyna się w wieku 5–8 lat i trwa do 13.–16. roku życia. Jako ostatnie, na 16.–30. roku życia pojawiają się dwie pary zębów – tak nazywane zęby mądrości.

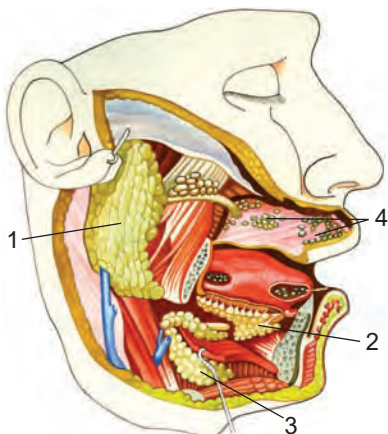
ZAPAMIĘTAJ! Najbardziej rozpowszechnioną chorobą zębów jest próchnica – niszczenie twardych tkanek zęba i powstanie próżni w jego ścianie (ryc. 45).



Ryc. 44. Budowa zęba: 1. korona; 2. szyjka; 3. korzeń. **Zadanie.** Rozpatrz rycinę i wymień części składowe zęba, scharakteryzuj osobliwości szkliwa (4), zębiny (5), miazgi (6) i cementu (7)



Ryc. 45. Rozwój próchnicy. **Zadanie.** Rozpatrz rycinę i wyjaśnij, jak powstaje próchnica. Jakie środki należy stosować, żeby zachować zdrowe zęby?



Ryc. 46. Gruczoły ślinowe: 1. przyuszna; 2. podjęzykowa; 3. podżuchwowa; 4. drobne gruczoły policzek i warg

gruczoły ślinowe. U człowieka są trzy pary dużych gruczołów ślinowych (ślinianek): **przyuszne, podżuchwowe i podjęzykowe** (ryc. 46). W ciągu doby wszystkie gruczoły ślinowe produkują do jamy ustnej 0,5–2 l śliny. Oprócz dużych gruczołów w błonie śluzowej jamy ustnej występują liczne drobne gruczoły ślinowe.

Ślina – to bezbarwna, śluzowata, lepka ciecz zawierająca wodę (około 98,5%), fermenty (lizozym, amylaza i maltaza) i śluz (mucyna). Lizozym unieszkodliwia drobnoustroje, sprzyja gojeniu się ran błony śluzowej w jamie ustnej. Fermenty trawienne amylaza i maltaza częściowo rozszczepiają złożone węglowodany do mniej złożonych. Mucyna zwilża i otacza pokarm, zapewnia lepsze połykanie grudki pokarmowej.

ZAPAMIĘTAJ! Rozdrobnienie i rozcieranie pokarmu ma wyjątkowe znaczenie dla jego trawienia. Podczas dokładnego przeżuwania pokarm całkowicie przesiąka się śliną, a znaczy fermenty śliny zdolne są do oddziaływania na cały pokarm.

TO CIEKAWIE! Wzmózone wydzielanie śliny w przypadku spożywania bardzo kwaśnych owoców rozcieńcza (obniża stężenie) kwas, który mógłby zniszczyć delikatne komórki błony śluzowej.

Jak człowiek połyka? Przeżuty, zwilżony śliną i częściowo rozszczepiony pokarm (grudeczkę pokarmową) język przepycha do gardła. Potem dzięki skurczom mięśni języka i gardła pokarm dostaje się do przełyku, to znaczy człowiek połyka. Ściany przełyku kurczą się, przesuwając grudeczkę pokarmu do żołądka.

Jak jest zbudowany żołądek i jakie są jego funkcje? Żołądek – to rozszerzony odcinek przewodu pokarmowego. W nim wyróżniamy część wejściową – dno żołądka, część środkową – trzon i część wyjściową – część odźwiernikową (ryc. 47). Kształt i objętość żołądka widocznie zmienia się w zależności od jego napełniania, położenia ciała itp. U człowieka dorosłego długość żołądka wynosi 21–25 cm, a jego pojemność – 1–3 l.

TO CIEKAWIE! Żołądek może rozciągać się do większej objętości. Jednak nadmierne rozciąganie żołądka przeszkadza ruchom oddechowym przepony. Zdolność żołądka do gro-

Profilaktyka próchnicy polega na nieustannym przestrzeganiu zasad higieny:

- po jedzeniu jamę ustną należy przepłukać ciepłą wodą;
- nie spożywać gorącego pokarmu od razu po bardzo zimnym i na odwrót;
- nie rozgryzać bardzo twardego pokarmu (orzechy, twarde cukierki itd.);
- codziennie przed snem i z rana czyścić zęby pastą do zębów;
- corocznie przechodzić badania medyczne u dentysty;
- zawczasu leczyć chore zęby.

Chemiczna obróbka pokarmu w jamie ustnej. Procesy fermentacyjnego trawienia pokarmu zaczynają się w jamie ustnej. W tym procesie bierze udział ślina, którą produkują

madzenia znacznej ilości pokarmu nazywa się **deponowaniem** pokarmu. Dzięki temu człowiek może spożywać pokarm tylko 3–4 razy dziennie, nie odczuwając głodu w odstępach między spożywaniem pokarmu.

Ściany żołądka tworzą cztery typowe dla przewodu pokarmowego błony (śluzowa, podśluzowa, mięśniowa i surowicza) (ryc. 47). W miejscu przejścia żołądka do dwunastnicy część odźwiernikowa wyposażona jest w mięsień – **zwieracz odźwiernika** (silna mięśniówka okrężna). On reguluje nadchodzenie pokarmu z żołądka do jelita. Skurcze mięśni żołądka mieszają pokarm i periodycznie przesuwają go do jelita.

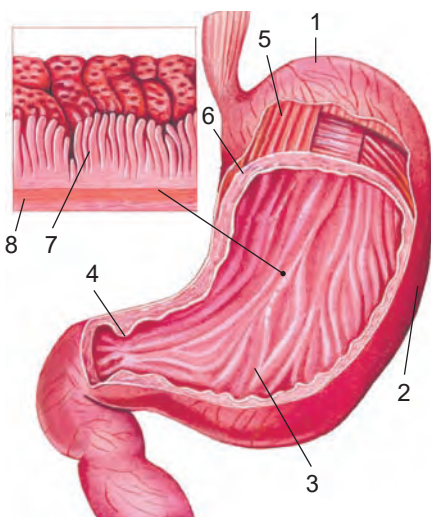
W błonie śluzowej żołądka rozmieszczone są kilka rodzajów komórek gruczołowych wydzielających fermenty trawienne, kwas solny i śluz. Mieszanka tych substancji tworzy kwaśny **sok żołądkowy**. W ciągu doby u człowieka wydziela się 2–3 l soku żołądkowego. Podstawowym fermentem soku żołądkowego jest **pepsyna** (od gr. *pepsys* – trawienie). Ona zapewnia wstępne rozszczepienie białek. Wstępne rozszczepienie węglowodanów, które zapewniały fermenty śliny (zwłaszcza amylaza), w żołądku ustaje. Kwaśny sok żołądkowy unieczynnia fermenty śliny. Pepsyna, odwrotnie, wydzielając się w postaci nieaktywnej, aktywuje się i oddziałuje tylko w środowisku kwaśnym, które tworzy kwas solny. Ferment **lipaza** rozszczepia rozdrobnione na kropelki tłuszcze (na przykład tłuszcze mleka). Aktywność lipazy jest wysoka u dzieci i prawie brak jej w wieku dojrzałym.

Kwas solny, oprócz tego, że stwarza optymalne warunki dla oddziaływania pepsyny, zabija chorobotwórcze i gnilne bakterie. On też powoduje pęcznienie białek, co znacznie ułatwia ich trawienie.

TO CIEKAWIE! We wszystkich kuchniach świata, aby mięso było miększe i można je było prędzej przygotować, zaleca się włożyć je na kilka godzin do marynaty zawierającej kwas. Najczęściej jest to ocet, który ma działanie podobne do działania kwasu solnego soku żołądkowego. Otóż marynowanie mięsa nie tylko wzbogaca smak pokarmu, lecz i ułatwia jego trawienie.

Śluz soku żołądkowego pokrywa ściany żołądka i chroni je przed pepsyną. W błonie śluzowej powstaje hormon **gastryna** (od gr. *gaster* – żołądek), który bierze udział w regulacji wydzielania soku żołądkowego, i specyficzne białko, które zapewnia wchłanianie witaminy B₁₂ w jelicie cienkim. Ta witamina pełni ważną rolę w powstawaniu komórek krwi – erytrocytów, które zapewniają przenoszenie tlenu.

Otóż podstawowymi funkcjami żołądka są: gromadzenie (deponowanie) pokarmu, wstępne trawienie białek, zabijanie bakterii, przesuwanie papki pokarmowej do jelita cienkiego.



Ryc. 47. Budowa żołądka: 1. dno; 2. trzon; 3. część odźwiernikowa; 4. zwieracz odźwiernika; 5. błona mięśniowa; 6. błona surowicza; 7. błona śluzowa z licznymi bruzdami; 8. błona podśluzowa



Czas przebywania pokarmu w żołądku zależy od jego składu. Pokarm tłusty zatrzymuje się około sześciu – ośmiu godzin, węglowodanowy – około czterech godzin. W żołądku zachodzi wchłanianie do krwi tylko wody, soli mineralnych, alkoholu, niektórych leków i nieznacznej ilości glukozy.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** język, gruczoły ślinowe, zęby, próchnica, ślina, żołądek, sok żołądkowy, pepsyna.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Przewód pokarmowy zaczyna się otworem gębowym prowadzącym do jamy ustnej. W niej określamy smak pokarmu, jego jakość, zachodzi obróbka mechaniczna (rozdrabnianie, mieszanie) i chemiczna (wstępne rozszczepianie węglowodanów pod działaniem fermentów trawiennych).
- Proces trawienia pokarmu w jamie ustnej kończy się kształtowaniem się grudeczki pokarmowej. Następnie ona dostaje się przez gardło i przełyk do żołądka.
- Podczas trawienia w żołądku białka rozszczepiają się na mniej złożone substancje chemiczne. Sprzyja temu kwas solny i ferment soku żołądkowego – pepsyna.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jak jest zbudowana jama ustna? Jakie funkcje ona pełni? 2. Jakie rodzaje zębów są u człowieka? Jakie są ich funkcje? 3. Jaka jest budowa zębów człowieka? 4. Jakie są funkcje języka? 5. Jaki jest skład chemiczny śliny i jaką rolę w procesach trawienia ona pełni? 6. Jak zachodzi połykanie? 7. Jakie są mechanizmy zapobiegające dostawaniu się pokarmu do dróg oddechowych przy połykaniu? 8. Jaka jest budowa żołądka? Jaki jest skład soku żołądkowego? 9. Jak zachodzi trawienie w żołądku?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Zaznacz tkankę, z której składa się język: a) mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa; b) mięśniowa gładka; c) łączna; d) nabłonkowa.
2. Wybierz szereg zębów u dorosłego człowieka: a) 8 siekaczy, 4 kły, 20 przedtrzonowych i trzonowych; b) 4 siekacze, 8 kłów, 20 przedtrzonowych i trzonowych; c) 4 siekacze, 4 kły, 26 przedtrzonowych i trzonowych; d) 10 siekaczy, 8 kłów, 10 przedtrzonowych i trzonowych.
3. Wskaż ferment śliny: a) lizozym; b) pepsyna; c) mucyna; d) amylaza.
4. Wskaż środowisko, w którym fermenty żołądka są aktywne: a) słabo zasadowe; b) kwaśne; c) obojętne; d) zasadowe.
5. Zaznacz ferment, który produkują gruczoły żołądka: a) lizozym; b) amylaza; c) pepsyna; d) maltaza.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH zasady higieny zębów i przygotuj notatkę „Jak należy pielęgnować zęby”.

Rozwiąż zadanie. W ciągu doby w żołądku wydziela się 800 ml soku żołądkowego ($\delta = 1,056 \text{ g/cm}^3$). Oblicz masę chlorku sodu, który jest niezbędny do powstania kwasu solnego, który znajduje się w soku żołądkowym (część masy kwasu solnego w soku żołądkowym – 0,1%). Wskaż poprawną odpowiedź: a) 6,8 g; b) 12,4 g; c) 24,5 g; d) 68 g.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego psy liżą rany?



Wraz z dorosłymi przeprowadź badanie. Zbadaj oddziaływanie fermentów śliny na skrobię.

Przyrządy i materiały: dwa kawałeczki dobrze nakrochmalonej białej tkaniny, wata, zapalka, jodyna.

1. Kawałek nakrochmalonej białej tkaniny włóż do roztworu jodyny

2. Na innym kawałku nakrochmalonej tkaniny zapalką, na której końcu nawinięto zwilżoną w ślinie watę, napisz wyraz „amylaza” i też włóż go do roztworu jodyny.
3. Porównaj wyniki doświadczenia.

§ 10. PROCESY TRAWIENIA W JELITACH. USUWANIE Z ORGANIZMU NIESTRAWIONYCH RESZTEK POKARMU

Przypomnij sobie z lekcji chemii, co to jest filtracja. Jak jest zbudowane jelito u ssaków?

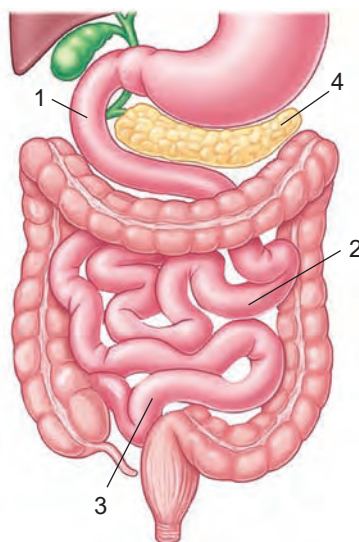
Jelito – następny po żołądku odcinek przewodu pokarmowego. Ono składa się z dwóch części – jelita cienkiego i grubego.

Jaka jest budowa i funkcje jelita cienkiego? Częściowo strawiony w żołądku pokarm, który jest nazywany chymusem (papką pokarmową), dzięki skurczom mięśni żołądka przez zwieracz odźwiernika nadchodzi do następnego odcinka przewodu pokarmowego – **jelita cienkiego**. Właśnie w nim substancje odżywcze pokarmu rozszczepiają się ostatecznie i wchłaniają się do krwi i limfy. U dorosłego człowieka długość jelita cienkiego wynosi 5–6 m. Ono składa się z trzech odcinków: dwunastnicy, jelita czczego i jelita krętego (ryc. 48).

Dwunastnicę nazwano tak dlatego, że ma ona długość ok. 12 szerokości palca ręki (25–30 cm). Do niej odkrywa się przewód trzustkowy i przewód żółciowy wspólny (ryc. 49). I chociaż papka pokarmowa zatrzymuje się w tym odcinku niedługo, jednak właśnie tu na nią oddziałuje największa ilość fermentów trawiennych. Ich ilość zależy od składu pokarmu.

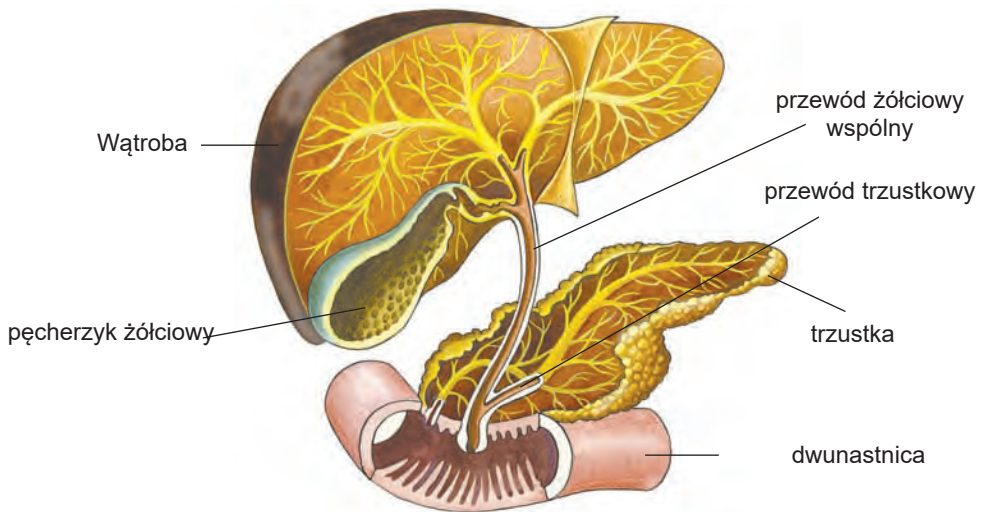
Trzustka ma długość 12–15 cm i znajduje się pod żołądkiem. Ona produkuje sok trawienny, który dostaje się przez przewód wyprowadzający do dwunastnicy. Sok trzustkowy ma środowisko zasadowe i wydziela się tylko przy nadchodzeniu do dwunastnicy papki pokarmowej. Do składu soku wchodzi fermenty sprzyjające rozszczepieniu wszystkich substancji odżywczych: **trypsyna** i **chemotrypsyna** wpływają na rozszczepienie białek do ich części składowych – aminokwasów, **lipaza** – tłuszczy do gliceryny i kwasów tłuszczowych, **amylaza** rozszczepia skrobię do glukozy.

Wątroba – to największy gruczoł w organizmie człowieka (jej masa – 1,5–2 kg), rozmieszczona jest przeważnie po prawej stronie jamy brzusznej tuż pod przeponą. Koło wątroby jest próżny narząd – **pęcherzyk** żółciowy, który jest połączony z dwunastnicą przewodem żółciowym wspólnym (ryc. 49). Wątroba pełni następujące podstawowe funkcje: wydzielniczą, ochronną, wymiany, syntezującą, odtruwającą.



Ryc. 48. Budowa jelita cienkiego:
1. dwunastnica; 2. jelito czcze;
3. jelito kręte; 4. trzustka.

Zadanie. Na podstawie ryciny wymień cechy budowy odcinków jelita cienkiego



Ryc. 49. Związek gruczołów trawiennych z dwunastnicą. **Zadanie.** Na podstawie ryciny wymień gruczoły, które są połączone z dwunastnicą; przewody wchodzące do dwunastnicy

Wydzielnicza funkcja wątroby polega na tworzeniu żółci. **Żółć** – to zielonkawo-żółta, gorzkawa na smak lepka ciecz zawierająca specyficzne kwasy żółciowe i pigmenty, lipidy, sole mineralne itp. Tłuszcze pod wpływem żółci rozbijają się na mikroskopowe kropelki (emulgacja tłuszczów). W takiej postaci one są lepiej rozszczepiane przez fermenty. Oprócz tego żółć aktywuje działanie niektórych fermentów trzustki (na przykład trypsyny), a także wzmacnia aktywność ruchową jelita. Dzięki swoim właściwościom bakteriobójczym żółć zatrzymuje procesy gnilne w jelitach. Przy braku trawienia żółć zbiera się w pęcherzyku żółciowym, a w momencie pojawienia się pokarmu przewodem żółciowym nadchodzi z pęcherzyka do dwunastnicy. W ciągu doby u człowieka produkuje się 500–700 ml żółci.

Wątroba odgrywa ważną *funkcję ochronną (barierową)*. Krew żylna z jelit i żołądka po naczyniach krwionośnych nadchodzi do wątroby przez żyłę wrotną. W wątrobie z tej krwi pobierane są niezbędne organizmowi substancje. W niej odtruwają się niektóre substancje szkodliwe i przez jelita usuwane są wraz z żółcią na zewnątrz.

Wątroba bierze udział w przemianie węglowodanów, białek, tłuszczów i witamin, tworzeniu krwi. W wątrobie powstaje białko hemoglobina (transportuje tlen) i substancje biorące udział w krzepnięciu krwi oraz te, które zapobiegają jej krzepnięciu, a także określona ilość witaminy K.

Glukoza, która wchłania się w jelitach do krwi, przekształca się w wątrobie na glikogen. W razie potrzeby glikogen może rozszczepić się do glukozy, która nadchodzi do krwi i transportuje się do tkanek i narządów. (*Wytłumacz, dlaczego fizjologowie nazywają wątrobę „laboratorium chemicznym”, „magazynem żywnościowym” i „sterownią” organizmu*).

Jak zachodzą procesy trawienia w jelicie cienkim? Trawienie w jelicie cienkim zachodzi wskutek oddziaływania soków jelita i trzustki, a także żółci. Wiesz już, że w żołądku jest środowisko kwaśne, a w jelicie cienkim – zasadowe.

Dlatego w jelicie cienkim zachodzi zubożenie kwaśnego środowiska papki pokarmowej nadchodzącej z żołądka i stają się aktywne fermenty trawienne soku żołądkowego.

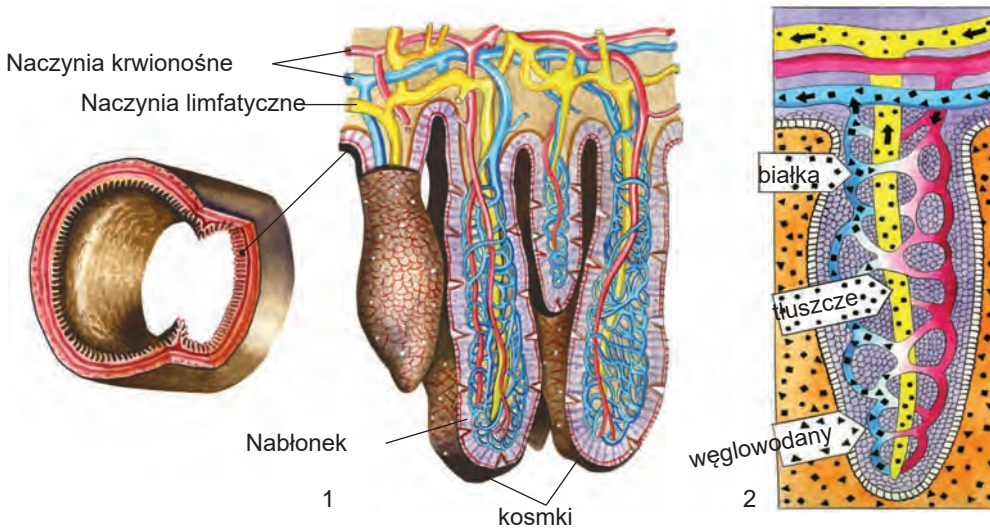
Ściany jelita cienkiego składają się z takich samych warstw, jak ściany żołądka (przypomnij je sobie). W błonie śluzowej są liczne komórki wydzielnicze produkujące w ciągu doby około 2 l **soku jelitowego**. Jest to lepka ciecz o słabo zasadowym odczynie zawierająca fermenty (ponad 20). One biorą udział w procesach trawienia cząsteczek białkowych, tłuszczów i węglowodanów. Oprócz tego niektóre komórki wydzielnicze produkują śluz obniżający tarcie papki pokarmowej o ściany jelit i chroniący ściany przed działaniem fermentów trawiennych i bodźców mechanicznych.

Powstałe w procesie trawienia w jelicie cienkim substancje wchłaniają się do krwi i limfy. Powierzchnia chłonna jelita czczego i jelita krętego jest bardzo duża dzięki obecności kosmków. A więc w jelicie zachodzi trawienie przyścienne.

Na czym polega trawienie przyścienne? Trawienie przyścienne w jelicie było odkryte w 1958 r. przez fizjologa ukraińskiego pochodzenia A. Ugolewa (ryc. 50). W trawieniu przyściennym biorą udział fermenty rozmieszczone na wewnętrznej powierzchni jelita cienkiego, którego błona śluzowa tworzy mnóstwo **kosmków** (ryc. 51). Do ich składu wchodzi naczynia krwionośne i limfatyczne, które rozgałęziają się na naczynia włosowate, a także włókna mięśniowe i nerwowe. Powierzchnia komórek kosmka ma liczne wyrostki błony – **mikrokosmki**, w których są fermenty sprzyjające ostatecznemu rozszczepieniu lipidów, węglowodanów i białek.



Ryc. 50. Aleksander Ugolew (1926–1991) – naukowiec-fizjolog (urodził się w Dniepropietrowsku)



Ryc. 51. 1. Budowa kosmków jelita. 2. Schemat wchłaniania substancji odżywczych przez kosmki. **Zadanie.** Na podstawie ryciny i tekst, wyjaśnij cechy budowy kosmków jelitowych i proces wchłaniania przez nich substancji odżywczych



Trawienie przyścienne zapewnia najdokładniejsze rozszczepienie substancji odżywczych i wchłanianie prostych substancji organicznych.

A więc podstawowa funkcja kosmków – wchłanianie substancji odżywczych. Duża ilość kosmków (około 30 mln) prawie 1000 razy zwiększa powierzchnię chłonną jelita cienkiego.

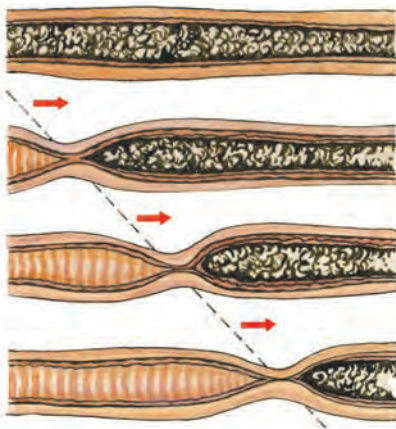
ZAPAMIĘTAJ! Wchłanianie – to złożony proces fizjologiczny przenikania wody i rozpuszczonych w niej substancji organicznych oraz soli mineralnych do krwi i limfy przez komórki nabłonka jelit. W procesie wchłaniania ważne znaczenie ma aktywna czynność błon komórkowych jelita, zjawisko dyfuzji, filtracji. Przy tym zachodzą straty energii.

Trawienie pokarmu i wchłanianie substancji odżywczych dobiega końca przede wszystkim w jelicie cienkim. Niestrawione resztki papki pokarmowej dzięki falistym (perystaltycznym = robaczkowym) skurczom jelita cienkiego (ryc. 52) nadchodzą do jelita grubego.

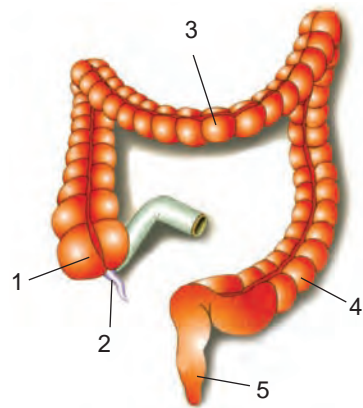
ZAPAMIĘTAJ! Perystaltyka (z gr. *perystaltykos* – ten, co chwyta, ściska) – faliste ruchy ścian jelita, żołądka, moczowodów wskutek skurczów ich mięśni, co zapewnia przesuwanie zawartości tych narządów.

Jaka jest budowa i funkcje jelita grubego? Początkowy odcinek **jelita grubego** – **jelito ślepe (kątnica)** (ryc. 53). Od tylnej jego części odchodzi odrostek w postaci ślepo zakończonej cewki – **wyrostek robaczkowy**, który nie bierze udziału w procesach trawienia. Jelito ślepe przechodzi w **okrężnicę**, która z trzech stron otacza jamę brzuszną. Od niej zaczyna się esica (okrężnica esowata). Jej przedłużeniem jest **odbytnica**, która kończy się otworem odbytowym. W świetle jelita grubego jest duża ilość drobnoustrojów (mikroflora jelitowa). Ich znaczenie polega na rozszczepianiu części błonnika, polepszeniu trawienia i wzmożeniu przyswajania substancji odżywczych, tworzeniu niektórych witamin (zwłaszcza K i grupy B), zapobieganiu rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych.

Zdrowie człowieka. Pamiętaj! Mikroflora jelitowa jest bardzo uczulona na działanie antybiotyków, dlatego zażywać je należy pod kontrolą lekarza.



Ryc. 52. Perystaltyczne ruchy ścian jelita



Ryc. 53. Budowa jelita grubego: 1. jelito ślepe; 2. wyrostek robaczkowy; 3. okrężnica; 4. esica; 5. odbytnica



Ściany jelita grubego nie posiadają kosmków. Komórki błony śluzowej produkują sok zawierający niewielką ilość fermentów, lecz dużo śluzu. On ułatwia przesuwanie i usuwanie niestrawionych resztek pokarmowych. W jelicie grubym przeważnie wchłania się woda i sole mineralne.

Z niestrawionych resztek pokarmu formują się masy kałowe zawierające szkodliwe dla organizmu substancje. Dzięki skurczom mięśni ścian jelita grubego one przesuwają się do odbytnicy, w której się gromadzą. Masy kałowe okresowo są usuwane na zewnątrz przez otwór odbytowy. Ich wydalanie z jelit jest regulowane mięśniem-zwieraczem rozmieszczonym w końcowym odcinku odbytnicy. Jego czynność znajduje się pod kontrolą świadomości człowieka.

Procesy trawienia u człowieka trwają zależnie od składu pokarmu i funkcjonalnej aktywności narządów przewodu trawienno-odbytniczego od jednej do trzech dob. Przy tym najwięcej czasu zużywa się na przesuwanie resztek pokarmu właśnie w jelicie grubym (około 12 godzin).

✿ Podstawowe terminy i pojęcia: dwunastnica, trzustka, wątroba, żółć, trawienie przyścienne, perystaltyka, kosmki, wchłanianie.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Jelito składa się z dwóch części: jelita cienkiego i grubego. W jelicie cienkim kończy się rozszczepienie substancji odżywczych, które wchłaniają się do krwi i limfy. Wielką rolę w procesach trawienia odgrywa żółć, która sprzyja rozszczepianiu się tłuszczów, stymuluje aktywność fermentów i aktywność ruchową jelit. Substancje odżywcze są wchłaniane dzięki aktywnej czynności błon komórkowych nabłonka jelit, zjawisku filtracji i dyfuzji.
- W jelicie grubym ostatecznie rozszczepiają się substancje i syntezuje się witamina K i witaminy grupy B. W tych procesach biorą udział różnorodne korzystne dla organizmu człowieka drobnoustroje.



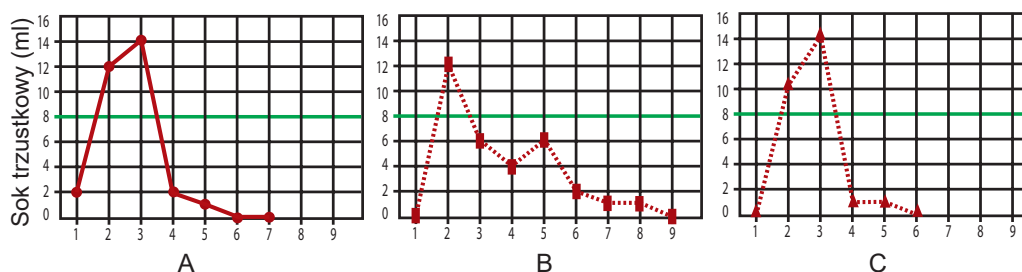
SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Z jakich odcinków składa się jelito cienkie? 2. Jakie funkcje pełni jelito cienkie?
3. Jakie substancje są trawione w jelicie cienkim? 4. Jaka jest rola trzustki w procesach trawienia? 5. Jakie są funkcje wątroby? 6. Jaka jest rola żółci, soku trzustkowego i jelitowego w trawieniu? 7. Jakie substancje wchłaniają się w jelicie cienkim?
8. Jaka jest budowa i funkcje kosmków jelitowych? 9. Z jakich odcinków składa się jelito grube? 10. Jakie są funkcje jelita grubego? 11. Jakie substancje wchłaniają się w jelicie grubym? 12. Jaka jest rola drobnoustrojów w procesach trawienia?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż narząd, do którego uchodzi przewód trzustki: a) żołądek; b) pęcherzyk żółciowy, c) dwunastnica; d) wątroba.
2. Wskaż poprawną kolejność odcinków, z których składa się jelito grube: a) jelito ślepe, okrężnica, esica i odbytnica; b) okrężnica, odbytnica, esica i jelito ślepe; c) okrężnica, esica, odbytnica i jelito ślepe; d) odbytnica, esica, jelito ślepe i okrężnica.



Praca z wykresem. Na trzech wykresach podano wydzielanie soku trzustkowego w przypadku spożycia: A – mięsa; B – chleba; C – mleka.

- 1) Wymień gruczoł trawienny produkujący sok trzustkowy i fermenty, które on zawiera.
- 2) Wymień odcinek układu trawiennego, do którego nadchodzi sok trzustkowy.
- 3) Rozpatrz wykresy i ustal zależność między ilością wydzielanego soku trzustkowego (ml) i trwałością jego wydzielania a rodzajem pokarmu.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Porównaj budowę i funkcje jelita cienkiego i grubego. II grupa. Porównaj budowę i funkcje wątroby i trzustki.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Dlaczego większa ilość wody wchłania się w jelicie grubym, a nie wyprowadza się na zewnątrz wraz z masami kałowymi? 2. Jakie zabiegi mogą sprzyjać odnowieniu normalnej mikroflory jelit w przypadku naruszenia jej składu?



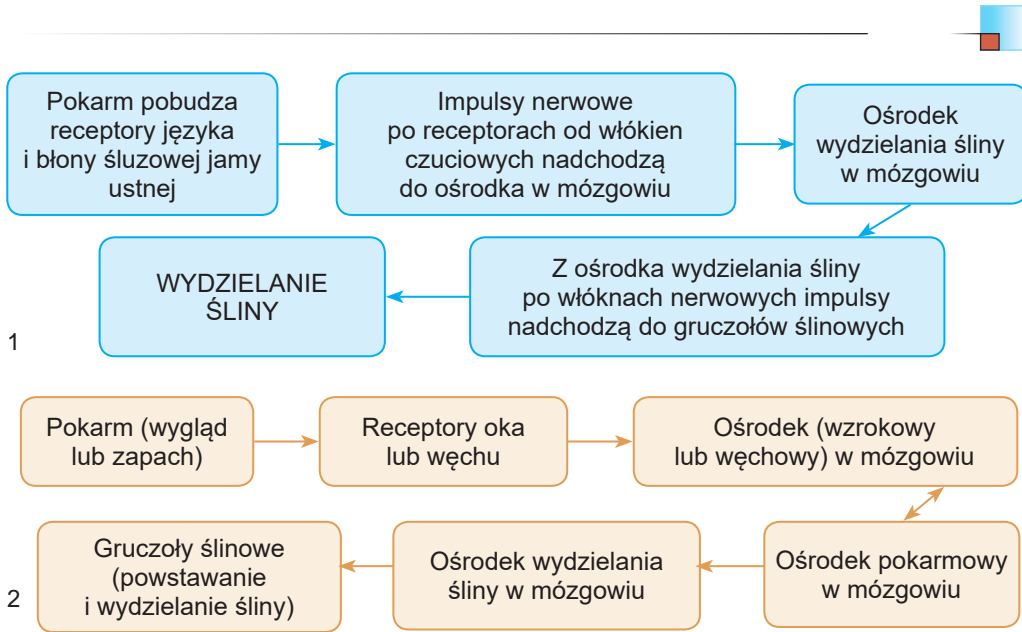
ZADANIE TWÓRCZE. Przyszykuj krótkie notatki w postaci prezentacji komputerowej: „Wątroba jako ważny narząd w organizmie człowieka”, „Trzustka i jej znaczenie w procesach trawienia”.

§ 11. REGULACJA PROCESÓW TRAWIENIA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, jakie rodzaje regulacji wyróżniamy. Co to jest odruch? Jaka jest budowa mózgowia ssaków?

Jakie są rodzaje odruchów? Wiesz, że odruch – to reakcja organizmu na pobudzenia zachodząca przy udziale układu nerwowego i pod jego kontrolą. Odruchy bywają bezwarunkowe (wrodzone) i warunkowe (nabyte). **Odruchy bezwarunkowe** – to stosunkowo stałe, wrodzone reakcje organizmu na bodźce wewnętrzne i zewnętrzne. One są jednakowe u wszystkich ludzi. **Odruchy warunkowe** – są nabyte. One powstają w ciągu życia na podstawie odruchów bezwarunkowych lub powstałych wcześniej warunkowych pod wpływem pewnych czynników środowiska zewnętrznego. Odruchy warunkowe są indywidualne, ponieważ u każdego człowieka powstają niezależnie od innych.

Jak zachodzi regulacja wydzielania śliny? Jak tylko pokarm dostaje się do jamy ustnej, już po kilku sekundach zaczyna wydzielać się ślina. Taka prędkość zapewnia się mechanizmami odruchowymi. Pokarm, który dostaje się do jamy ustnej, pobudza receptory rozmieszczone na jej błonie śluzowej i języku (przede wszystkim smakowe). Od nich pobudzenie po włóknach nerwowych czuciowych przekazuje się do odpowiedniego ośrodka wydzielania śliny w mózgowiu (ryc. 54). Stąd sygnały po nerwach nadchodzą do gruczołów ślinowych, które



Ryc. 54. Schematy ilustrujące bezwarunkowo-odruchowe (1) i warunkowo-odruchowe (2) wydzielanie śliny. **Zadanie.** Porównaj oba schematy i wytłumacz je

zaczynają produkować ślinę. Jest to **wydzielanie bezwarunkowo-odruchowe śliny** (ryc. 54, 1).

Ilość i skład śliny całkowicie zależy od charakteru pokarmu. Im pokarm jest suchszy, tym więcej śliny się wydziela. Wydzielanie bezwarunkowo-odruchowe śliny trwa do tej pory, dopóki pokarm znajduje się w jamie ustnej i pobudza receptory. Jest to reakcja wrodzona. Lecz ślina może wydzielać się zarówno podczas bezpośredniego pobudzenia pokarmem odpowiednich receptorów w jamie ustnej, jak i wtedy, kiedy człowiek widzi pokarm, odczuwa jego zapach i in. Jest to **warunkowo-odruchowe wydzielanie śliny** (ryc. 54, 2).

Pobudzenie receptorów jamy ustnej stymuluje nie tylko wydzielanie śliny, ale i wydzielanie soku żołądkowego. Dzięki temu żołądek zawczasu przygotowuje się do przyjęcia i trawienia pokarmu.

TO CIEKAWE! W badaniach przeprowadzanych na psach I. Pawłow ustalił, że wydzielanie śliny spowodowane jest nie tylko wrodzonymi bezwarunkowymi odruchami (pobudzenie pokarmem receptorów jamy ustnej), lecz i odruchami warunkowymi (w odpowiedzi na wzrokowe, słuchowe, węchowe i inne pobudzenia pokarmowe).

Jak zachodzi regulacja polykania? Złożony proces odruchowy przesuwania się pokarmu z jamy ustnej przez gardło do przełyku – polykanie – zachodzi w następującej kolejności. Sformowana grudeczka pokarmowa dzięki skurczom mięśni języka i policzków dostaje się na nasadę języka. Do momentu dostania się pokarmu na nasadę języka ten proces jest dowolny (chcę – polykam, a nie chcę – przeżuвам). Jak tylko pokarm dostaje się na nasadę języka i pobudza jego receptory, impulsy nerwowe od razu nadchodzą do ośrodka polykania znajdującego się w odpowiednim odcinku mózgowia i powstaje odruch polykania. Przy tym zaciskają się wargi i szczęki, podnosi się podniebienie miękkie i dzięki skurczom mięśni języka grudeczka pokarmowa dostaje się do gardła. Ostatnia faza polykania zachodzi mimowolnie.



Żeby upewnić się w odruchowej istocie połykania, zrób przerwę minutową w czytaniu tego paragrafu. Odpoczywając, wykonaj następujące doświadczenie. Spróbuj kilka razy z rzędu połknąć ślinę. Po 1–2 takich połknięciach, jakbyś nie próbował, nie uda ci się tego dokonać. Nie ma śliny, nasada języka nie pobudza się, więc nie ma połykania. Upewniłeś się, odpocząłeś? Czytaj dalej.

Odruch połykania polega na kilku następujących po sobie odruchach prostych i w pewnych okolicznościach może zakłócać się. Takimi okolicznościami najczęściej mogą być rozmowy podczas jedzenia, sucha lub za duża grudeczka pokarmowa. Chodzi o to, że i połykanie, i mówienie jest związane z układem oddechowym. Przy połykaniu oddech powstrzymuje się, a nagłośnia zamyka wejście do dróg oddechowych. Aby coś powiedzieć, oddychanie ma być aktywne. Taki konflikt często prowadzi do tego, że w momencie połykania nagłośnia nie zamyka wejścia do krtani i część pokarmu może dostać się do dróg oddechowych. To prowokuje kaszel i duszność, co może być bardzo niebezpieczne. Silne podrażnienie odcinka nasady dużą grudeczką pokarmową może wywołać, jako odruch obronny, wymioty.

Jak zachodzi regulacja wydzielania soku żołądkowego? Powstawanie i wydzielanie soku żołądkowego też jest regulowane przez układ nerwowy i substancje biologicznie aktywne. Proces wydzielania soku żołądkowego według mechanizmu jego uruchomienia można podzielić na trzy etapy – tak zwany mózgowy, żołądkowy i jelitowy. **„Mózgowy” etap wydzielania soku żołądkowego** może powstawać jak warunkowo-odruchowo przy pobudzeniu receptorów wzroku, węchu, słuchu, wyglądem i zapachem pokarmu lub dźwiękami powiązanych z pobieraniem pokarmu (brzęk talerzy, rozmowa lub nawet wzmianka o czymś smacznym i in.), tak i bezwarunkowo-odruchowo przy pobudzeniu receptorów błony śluzowej jamy ustnej, gardła, przełyku podczas żucia i połykania pokarmu. Dlatego też etap mózgowy nazywany jest **złożono-odruchowym**.

Im smaczniejszy jest pokarm, z tym większym apetytem my go spożywamy. Im lepszy apetyt, tym więcej soku żołądkowego wydziela się na etapie „mózgowym”. Właśnie dlatego ten sok I. Pawłow nazwał **sokiem apetycznym**. Wydzielanie soku apetycznego ma wyjątkowe znaczenie, ponieważ żołądek przygotowuje się do trawienia pokarmu jeszcze przed jego nadchodzeniem.

Dostając się do żołądka, pokarm mechanicznie i chemicznie pobudza receptory jego błony śluzowej. Skutkiem tego jest odruchowe wzmocnienie i przedłużenie wydzielania soku żołądkowego. **Żołądkowy etap wydzielania soku** jest zapewniany nie tylko przez układ nerwowy. Przypomnij sobie: nadchodzenie pokarmu do żołądka pobudza wydzielanie gruczołami błony śluzowej hormonu gastryny. Nadchodząc z krwią do gruczołów błony śluzowej żołądka, gastryna gwałtownie wzmacnia wydzielanie nimi pepsyny i kwasu solnego. Pobudzają wydzielanie żołądkowe także niektóre substancje, które wchłaniają się do krwi, zwłaszcza produkty trawienia białek, niektóre substancje mineralne, a wśród nich chlorek sodu i in. Dzięki temu etap żołądkowy jest jeszcze nazywany **etapem neurohumoralnym**.

Etap jelitowy wydzielania soku żołądkowego zaczyna się od momentu dostania się papki pokarmowej (chymusu) do jelita. Hormony dwunastnicy przez krew wzmagają wydzielanie żołądkowe.

Wydzielanie soku żołądkowego może nie tylko wzmacniać się, lecz i hamować. Wydzielanie soku w żołądku jest hamowane nieprzyjemnym zapachem i wyglądem pokarmu, szumem, bólem i in. Gdy pokarm długo nie nadchodzi do żołądka,



to jego mięśnie zaczynają kurczyć się i powstaje nieprzyjemne odczucie głodu, które człowiek stara się jak najszybciej zahamować.

Zdrowie człowieka. Pamiętaj! Czytanie, rozmowy podczas jedzenia, ujemne emocje hamują wydzielanie soku żołądkowego.

Jak zachodzi regulacja czynności jelita cienkiego i grubego? Czynności jelita i jego gruczołów są też regulowane układem nerwowym i substancjami biologicznie aktywnymi. W stanie spokoju podczas jedzenia impulsy nerwowe mózgowia wzmacniają aktywność ruchową jelita cienkiego i grubego. Natomiast w przypadku stresu, obciążenia umysłowego układ nerwowy tłumi czynności jelita. Na aktywność pracy jelita wywierają też wpływ niektóre biologicznie aktywne substancje (zwłaszcza hormony). Niektóre z nich (na przykład hormon komórek gruczołowych błony śluzowej żołądka) pobudzają pracę jelit, inne (na przykład specjalny hormon trzustki) – ją hamują.

Już wiesz, że odruchowo sok trzustki i żółć wydzielają się przy pobudzeniu pokarmem receptorów jamy ustnej, gardła i żołądka. Czynność trzustki jest aktywowana przez określone biologicznie aktywne substancje, na przykład hormon, który tworzy się w komórkach gruczołowych dwunastnicy.

Przy pobieraniu pokarmu impulsy nerwowe nadchodzące od mózgowia aktywują wydzielanie żółci (odruch bezwarunkowy). Wzmaga wydzielanie żółci tłusty pokarm, miód, mleko, żółtko jajka, nawet rozmowy o jedzeniu (odruchowo-warunkowe wydzielanie żółci). Napięcie nerwowe wywiera ujemny wpływ na tworzenie się i wydzielanie żółci. Regulacja humoralna wydzielania żółci jest związana z oddziaływaniem niektórych hormonów.

Wypróżnienie odbytnicy zachodzi odruchowo przy udziale przepony i mięśni brzucha. Ośrodek tego odruchu znajduje się w rdzeniu przedłużonym, lecz jego działalność jest regulowana przez określone odcinki mózgowia.

❁ Podstawowe terminy i pojęcia: odruchy bezwarunkowe, odruchy warunkowe.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Rozróżnia się bezwarunkowo-odruchowe i warunkowo-odruchowe wydzielanie śliny.
- Wydzielanie soku żołądkowego jest regulowane odruchowo przy udziale układu nerwowego i humoralnie – przy pomocy biologicznie aktywnych substancji, które są produkowane przez gruczoły żołądkowe.
- Wydzielanie żółci też jest regulowane odruchowo (przez układ nerwowy) i humoralnie.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jak zachodzi regulacja wydzielania śliny? 2. Jak zachodzi połykanie? 3. Jak jest regulowane wydzielanie soków trawiennych? 4. Jak zachodzi regulacja neurohumoralna czynności jelita?

Ustal poprawną kolejność bezwarunkowo-odruchowego wydzielania śliny: a) impulsy nerwowe od receptorów po czuciowych włóknach nerwowych nadchodzą do odpowiedniego ośrodka nerwowego; b) jedzenie pobudza receptory języka i błony śluzowej jamy ustnej; c) ośrodek wydzielania śliny; d) wydzielanie śliny; e) od ośrodka wydzielania śliny po włóknach nerwowych ruchowych impulsy nadchodzą do gruczołów ślinowych.



Ustal poprawną kolejność warunkowo-odruchowego wydzielania śliny: a) pobudzenie receptorów wzrokowych lub węchowych; b) wygląd lub zapach pokarmu; c) ośrodek (wzrokowy lub węchowy); d) ośrodek wydzielania śliny; e) ośrodek pokarmowy; f) gruczoły ślinowe (wydzielanie śliny).



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Procesy wydzielania soku żołądkowego i żółci. Wyniki dyskusji podaj w postaci schematów: „Bezwarunkowo-odruchowe wydzielanie soków trawiennych”, „Warunkowo-odruchowe wydzielanie soków trawiennych”, „Regulacja wydzielania żółci”.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego, kiedy do żołądka dostaje się pokarm, który nie poddaje się trawieniu (na przykład trawa), i w nim, i w jamie ustnej uczucie głodu zanika?



ZADANIE TWÓRCZE. Opierając się na różne źródła informacji i własne doświadczenie, przygotuj mini-prezentacje o czynnikach pobudzających i hamujących wydzielanie soku trawiennego.

§ 12. ZABURZENIA POKARMOWE. PROFILAKTYKA SCHORZEŃ UKŁADU TRAWIENNEGO

Przypomnij sobie, co to są wirusy. Jakie są drobnoustroje chorobotwórcze, organizmy jednokomórkowe, robaki, grzyby?

Znane są różnorodne zaburzenia czynności układu trawiennego. W wyniku zaburzeń czynności narządu żucia i procesów wydzielania śliny narusza się pierwotna obróbka pokarmu. Resztki pokarmu między zębami sprzyjają rozwojowi mikroorganizmów. Wiesz już, że niebezpiecznym schorzeniem zębów jest próchnica. Dlatego też po posiłku należy myć zęby, szczególnie przed snem, płukać jamę ustną ciepłą wodą. Zaburzenia czynności narządu żucia mogą być skutkiem procesów zapalnych błony śluzowej dziąseł i jamy ustnej. Źle przeżuty pokarm powoduje zaburzenia trawienia w żołądku, wzmacnia wydzielanie soku żołądkowego, podrażnia jego błonę śluzową. Prowadzi to do zapalenia błony śluzowej żołądka – nieżyty żołądka (gastritis) (z łac. gaster – żołądek) lub powstania wrzodów ścianek żołądka i dwunastnicy.

Zdrowie człowieka. Racjonalne odżywianie i zdrowy tryb życia – niezawodne sposoby profilaktyki nieżyty żołądka.

Niedotrzymywanie reżimu odżywiania jest również przyczyną zapalenia trzustki (pancreatitis : gr. pancreas-trzustka). Zapaleniu wyrostka robaczkowego (łac. appendicitis acuta) towarzyszy ostry ból z prawej strony dołu brzucha, gorączka, dreszcze, nudności, wymioty.

ZAPAMIĘTAJ! Jeśli pojawiły się podobne objawy, niezwłocznie wezwij karetkę pogotowia. Do przyjazdu lekarza w miejsce bólu można przyłożyć woreczek z lodem. Nigdy nie ogrzewaj bolącego miejsca na brzuchu. Może to doprowadzić do pęknięcia wyrostka i zapalenia otrzewnej.

Wymioty – odruchowy wyrzut treści pokarmowej na zewnątrz z żołądka (bądź z żołądka i jelit) poprzez przełyk. **Ruktacja** (odbijanie się) – wydobywanie się z żołądka powietrza, które dostało się do niego wraz z pokarmem podczas połykania lub gazów tworzących się w żołądku przy zakłóceniach trawienia.

Wskutek nieprawidłowego odżywiania, leczenia antybiotykami może rozwi-



nać się dysbakterioza (z łac. dis- przedrostek oznaczający oddzielenie, naruszenie + bakteria) – zmiany bakteryjnej mikroflory organizmu, przeważnie żołądka. Charakterystyczny dla tego schorzenia jest meteoryzm (z gr. metéōros – wzbijający się w górę) – wzdęcie brzucha spowodowane zwiększonym tworzeniem się gazów jelitowych. Prowadzi to do zmniejszenia efektywności trawienia, naruszenia wchłaniania wody w jelicie grubym; zatrzuwa organizm człowieka szkodliwymi produktami działalności życiowej mikroorganizmów.

W wyniku nieprzestrzegania zasad odżywiania się, spożywania suchego oraz tłustego pokarmu (np. chipsów), małowruchliwego trybu życia z wiekiem może rozwinąć się zastój i zgęszczenie żółci w pęcherzyku żółciowym, co prowadzi do zapalenia woreczka żółciowego (cholecystitis: z gr. cholē – żółć + cystis – pęcherz). Skutkiem zapalenia woreczka żółciowego jest kamica pęcherzyka żółciowego – tworzenie się w pęcherzyku żółciowym kamyczków. Kamyczki z pęcherzyka żółciowego mogą trafić do przewodu żółciowego i zatkać go. Potrzebny jest wtedy niezwłoczny zabieg operacyjny.

Choroby żołądkowo – jelitowe powstają też wskutek zatruc, infekcji.

Jakie rozróżniamy zatrucia pokarmowe? Objawami zatrucia pokarmowego są: ból brzucha, wymioty, biegunka, ból głowy, zawroty głowy. Do grupy bakteryjnych zatruc pokarmowych należą schorzenia spowodowane toksycznym wpływem mikroorganizmów, które trafiły do traktu żołądkowo-jelitowego człowieka wraz z artykułami spożywczymi w wyniku naruszenia zasad ich przechowywania, przewożenia i technologii przyrządzania. Wśród tych zatruc pokarmowych najbardziej rozpowszechniona jest salmonelloza, botulizm (choroba kielbasiana), dyzenteria (czerwonka), cholera (*patrz tabelę 4*).

Tabela 4

Choroby żołądkowo- jelitowe pochodzenia bakteryjnego

Choroba	Czynnik	Objawy	Źródło zakażenia
Salmonelloza	Bakterie z rodzaju Salmonella	Zatrucie organizmu : toksykoza, naruszenie trawienia, gorączka	Chore i zdrowe (nosiciele bakterii) zwierzęta i ludzie, zakażony pokarm (przeważnie mięso i wyroby mięsne, mleko i produkty mleczne, jaja) lub woda
Botulizm (choroba kielbasiana)	Pałeczka jadu kielbasianego	Takie same	Zakażone wyroby mięsne, konserwy rybne i jarzynowe, kielbasy, słonina i wędzona ryba. Bardzo niebezpieczne są konserwy przygotowywane w domu z powodu niewystarczającej ich sterylizacji
Dyzenteria (czerwonka)	różne gatunki pałeczki czerwonki	Takie same	Zakażone produkty (szczególnie mleko i woda) poprzez przedmioty chorego
Cholera	Szczepy przecinkowca cholery	Takie same	Zakażona woda i artykuły spożywcze, brudne ręce po kontakcie z chorym, muchy

Zadanie. Na podstawie tabeli 4 nazwij choroby żołądkowo-jelitowe o podłożu bakteryjnym, ich czynniki chorobotwórcze, objawy i źródła infekcji.

Zdrowie człowieka. Pamiętaj! W większości przypadków przyczyną szerzenia się chorób zakaźnych jest nieprzestrzeganie podstawowych zasad higieny odżywiania i higieny osobistej.



Ryc. 55. S Botkin
(1832–1889)

Choroby narządów trawienia spowodowane infekcją wirusową. Wirusowe zapalenie wątroby typu A (od gr. hepar – wątroba) – ostra choroba zakaźna, przy której przeważnie uszkodza się wątroba i powstaje jej zapalenie. Człowiek zaraża się przez zabrudzone artykuły spożywcze, wodę, przedmioty, brudne ręce. Przenosić wirus żółtaczki mogą również muchy. Po 40 dniach od momentu dostania się czynnika chorobotwórczego do organizmu pojawiają się pierwsze objawy choroby : ból gardła, słabość, nudności, wymioty, gorączka. Mocz ciemnieje, a kał staje się bezbarwny, po kilku dniach białka oczu i skóra żółkną, dlatego chorobę czasami nazywa się żółtaczką. Ta choroba jest bardzo niebezpieczna, ponieważ prowadzi do zaginięcia komórek wątroby i naruszenia

wszystkich jej funkcji. Infekcyjne pochodzenie wirusowego zapalenia wątroby po raz pierwszy udowodnił rosyjski terapeuta i uczonec S. Botkin (ryc. 55).

Chorych na choroby zakaźne skierowuje się do szpitala, a w ich mieszkaniu robi się dezynfekcję.

Jakie niebezpieczeństwo kryje w sobie zatrucie grzybami? Wiesz już, że są grzyby jadalne i silnie trujące (muchomor zielonawy, muchomor czerwony, maślanka wiązkowa (opieńka fałszywa) i in. (ryc. 56)).

Zatrucie grzybami co roku zabiera życie wielu ludziom. Na terytorium Ukrainy rośnie ponad 25 gatunków śmiertelnie trujących grzybów. Objawy zatrucia pojawiają się po 8–72 godzinach od spożycia grzybów. Przede wszystkim są to: wymioty, naruszenie trawienia, nieugaszone pragnienie spowodowane odwodnieniem organizmu, konwulsje. W przypadku pojawienia się takich objawów należy niezwłocznie wezwać karetkę pogotowia.

Zdrowie człowieka. Pierwsza pomoc przy zatruciu grzybami polega na płukaniu żołądka chorego, wypiciu nie mniej niż pięciu szklanek wody; sprowokowaniu wymiotów w celu wydalenia z organizmu resztek niejakościowego pokarmu, a następnie podaniu środków przeczyszczających, gorącej herbaty i wezwaniu lekarza.

Na układ trawienny człowieka negatywny wpływ wywiera również spożywanie alkoholu i palenie tytoniu. Dostając się do żołądka, alkohol podrażnia jego błonę śluzową, wzmacniając wydzielanie soku żołądkowego. Przy tym sok żołądkowy zawiera



Ryc. 56. Grzyby trujące: 1. muchomor zielonawy; 2. muchomor czerwony; 3. maślanka wiązkowa (opieńka fałszywa)



mało fermentów a dużo kwasu solnego. Dlatego też trwałe spożywanie napojów alkoholowych prowadzi do choroby wrzodowej żołądka. Dostając się do naszego organizmu, alkohol z krwią trafia do wątroby i niszczy jej komórki. Palenie papierosów hamuje przemianę substancji i blokuje przyswajanie witamin przez organizm.

Jakie są rozpowszechnione helmintozy (robaczyce)? Obok infekcji żołądkowo – jelitowych rozpowszechnione są robaczyce. One są wywoływane przez pasożyty jelitowe (przypomnij sobie z lekcji biologii 7. klasy cykle życiowe znanych ci pasożytów). Robaczyce prowadzą do wycieńczenia organizmu i niedokrwistości. Ich produkty czynności życiowych wywierają wpływ na układ nerwowy, narządy krwiotwórcze, trawienie. Występują problemy ze snem, brak apetytu, bóle głowy, zmęczenie.

Zdrowie człowieka. Przed posiłkiem należy zawsze myć ręce wodą z mydłem; myć warzywa i owoce; pokarm przechowywać pod przykryciem, aby na niego nie trafiał kurz i nie siadały muchy, nie wolno pić surowej wody; mięso i rybę należy poddać właściwej obróbce termicznej.

Przestrzeganie zasad higieny osobistej -profilaktyką wszelkich chorób.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: choroba wrzodowa żołądka, zapalenie trzustki, zapalenie wyrostka robaczkowego, zapalenie woreczka żółciowego, kamica pęcherzyka żółciowego, dysbakterioza.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Naruszenie sposobu odżywiania, niezdrowa żywność, stresy emocjonalne itd. prowadzą do schorzeń żołądkowo – jelitowych. Różne zatrucia pokarmowe, m.in. grzybami, konserwami, mogą doprowadzić do powstania takich chorób jak: botulizm, dyzenteria, cholera, wirusowe zapalenie wątroby, różne rodzaje robaczyce itd.
- Zdrowy tryb życia, przestrzeganie zasad higieny osobistej -profilaktyką wszelkich chorób.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co może spowodować zaburzenia czynnościowe narządu żucia i zaburzenia wydzielania śliny? Jakie są ich skutki? 2. Jakie znasz zaburzenia pracy żołądka? Jakie są ich przyczyny? 3. Wskutek czego mogą powstać zaburzenia pracy jelit? 4. Jakie znasz infekcyjne schorzenia narządów trawiennych? Na czym polega ich profilaktyka? 5. Jakie są przyczyny zaburzeń pracy wątroby?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

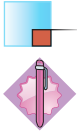
1. Wskaż przyczyny zwiększonej ilości przypadków występowania cholery w lecie na terenach sanatoryjno – uzdrowiskowych: a) spożycie surowej wody skażonej; b) nietrwałość przecinkowca cholery; c) przestrzeganie zasad higieny; d) spożywanie jakościowych produktów spożywczych. 2. Wskaż chorobę spowodowaną infekcją wirusową: a) botulizm; b) dyzenteria; 3) wirusowe zapalenie wątroby; 4) cholera.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Najbardziej rozpowszechnione schorzenia układu trawiennego. II grupa. Choroby układu trawiennego spowodowane infekcją wirusową. III grupa. Schorzenia żołądkowo – jelitowe o podłożu bakteryjnym. IV grupa. Jakie niebezpieczeństwo kryje w sobie zatrucie grzybami? Podaj przyczyny ich powstawania i sposoby zapobiegania. Odpowiedzi podaj w postaci notatek.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego obciążenia nerwowe i stresy mają negatywny wpływ na pracę układu trawiennego? Odpowiedź uzasadnij.

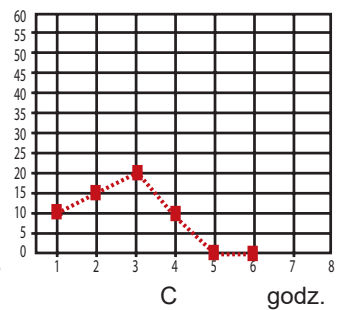
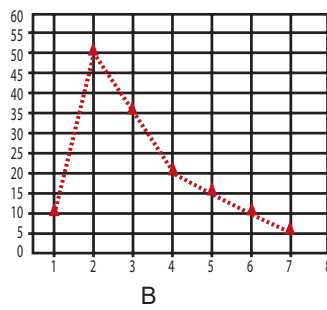
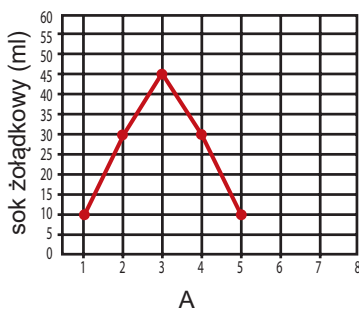


ZADANIE TWÓRCZE. Korzystając z różnych źródeł informacji i wiedzy z biologii zdobytej w 6. klasie, opowiedz o grzybach trujących, które występują w twojej miejscowości.

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż odcinek układu trawiennego, w którym zaczyna rozszczepiać się krochmal:
a) jama ustna; b) żołądek; c) dwunastnica; d) jelito grube.
2. Wskaż, które substancje rozszczepiają się pod wpływem fermentów śliny: a) białka;
b) tłuszcze; c) węglowodany; d) sól
3. Wskaż odcinek układu trawiennego, który zawiera kosmki: a) przełyk; b) żołądek;
c) jelito cienkie d)jelito grube.
4. Wskaż część składową zęba, dzięki której on odżywia się: a) zębina; b) cement;
c) szkliwo; d) miazga.
5. Wskaż narząd, w którym tworzy się żółć: a) żołądek; b) dwunastnica; c) pęcherzyk
żółciowy; d) wątroba.
6. Wybierz substancję, która wchodzi w skład śliny i sprzyja gojeniu się ran w jamie
ustnej: a) amylazaza; b) maltaza; c) lizocyma; d) mucyna.
7. Wskaż narząd układu trawiennego, do którego język przesuwa przeżuty, zmoczony i
częściowo rozszczępiony pokarm: a) gardło; b) przewód pokarmowy; c) żołądek; d) jelito grube.
8. Wskaż środowisko, w którym działają fermenty soku żołądkowego: a) słabo zasadowe;
b) kwaśne; c) neutralne; d) zasadowe
9. Wskaż schorzenie układu trawiennego wywołane infekcją wirusową: a) botulizm;
b) wirusowe zapalenie wątroby; c) cholera; d) dyzenteria.
10. Funkcja żółci – to : a) rozszczepianie tłuszczów; b) rozszczepianie białek;
c) rozszczepianie węglowodanów; d) emulgacja tłuszczów.
11. **Praca z wykresem.** Trzy wykresy odzwierciedlają wydzielanie soku żołądkowego
podczas spożywania: A – mięsa, B – chleba, C – mleka.



Obejrzyj wykresy i wyjaśnij zależność między wydzielonym sokiem żołądkowym i trwałością jego wydzielania po spożyciu pokarmu. W jaki sposób można to wytłumaczyć? Jakie produkty rozszczepienia przeważają podczas spożywania mięsa i chleba?

12. **ZASTANÓW SIĘ.** Przypuśćmy, że rano na śniadanie zjadłeś kaszę z kotletem. W jakich odcinkach układu trawiennego i pod wpływem jakich substancji odbędzie się trawienie jej komponentów?

Temat 3

ODDYCHANIE

Powietrza atmosferycznego nie można zobaczyć ani odczuć, lecz bez niego człowiek nie potrafi przeżyć nawet 5 minut. Jaki specjalny układ narządów w organizmie człowieka zapewnia procesy oddychania?

Dlaczego narządy oddechowe są nazywane bramą powietrzną do naszego organizmu? Jak ochronić narządy oddechowe przed szkodliwymi wpływami otaczającego środowiska?



§ 13. ZNACZENIE ODDYCHANIA DLA ISTNIENIA ORGANIZMU. UKŁAD NARZĄDÓW ODDECHOWYCH CZŁOWIEKA. JEGO BUDOWA I FUNKCJE

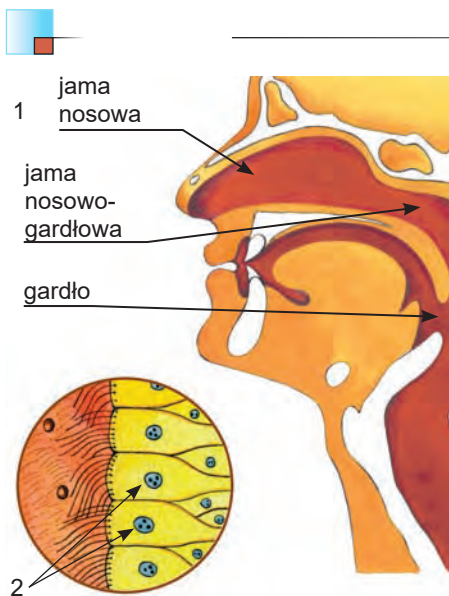
Przypomnij sobie, co odbywa się w procesie oddychania roślin. Jak oddychają zwierzęta kręgowce?

Jakie jest znaczenie oddychania? Już wiesz z poprzednich działów biologii, że człowiek tak samo jak rośliny i zwierzęta oddycha powietrzem atmosferycznym. Jego zapasy powinny stale odnawiać się, ponieważ w organizmie człowieka one są ograniczone objętością płuc.

Termin „oddychanie” określa trzy różne, powiązane ze sobą procesy: *wentylację płuc*; *wymianę gazową*, która zachodzi między powietrzem w płucach a krwią oraz między krwią a innymi tkankami ciała i *oddychanie tkankowe* – wykorzystanie tlenu przez komórki dla reakcji zwolnienia energii. Wskutek tych procesów powstaje dwutlenek węgla, który jest wyprowadzany z organizmu. Wentylacja płuc – to procesy mechaniczne zapewniające nadchodzenie powietrza do płuc i jego wprowadzenie z płuc przez drogi oddechowe.

Cały proces oddychania umownie dzielimy na oddychanie zewnętrzne i wewnętrzne. **Oddychanie zewnętrzne** – to wentylacja płuc (wymiana gazowa między powietrzem atmosferycznym a organizmem), a **oddychanie wewnętrzne** – to wymiana gazowa między krwią a tkankami i wykorzystanie tlenu przez komórki, procesy utleniania substancji organicznych w komórkach w celu uzyskania energii.

Otóż **oddychanie** – to całokształt procesów, które zapewniają dostawanie się do organizmu tlenu, jego wykorzystanie do utleniania substancji organicznych (białek, tłuszczów, węglowodanów), a także wydalanie z organizmu dwutlenku węgla, który powstaje przy reakcjach utleniania. Tak zachodzi wymiana gazowa między organizmem a środowiskiem zewnętrznym.



Ryc. 57. 1. Budowa górnych dróg oddechowych 2. Nabłonek urzęsiony dróg oddechowych. **Zadanie.** Rozpatrz rycinę i wymień składowe części górnych dróg oddechowych

Układ oddechowy człowieka składa się z dróg oddechowych i płuc. Drogi oddechowe – to układ połączonych między sobą narządów próżniowych, którymi porusza się powietrze wdychane i wydychane. Drogi oddechowe człowieka składają się z dróg oddechowych górnych i dolnych (ryc. 57. 1).

Jaką budowę i funkcje mają górne drogi oddechowe? Powietrze atmosferyczne zawiera dużo domieszek (kurz, substancje szkodliwe, drobnoustroje i in.), które mogą zaszkodzić organizmowi człowieka. A więc zanim ono dostanie się do płuc, pokonuje jedną z barier ochronnych – górne drogi oddechowe. Tu powietrze ogrzewa się, zwilża się, oczyszcza się, są unieszkodliwiane organizmy chorobotwórcze. **Do górnych dróg oddechowych** należą: jama nosowa, jama nosowo-gardłowa i część gardła (ryc. 57. 1).

Jama nosowa połączona jest z gardłem. Ta część nazywa się **jamą nosowo-gardłową**. Ściany jamy nosowej są wysłane nabłonkiem urzęsionym lub migawkowym (ryc. 57. 2), którego komórki wydzielają **śluz** (przypomnij sobie, jakie są rodzaje nabłonka). On wychwytuje kurz i przylepione do niego drobnoustroje. Oprócz tego śluz stale zwilża ściany jamy nosowej i powietrze, które przez nią przechodzi. Rzęski nabłonka migawkowego gwałtownie i szybko poruszają się w kierunku nozdrzy, a w kierunku jamy nosowo-gardłowej – łagodnie i powoli. Dzięki temu śluz wraz z kurzem i drobnoustrojami znajdującymi się na błonie śluzowej są wydalane z dróg oddechowych. Śluz także zawiera substancje, które unieszkodliwiają drobnoustroje chorobotwórcze.

Ściany jamy nosowej są okryte gęstą siecią krwionośnych naczyń włosowatych. Płynąca w nich krew ogrzewa się (gdy temperatura środowiska jest niska) lub ochładza się (gdy jest podwyższona) do temperatury ciała.

Zdrowie człowieka. Oddychać należy tylko przez nos, ponieważ przy tym powietrze wdychane oczyszcza się od kurzu, zwilża się, częściowo odkaża się; w chłodną pogodę ogrzewa się, a w ciepłą – ochładza się. Oddychanie w zimnej porze roku często jest przyczyną przeziębień i innych schorzeń.

W błonie śluzowej górnej części jamy nosowej (strefie węchowej) są rozmieszczone osobliwe **receptory węchowe** (komórki czuciowe), które pobierają różne zapachy. Kurz lub substancje o ostrym zapachu, dostając się do jamy nosowej pobudzają, te receptory i powstaje odruch obronny – **kichanie**. Jest to silny wydech odruchowy przez nozdrza. Podczas kichania z jamy nosowej silnym prądem



powietrza wydalany jest nadmiar śluzu wraz z substancjami powodującymi pobudzenie i drobnoustroje. Do jamy nosowej odkrywają się kanały nosowo-izowe.

ZAPAMIĘTAJ! Podczas kichania usta i nos należy przykrywać chusteczką, żeby nie być źródłem rozpowszechniania wirusów chorobotwórczych i bakterii.

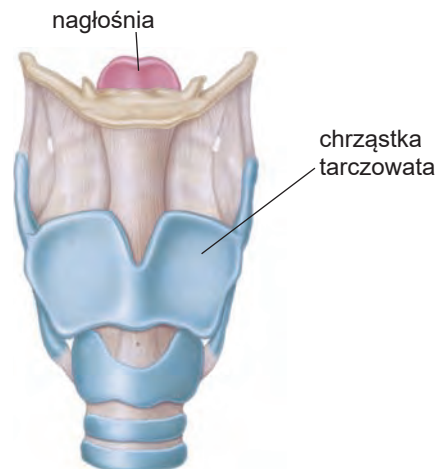
Z jamy nosowej powietrze dostaje się do jamy nosowo-gardłowej, w której znajdują się **migdałki**. Są one barierą ochronną dróg oddechowych. Z jamy nosowo-gardłowej powietrze dostaje się do gardła, gdzie droga oddechowa krzyżuje się z przewodem pokarmowym. Od gardła odchodzą dwie rurki: oddechowa (krtani) i trawienna (przełyk), która rozmieszczona jest z tyłu krtani.

Jaka jest budowa i funkcje dolnych dróg oddechowych? Do dolnych dróg oddechowych należą: krtani, tchawica i oskrzela. **Krtani** ma kształt lejka. Jej ściany tworzy kilka chrząstek, które są połączone między sobą mięśniami i więzadłami (ryc. 58). Największa chrząstka krtani – **tarczowata** – składa się z dwóch płytek, które od przodu są połączone między sobą pod kątem. U mężczyzn, w odróżnieniu od kobiet, ten kąt jest dosyć ostry, dlatego u nich na szyi jest dobrze widoczna wyniosłość – **grdyk** – zwana „jabłkiem Adama”. W górnej części krtani mieści się **nagłośnia** (chrząstka nagłośniowa). Jest to płytka mająca kształt owalnego listka, która przy połykaniu pokarmu zamyka wejście do krtani, zapobiegając dostaniu się obcych cząsteczek do dróg oddechowych. Dzięki temu powietrze dostaje się tylko do krtani, a jedzenie – tylko do przełyku.

Ścianki krtani są wysłane błoną śluzową zawierającą receptory. Podczas ich pobudzenia przez cząsteczki pokarmu, różne substancje twarde lub ciekłe i mieszaniny gazowe, a także wskutek zapalenia powstaje obronny odruch oddechowy – kaszel. Jest to nagły wydech odruchowy przez usta. Dzięki kaszlowi jama krtani oczyszcza się od obcych cząsteczek, co pozwala ochronić inne narządy oddechowe.

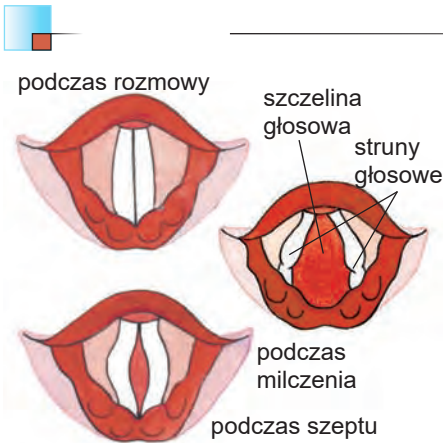
ZAPAMIĘTAJ! Podczas jedzenia nie wolno rozmawiać, śmiać się i wykonywać gwałtowne ruchy. Może to doprowadzić do dostania się pokarmu do krtani, co spowoduje silny kaszel. W pojedynczych przypadkach dostanie się pokarmu do dróg oddechowych może wywołać krztuszenie się. Przy kaszlaniu usta należy przykrywać chusteczką, aby nie być źródłem rozpowszechniania czynników chorobotwórczych.

Krtani – to wyjątkowa część dróg oddechowych. Oprócz przewodzenia powietrza ona bierze udział w powstawaniu głosu. W jamie krtani (w jej górnej części) jest rozmieszczony aparat głosowy, którego podstawą są **struny głosowe** i **mięśnie głosowe** (ryc. 59).



Ryc. 58. Budowa krtani.

Zadanie. Na podstawie tekstu i ryciny podaj charakterystykę funkcji nagłośni.



Ryc. 59. Budowa i rozmieszczenie strun głosowych

Struny głosowe są utworzone z równoległe rozmieszczonych włókien elastycznych, między którymi znajduje się **szczelina głosowa**. Szerokość szczeliny głosowej zmienia się w zależności od stopnia napięcia strun głosowych. Kiedy przez szczelinę głosową przechodzi wydychane powietrze, napięte struny zaczynają drgać i powstaje dźwięk (**głos**). Im mocniej są naciągnięte struny głosowe, tym wyższy powstaje dźwięk. Głośność dźwięku zależy od siły, z jaką powietrze jest wydychane z płuc. Kiedy człowiek milczy, struny głosowe rozchodzą się, szczelina głosowa nabiera postaci trójkąta równobocznego.

Struny głosowe mogą wykonywać od 80 do 10000 drgań na sekundę.

TO CIEKAWE! Wysokość głosu człowieka zależy od długości strun głosowych. U kobiet struny głosowe są krótsze niż u mężczyzn, dlatego głos kobiety jest wyższy. Odcienie głosu zależą od rezonatorów. Ich rolę pełni jama ustna, nosowa, nosowo-gardłowa, gardło.

W tworzeniu różnych dźwięków, a szczególnie dźwięków mowy, udział bierze język, podniebienie, usta, zęby, policzki, żuchwa.

Głos człowieka zmienia się z wiekiem, co jest związane z przebudową aparatu głosowego. Okres dojrzewania płciowego jest okresem krytycznym dla rozwoju aparatu głosowego. W tym okresie głos „łamie się”. Aparat głosowy staje się bardzo wrażliwy na różnego rodzaju ujemne wpływy.

ZAPAMIĘTAJ! Nadmierne napięcie strun głosowych, zapalenie gardła zmieniają głos. On może stać się ochrypły i głuchy. Bardzo szkodliwy wpływ na głos ma palenie tytoniu i nadużywanie alkoholu. Kiedy powstają problemy z głosem albo on znika, należy niezwłocznie zgłosić się do lekarza.

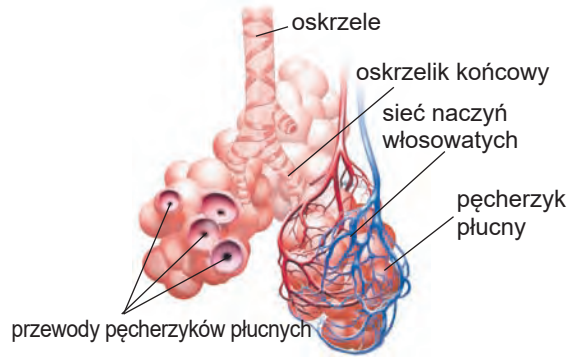
Z krtani powietrze dostaje się do następnego odcinka dróg oddechowych – **tchawicy**.

Tchawica – to rura oddechowa, zbudowana z chrząstek o podkowiastym kształcie, które są połączone między sobą więzadłami. Ściana tylna tchawicy (gdzie nie ma chrząstki) przylega do przełyku. Ona jest utworzona przez mięśnie gładkie. Taka budowa tchawicy nie przeszkadza przechodzeniu jedzenia przez przełyk, a powietrza przez tchawicę do płuc. Przy tym tylna ściana przegina się do środka tchawicy, a pokarm nie utyka w przełyku. Wewnętrzna powierzchnia tchawicy wysłana jest gruczołowym nabłonkiem urzęsionym. Jego rola jest taka sama jak nabłonka jamy nosowej i krtani. Nabłonek gruczołowy wydziela śluz, który zwilża ścianki tchawicy, unieszkodliwia drobnoustroje chorobotwórcze, a nabłonek urzęsiony wypycha śluz na zewnątrz.

W górnej części jamy piersiowej tchawica dzieli się na dwa oskrzela główne – prawe i lewe.



Ryc. 60. Drzewo oskrzelowe: system rozgałęzienia oskrzeli



Ryc. 61. Budowa pęcherzyków płucnych

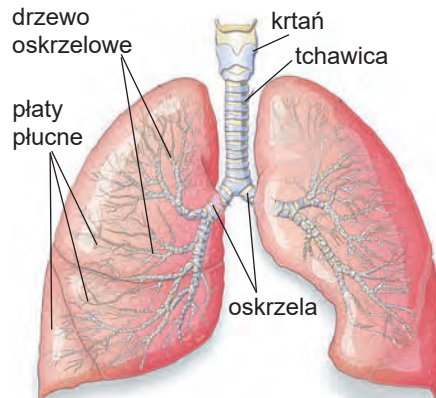
Oskrzela – to część dróg oddechowych, które odgałęziają się od tchawicy i uchodzą do płuc. One są złożone z chrząstek pierścieniowatych, zapobiegających zamknięciu się ich światła. Wewnętrzna powierzchnia oskrzeli, podobnie do ścianek wszystkich odcinków dróg oddechowych, jest okryta nabłonkiem jednowarstwowym urzęsionym (migawkowym). Wchodząc do płuc, oskrzela wielokrotnie rozgałęziają się na drobniejsze oskrzela, które wreszcie przechodzą w najdrobniejsze końcowe rurczki – **oskrzeliki końcowe**. Cały system rozgałęzień oskrzeli nazywa się **drzewem oskrzelowym** (ryc. 60).

Oskrzeliki końcowe przechodzą w przewody pęcherzyków płucnych zakończone woreczkami, które tworzą uwypuklenia określane mianem **pęcherzyków płucnych**. Cienkie ściany pęcherzyków są otoczone gęstą siecią naczyń krwionośnych włosowatych (ryc. 61). Ściany pęcherzyków zbudowane są z nabłonka jednowarstwowego, a środek – wypełniony powietrzem.

Jaka jest budowa i funkcje płuc? Płuca – to narządy parzyste. Prawe płuco jest większe od lewego, dlatego że lewe płuco ma zagłębienie określane mianem wcięcie sercowego. Prawe płuco składa się z trzech płatów, a lewe – z dwóch (ryc. 62). Każde płuco ma stożkowaty kształt: zwężony szczyt i rozszerzoną podstawę przylegającą do przepony. Na powierzchni wewnętrznej (zwróconej do serca) obu płuc znajduje się **wnęka płuca**, przez którą do płuca wchodzi nerw, oskrzela i tętnica płucna.

Z zewnątrz każde płuco okryte jest cienką zwartą błoną łącznotkankową – opłucną. Ona składa się z dwóch blaszek – wewnętrznej (*opłucnej płucnej*) i zewnętrznej (*opłucnej ściennej*). Opłucna płucna pokrywa płuca i jest zrośnięta z ich powierzchnią, a opłucna ścienna wyściela wnętrze klatki piersiowej i zrasta się z jej ścianą.

Między nimi znajduje się *jama opłucna*. Ona zawiera 1–2 ml płynu, który obniża tarcie między płatami przy ruchach oddechowych. W jamie opłucnej nigdy nie ma powietrza, a ciśnienie jest nieco niższe od



Ryc. 62. Płuca. **Zadanie.** Na podstawie ryciny wymień części składowe układu oddechowego



oddechowego atmosferycznego. Jest to bardzo ważne dla pracy płuc, ponieważ sprzyja ruchom oddechowym.

Wiesz już, że oskrzeliki końcowe przechodzą w przewody pęcherzyków płucnych zakończone woreczkami, których ściany tworzą uwypuklenia – pęcherzyki płucne. Wszystkie pęcherzyki znajdujące się na końcu pojedynczego oskrzelika końcowego tworzą grono. W płucach dorosłego człowieka mieści się 500–700 pęcherzyków płucnych. Dzięki temu ogólna powierzchnia oddechowa płuc wynosi ponad 100 m², to znaczy około 50 razy więcej niż powierzchnia skóry człowieka. Dlatego krew prędko wchłania przez ich ściany tlen i oddaje dwutlenek węgla.

Oprócz wymiany gazowej płuca wraz z komórkami krwi biorą udział w reakcji obronnej organizmu, ponieważ w tkance płuc znajduje się duża ilość komórek specjalnych, które są zdolne do unieszkodliwiania drobnoustrojów chorobotwórczych. Płuca zapewniają również funkcję wydalniczą, bo przez nich wydala się na zewnątrz para wodna i niektóre gazowe produkty przemiany (na przykład dwutlenek węgla).

❁ Podstawowe pojęcia i terminy: oddychanie zewnętrzne i wewnętrzne, drogi oddechowe, jama nosowa, jama nosowo-gardłowa, krtań, tchawica, oskrzela, płuca, pęcherzyki płucne.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Narządy oddechowe zapewniają wymianę gazową pomiędzy organizmem a środowiskiem zewnętrznym. Procesy oddychania dzielą się na oddychanie zewnętrzne i wewnętrzne. Oddychanie zewnętrzne – to wymiana gazowa pomiędzy powietrzem atmosferycznym a organizmem; oddychanie wewnętrzne – to wymiana gazowa pomiędzy krwią a tkankami i wykorzystanie tlenu przez komórki, wskutek czego wydziela się energia.
- Układ oddechowy składa się z dróg oddechowych górnych (jama nosowa, jama nosowo-gardłowa, gardło), dolnych (krtań, tchawica, oskrzela) i płuc. W płucach przez ściany pęcherzyków płucnych zachodzi wymiana gazowa pomiędzy powietrzem a krwią.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to są drogi oddechowe górne i dolne? 2. Jaka jest budowa jamy nosowej? 3. Dlaczego należy oddychać przez nos? 4. Co to jest jama nosowo-gardłowa i jama ustna? 5. Jaka jest budowa i funkcje krtani? 6. Jak jest zbudowany aparat głosowy człowieka? 7. Jaka jest budowa i funkcje tchawicy? 8. Co to są oskrzela i pęcherzyki płucne?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż funkcje jamy nosowej: a) powietrze wdychane zwilża się; b) powietrze wdychane wzbogaca się w tlen; c) powietrze wdychane wzbogaca się w dwutlenek węgla; d) w jamie nosowej krew wzbogaca się w tlen.
2. Wskaż narząd, w którym droga oddechowa krzyżuje się z trawienną: a) jama nosowa; b) gardło; c) krtań; d) oskrzela.
3. Wskaż narząd, w którym są rozmieszczone struny głosowe: a) tchawica; b) gardło; c) krtań; d) oskrzela.

Wskaż poprawną kolejność przechodzenia powietrza po drogach oddechowych: a) gardło; b) jama nosowa; c) tchawica; d) oskrzela.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Jakie osobliwości budowy górnych dróg oddechowych zapewniają funkcję wydalniczą i ochronną? II grupa. Jakie osobliwości

ści budowy dolnych dróg oddechowych zapewniają funkcję ochronną i tworzenia głosu? III grupa. Jakie są osobliwości budowy płuc?



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego w budowie tchawicy i oskrzeli przeważa tkanka chrzęstna?



ZADANIE TWÓRCZE. Wyłumacz przystosowania narządów trawienia i oddychania, które uniemożliwiają przedostawanie się pokarmu do krtani. Jakich zasad zachowania podczas jedzenia należy przestrzegać, żeby uniknąć dostania się pokarmu do krtani?

§ 14. PROCESY WYMIANY GAZOWEJ W PŁUCACH I TKANKACH

Przypomnij sobie budowę układu krwionośnego ssaków. Jakie naczynia krwionośne nazywamy żyłami, a jakie – tętnicami? Co to jest małe i duże koło krwioniegi, krew tętnicza i żylna? Jakie znasz prawa dyfuzji? Co to jest homeostaza?

Jak zachodzi wymiana gazowa w płucach? Już wiesz, że podstawową funkcją płuc jest zapewnienie wymiany gazowej między powietrzem atmosferycznym a krwią. Przy wdechu powietrze atmosferyczne dostaje się do płuc i w pęcherzykach płucnych miesza się z powietrzem, które pozostało po wydechu.

Po tętnicach małego krwioniegiu krew żylna nadchodzi do płuc (*przypomnij sobie, jaką drogę przechodzi krew po małym krwioniegiu u ssaków*). Krew żylna zawiera dużą ilość dwutlenku węgla. Przez ściany naczyń włosowatych i pęcherzyków płucnych zachodzi wymiana gazowa między powietrzem zawartym w pęcherzykach płucnych (**powietrze pęcherzykowe**) a krwią: ona oddaje dwutlenek węgla i pobiera tlen, czyli krew staje się krwią tętniczną. Krew tętnicza wychodzi z płuc przez żyły płucne i nadchodzi do serca.

POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: powietrze atmosferyczne jest mieszaniną różnych gazów, lecz podstawowymi jego składnikami są: tlen, dwutlenek węgla i azot. Każdemu z nich w tej mieszaninie odpowiada pewna część, stanowiąca dokładnie taką samą część w ogólnym ciśnieniu atmosferycznym. Mierzmy tę część ciśnienia w milimetrach słupka rtęci (mm sł.Hg). Na przykład, o ile w powietrzu jest 20,9% tlenu, to ciśnienie tlenu w ogólnym atmosferycznym – 153 mm sł. Hg, ponieważ właśnie tyle wynosi 20,9% od 760 mm sł. Hg (*przypomnij sobie, że taką wielkość ma ciśnienie atmosferyczne w normalnych warunkach, o czym dowiadujesz się z prognozy pogody*). Stężenie gazów w cieczach określa się terminem **prężność**. On oznacza, z jaką siłą rozpuszczony gaz stara się wydostać z cieczy.

W powietrzu wdychanym przez człowieka tlenu jest znacznie więcej niż w krwi żyłnej. Ponieważ ciśnienie tlenu w powietrzu pęcherzykowym jest większe (102 mm sł. Hg) niż w krwi żyłnej (40 mm sł. Hg), to zgodnie z podstawowym prawem dyfuzji tlen z powietrza pęcherzykowego przez ściany pęcherzyków płucnych i naczyń włosowatych dostaje się do krwi.

Dyfuzja – to przenikanie substancji gazowej lub rozpuszczonej do innej przy kontakcie bezpośrednim lub przez błonę przepuszczalną (na przykład błonę komórkową) w obecności różnicy ciśnienia lub prężności między nimi. Podstawowym prawem dyfuzji jest to, że ten ruch zachodzi ze środowiska o większym ciśnieniu do środowiska o mniejszym ciśnieniu. Kierunek i prędkości dyfuzji określany jest ciśnieniem parcyjnym.



Dwutlenek węgla przenika do powietrza pęcherzykowego wskutek różnicy jego prężności w krwi żyłnej (47 mm sł. Hg) i ciśnieniem powietrza pęcherzykowego (40 mm sł. Hg). Jak widzisz, różnica jest niewielka, jednak ponieważ prędkość dyfuzji dwutlenku węgla jest około 25 razy większa niż tlenu, to tego wystarczy do przenikania dwutlenku węgla z krwi do powietrza pęcherzykowego.

TO CIEKAWIE! Żeby wyobrazić sobie skalę wymiany gazowej zachodzącej w płucach, warto pamiętać, że w ciągu doby u każdego człowieka w warunkach całkowitego spokoju z powietrza pęcherzykowego do krwi przenika około 500 l tlenu, a z powietrzem wydechowym wydziela się około 450 l dwutlenku węgla. Wiadomo, że przy wzmożonych czynnościach te wskaźniki gwałtownie wzrastają.

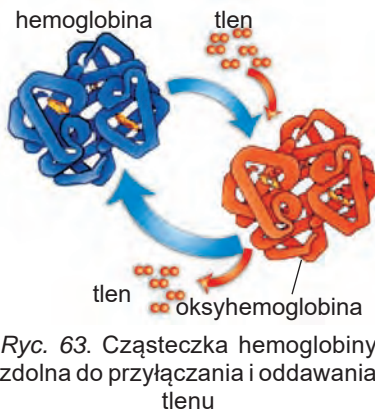
Otóż dzięki intensywnej wymianie gazowej w płucach, to znaczy bezustannemu nadchodzeniu tlenu i wydalaniu dwutlenku węgla, zawartość powietrza pęcherzykowego pozostaje stała, co ma wielkie znaczenie dla utrzymywania homeostazy.

Jak zachodzi wymiana gazowa w tkankach? Bogata w tlen krew tętnicza po krwiobiegu dużym dostaje się do naczyń włosowatych, znajdujących się we wszystkich tkankach. Tam krew tętnicza przekształca się na żylną (pozbawioną tlenu i bogatą w dwutlenek węgla). Ona powraca do serca, a stąd do płuc. Takie przemieszczenie gazów z krwiobiegiem nazywa się transportem gazów krwią. Większa ilość tlenu i dwutlenku węgla przenosi się w chemicznie związanym stanie z białkiem przez hemoglobinę zawartą w erytrocytach (1 g hemoglobiny wiąże 1,34 ml tlenu). Krew dostarcza do tkanek tlen w postaci hemoglobiny utlenionej (oksyhemoglobiny HbO_2) – związku nietrwałego, który łatwo rozszczepia się i uwalnia tlen (ryc. 63).

Wymiana gazowa w tkankach zachodzi według podstawowego prawa dyfuzji. Tlen z naczyń włosowatych, gdzie jego stężenie jest większe, przedostaje się do płynu tkankowego o mniejszym stężeniu tego gazu, a z niego – do komórek. Dwutlenek węgla, odwrotnie, przedostaje się z komórek do płynu tkankowego, a z niego – do krwi. Jak to zachodzi? We krwi tętniczej naczyń włosowatych zawartość tlenu jest większa niż w komórkach. Dzięki dyfuzji tlen przez ściany naczyń włosowatych łatwo przechodzi do płynu tkankowego, z którego przenika do komórek. Tam on od razu wstępuje w reakcje utleniania substancji organicznych (białek, tłuszczów, węglowodanów).

Wskutek procesów utleniania w komórkach zwiększa się zawartość dwutlenku węgla. On tak samo dostaje się dzięki dyfuzji z komórek przez płyn tkankowy do naczyń włosowatych, w których część (około 25%) dwutlenku węgla łączy się z hemoglobiną, tworząc związek nietrwały (karbaminohemoglobinę). Tak krew tętnicza przekształca się na żylną, która po żyłach dużego koła krwiobiegu nadchodzi do serca, a stąd – do płuc. W płucach karbaminohemoglobina rozszczepia się, dwutlenek węgla zwalnia się i wyprowadza się z organizmu.

Reszta (około 75%) dwutlenku węgla łączy się z osoczem krwi tworząc kwas węglowy (H_2CO_3).



Ryc. 63. Cząsteczka hemoglobiny zdolna do przyłączania i oddawania tlenu

Czy zmienia się skład powietrza w płucach? B? Już wiesz, że w skład powietrza at-



mosferycznego wchodzi prawie 21% tlenu, około 79% azotu, w przybliżeniu 0,03% dwutlenku węgla, niewielka ilość pary wodnej i gazów szlachetnych. Właśnie taki jest skład **powietrza wdechowego** nadchodzącego do naszego organizmu. Dzięki zmianom częstotliwości i głębokości oddychania w pęcherzykach płucnych utrzymuje się stosunkowo stała zawartość gazów. Wydechane powietrze nazywamy **wydechowym**. Jego skład w porównaniu z wdechowym jest inny: ilość tlenu w nim obniża się, a dwutlenku węgla zwiększa się (*patrz tabelę 5*).

Tabela 5

Skład powietrza atmosferycznego i powietrza po wydechyaniu

Powietrze	Zawartość gazów (%)		
	tlen	dwutlenku węgla	azot, woda, gazy szlachetne
Wdechowe (atmosferyczne)	21,00	0,03	79,03
Pęcherzykowe	14,40	5,20	80,60
Wydechowe	16,30	4,00	79,70

Zadanie. Porównaj skład wdechowego i pęcherzykowego; wdechowego i wydechowego; wydechowego i pęcherzykowego powietrza. Wytłumacz, dlaczego zmienia się jego zawartość. Dzięki czemu podtrzymuje się stosunkowo stały skład powietrza pęcherzykowego? Jakie to ma znaczenie dla organizmu?

Czystość powietrza atmosferycznego ma ważne znaczenie dla zdrowia człowieka. W związku z rozwojem przemysłu i transportu powietrze atmosferyczne zanieczyszcza się. Dym tytoniowy również zanieczyszcza powietrze.

Zdrowie człowieka. Staraj się nie zanieczyszczać swoich narządów oddechowych dymem tytoniowym. Aby zaopatrzyć narządy oddechowe w tlen, częściej spaceruj na świeżym powietrzu: w lesie, skwerach, parkach i in. Jeżeli przez pewien czas musisz przebywać w zakurzonej pomieszczeniu, chroń swoje narządy oddechowe za pomocą respiratorów.

Oddychanie zależy od ciśnienia parcjalnego tlenu w atmosferze. Dobrze o tym wiedzą alpinisci i nurkowie. Alpinisci, wspinając się w góry, odczuwają zmiany w samopoczuciu: oddychanie staje się powierzchniowe, okresowo przerywa się; wskutek obniżenia stężenia tlenu we krwi wynika potrzeba częstszego oddychania. Tak powstaje hipoksja (głód tlenowy), której towarzyszą duszności. Możliwe jest krwawienie z nosa, zawroty głowy, nudności, niewydolność serca i in. Są to objawy choroby górskiej (wysokościowej).

Nurkowie, zanurzając się na każde 10 m, odczuwają zmianę ciśnienia środowiska, które wzrasta na 1 atm. Także zmienia się ich samopoczucie: zwiększa się ciśnienie parcjalne tlenu w krwi i tkankach i rozpuszcza się azot. Skutkami zatrucia tlenem są skurcze i halucynacje. Żeby do tego nie doszło, trzeba azot w mieszaninie gazowej zastąpić helem i zmniejszyć stężenie tlenu. Jeżeli nurka prędko podniesiemy, to azot „zagotuje się” (jego pęcherzyki zaczopowują naczynia i rozrywają tkanki) i następuje paraliż rąk i nóg, ogólna słabość. Dlatego nurka należy podnosić z głębokości powoli. Przy takich warunkach nadmiar gazu wyprowadza się bez powstawania pęcherzyków.

❁ Podstawowe terminy i pojęcia: wymiana gazowa, powietrze wdychane, pęcherzykowe i wydechane.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

● Oddychanie – to całokształt procesów, które zapewniają dostawanie się do organizmu tlenu, utlenianie substancji organicznych z uwalnianiem niezbędnej dla czynności życiowych energii, wyprowadzenie z organizmu dwutlenku węgla. Ono zachodzi za pomocą dyfuzji gazów z powietrza atmosferycznego do krwi, ich transportu krwią i wymiany gazowej w tkankach. Wydechane powietrze zawiera znacznie mniej tlenu i znacznie więcej dwutlenku węgla niż atmosferyczne.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest oddychanie? Jakie znaczenie ma oddychanie dla zapewnienia czynności życiowych organizmu? 2. Co to jest dyfuzja i jakie jest jej znaczenie dla wymiany gazowej organizmu człowieka? 3. Czym różni się zawartość tlenu i dwutlenku węgla w krwi tętniczej i żyłnej? Dzięki czemu tlen z powietrza pęcherzykowego dostaje się do krwi, która cyrkuluje w naczyniach włosowatych pęcherzyków płucnych? 5. Jak różni się zawartość gazów w powietrzu wdychanym i wydychanym?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż, gdzie jest wyższa zawartość tlenu: a) w powietrzu wdychanym; b) w powietrzu wydychanym; c) w powietrzu pęcherzykowym.

2. Zaznacz zawartość procentową dwutlenku węgla zdolnego łączyć się z hemoglobina: a) 10%; b) 25%; c) 45%; d) 75%.

Ustal poprawną kolejność procesów nasycenia krwi tlenem: a) człowiek wdycha powietrze atmosferyczne; b) tlen z powietrza pęcherzykowego przechodzi do krwi; c) w płucach powietrze atmosferyczne miesza się z pęcherzykowym; d) powietrze po drogach oddechowych dostaje się do pęcherzyków płucnych; e) krew łączy się z hemoglobina i staje się tętnicza.

Rozwiąż zadanie. Przy spokojnym wdechu dorosłego człowieka do płuc nadchodzi około 500 ml powietrza. W powietrzu wdychanym zawartość tlenu wynosi 21%, a w wydychanym – 16%. Wyznacz, ile tlenu przy tym zużywa organizm człowieka. Wybierz poprawną odpowiedź: a) 20 ml; b) 25 ml; c) 30 ml; d) 35 ml.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj charakterystykę podstawowych etapów wymiany gazowej w organizmie człowieka. Porównaj zawartość powietrza wdychanego, pęcherzykowego i wydychanego. Wyłumacz znaczenie dotrzymywania się czystości powietrza.



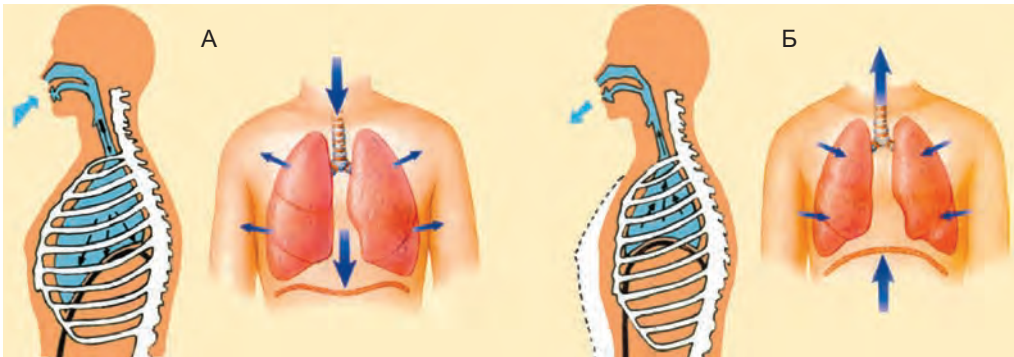
ZASTANÓW SIĘ. 1. Dlaczego w powietrzu pęcherzyków płucnych tlenu jest znacznie mniej niż w atmosferycznym? 2. Wyjaśnij znaczenie wietrzenia klas po każdej lekcji.

§ 15. RUCHY ODDECHOWE. NEUROHUMORALNA REGULACJA RUCHÓW ODDECHOWYCH

Przypomnij sobie z lekcji fizyki zależność objętości próżni od ciśnienia. Co to jest przepona? Jaka jest budowa mózgowia ssaków?

Już wiesz, że podstawową funkcją płuc jest wymiana gazowa między powietrzem pęcherzyków płucnych i krwią. Wymiana gazowa w płucach możliwa jest dzięki ruchom oddechowym – wdechowi i wydechowi, które układają się w **cykl oddechowy**.

Jak zachodzą ruchy oddechowe? Płuca nie posiadają własnych mięśni, dlatego wdech i wydech zachodzą za rachunek ruchów oddechowych: skurczu lub rozkurczu mięśni oddechowych, które zmieniają objętość klatki piersiowej (ryc. 64). W wykonaniu ruchów oddechowych przede wszystkim biorą udział mięśnie międzyżebrowe i przepona, w mniejszym stopniu – niektóre mięśnie



Ryc. 64. Ruchy oddechowe: A – podczas wdechu; B – podczas wydechu. **Zadanie.** Wyjaśnij, co zachodzi z płucami, przeponą i klatką piersiową przy wdechu i wydechu

obręczy barkowej, szyi, grzbietu i brzucha. Ponieważ ciśnienie w jamie opłucnej jest niższe niż ciśnienie w płucach, płuca powtarzają kształt jamy piersiowej, która zmienia się wskutek ruchów przepony.

Przy wdechu kurczą się **zewewnętrzne mięśnie międzyżebrowe**, które podnoszą żebra. Skurcz mięśni przepony zmienia jej kształt – staje się ona mniej wypukła. Za rachunek tego objętość jamy piersiowej zwiększa się i ciśnienie w płucach staje się niższe od atmosferycznego. Wskutek tego powietrze nadchodzi przez drogi oddechowe do pęcherzyków płucnych płuc.

W stanie spokoju wydech zachodzi pasywnie przez rozkurcz mięśni międzyżebrowych zewnętrznych i przepony. Przy tym mięśnie opuszczają się za rachunek własnej wagi. Przeponę wypierają do góry elastyczne narządy wewnętrzne jamy brzusznej, które z kolei były przyciśnięte przy wdechu do dołu. Przy **głębokim (aktywnym) wydechu**, oprócz rozkurczu zewnętrznych mięśni międzyżebrowych i mięśni przepony kurczą się **mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne** i mięśnie brzuszne. Wewnętrzne mięśnie międzyżebrowe aktywnie opuszczają żebra, a mięśnie brzuszne, kurcząc się, jeszcze bardziej wypinają przeponę w stronę jamy piersiowej. Wskutek tego objętość jamy piersiowej jeszcze bardziej zmniejsza się, ciśnienie w niej staje się wyższe niż atmosferyczne, i powietrze wypiera się z płuc do dróg oddechowych, a stąd – na zewnątrz. Dodatkowe grupy mięśni mogą być włączone w ruchy oddechowe przy nadmiernym fizycznym obciążeniu.

W stanie spokoju człowiek wykonuje 16–20 ruchów oddechowych na minutę. Podczas zajęć sportowych, przy ciężkiej pracy fizycznej, a także przy niektórych schorzeniach częstotliwość ruchów oddechowych znacznie wzrasta.

Do ilościowej oceny funkcjonalnego stanu płuc człowieka mierzy się tak zwane **objętości płucne**.

Co to są objętości płucne i pojemność płuc? Podczas każdego cyklu oddechowego powietrze w płucach odnawia się. Ten proces nazywa się **wentylacją płuc**. Jej ilościowym wskaźnikiem jest **chwilowa objętość płuc** – objętość powietrza wdychanego i wydychanego za minutę. Ona jest obliczana jako iloczyn objętości powietrza wdychanego za jeden raz na ilość ruchów oddechowych za 1 minutę. W stanie spokoju u dorosłego człowieka chwilowa objętość płuc wynosi około 7 l, a przy wyczerpanej pracy może sięgać 50–160 l. Otóż wentylacja płuc zależy od objętości wdychanego i wydychanego powietrza i częstotliwości ruchów oddechowych.



Do charakterystyki wentylacji płuc w stanie spokoju wykorzystuje się taki wskaźnik jak **objętość oddechowa**. Jest to ilość powietrza, którą człowiek wdycha i wydycha w stanie spokoju. Średnio ona wynosi 0,5 l. Należy pamiętać, że z tej ilości tylko około 0,35 l powietrza dostaje się do pęcherzyków płucnych, a 0,15 l zatrzymuje się w próżniach dróg oddechowych (nosa, jamy nosowo-gardłowej, krtani, tchawicy, oskrzeli) i nie bierze udziału w wymianie gazowej.

Po spokojnym wdechu człowiek może pobrać dodatkowo (głęboki wdech) jeszcze 1–2 l powietrza. Takie dodatkowo pobrane powietrze nazywamy **zapasową objętością wdechową**. Tak samo po spokojnym wydechu można dodatkowo usunąć jeszcze około 1,5 l powietrza, dlatego nazywamy go **zapasową objętością wydechową**. Najważniejszym wskaźnikiem, który najpełniej charakteryzuje stan dróg oddechowych człowieka, jest ilość powietrza, którą można usunąć z płuc po maksymalnym wdechu. Właśnie ją nazywamy **pojemnością życiową płuc**.

Otóż pojemność życiowa płuc – to suma objętości oddechowej i objętości zapasowych wdechu i wydechu. Jej charakterystyki u mężczyzn wahają się w granicach 3,5 – 5 l, u kobiet – 3–3,5 l., u osób trenujących pojemność życiowa płuc może sięgać 6–7 l. Właśnie dlatego oni nie odczuwają duszności przy obciążeniach fizycznych. Duża ilość tlenu, która dostaje się po wdechu do płuc, potrafi zaopatrzyć organizm w tlen. U ludzi nietrenujących przy większych obciążeniach fizycznych zapotrzebowanie na tlen jest zapewniane przeważnie przez zwiększenie częstotliwości oddychania.

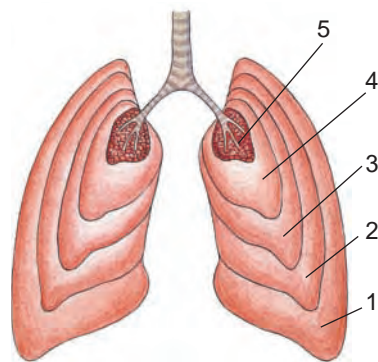
Pojemność życiową płuc człowieka wyznaczamy za pomocą specjalnego przyrządu – **spirometru** (ryc. 65).

Należy pamiętać, że nawet po maksymalnym wydechu w płucach pozostaje jeszcze 1–1,5 l powietrza (**objętość zalegająca**). Tłumaczy się to tym, że płuca nigdy nie zapadają się, ponieważ w jamie opłucnej nawet przy maksymalnym wydechu ciśnienie jest niższe od atmosferycznego.

Suma pojemności życiowej płuc i objętości zalegającej jest **pojemnością całkowitą płuc** – ilością powietrza zawartego w płucach po maksymalnym wdechu (ryc. 66).



Ryc. 65. Spirometr: przyrząd, za pomocą którego wyznacza się pojemność życiową płuc człowieka



Ryc. 66. Pojemność całkowita płuc: 1. głęboki wdech; 2. spokojny wdech; 3. spokojny wydech; 4. głęboki wydech; 5. objętość zalegająca



Zdrowie człowieka. Pojemność życiowa płuc – to jedna z podstawowych charakterystyk fizycznego rozwoju człowieka, która zależy od stanu jego mięśni oddechowych. Dla zwiększenia pojemności życiowej płuc trzeba codziennie trenować mięśnie oddechowe i mięśnie szkieletowe. Podczas pracy mięśniowej wentylacja płuc podwyższa się nie tylko od przyspieszenia częstości ruchów oddechowych, a i wskutek zwiększenia ich głębokości. Dlatego należy codziennie wykonywać pracę fizyczną, ćwiczenia fizyczne, uprawiać sport (wioślarstwo, pływanie, gimnastykę, bieg i in).

Jak zachodzi nerwowa regulacja oddychania? Wdech i wydech, jak już wiesz, spowodowane są skurczem i rozkurczeniem mięśni oddechowych w odpowiedzi na impulsy nerwowe, które nadchodzą z ośrodków nerwowych rdzenia kręgowego. Z kolei aktywność tych ośrodków jest kontrolowana przez neurony rozmieszczone w **ośrodku oddechowym** (znajduje się w jednym z odcinków mózgowia człowieka – rdzeniu przedłużonym) i neuronami rozmieszczonymi w korze półkul mózgowia. Czynność ośrodka oddechowego zapewnia automatyczne ruchy oddechowe. Ośrodek oddechowy pracuje nawet wtedy, kiedy śpisz. Dzięki wpływom ośrodków nerwowych, które są rozmieszczone w korze mózgowia, człowiek zdolny jest dowolnie kierować ruchami oddechowymi.

Ośrodek oddechowy zapewnia rytmiczną czynność mięśni oddechowych dzięki współdziałaniu między sobą skupisk neuronów dwóch typów: **neuronów wdechu** i **neuronów wydechu**. One są jeszcze nazywane ośrodkami wdechu i wydechu. Neurony wdechu pobudzają się przed początkiem wdechu, a neurony wydechu – przed początkiem wydechu (*patrz tabelę 6*).

Tabela 6

Stan narządów i zmiany zachodzące w nich przy wdechu i wydechu

Stan narządów	Wdech	Wydech
Mózgowie	Ośrodek wdechu pobudza się (pobudzenie przez rdzeń kręgowy nadchodzi do mięśni oddechowych i przepony), ośrodek wdechu hamuje się	Ośrodek wdechu hamuje się, a ośrodek wydechu pobudza się i „przekazują polecenie” mięśniom międzyżebrowym i przeponie
Zewnętrzne mięśnie międzyżebrowe	Kurczą się i unoszą żebra i klatkę piersiową ku górze	Zachodzi rozkurcz, żebra i klatka piersiowa opuszczają się do dołu
Przepona	Wypukłość przepony zmniejsza się	Wypukłość przepony zmniejsza się
Objętość jamy piersiowej	Zwiększa się	Zmniejsza się
Płuca	Rozciągają się	Zmniejszają się
Skutek. Ciśnienie w jamie piersiowej, płucach, pęcherzykach płucnych i oskrzelach	Obniża się w porównaniu z atmosferycznym. Płuca wypełniają się powietrzem	Zwiększa się w porównaniu z atmosferycznym. Powietrze wypycha się z pęcherzyków płucnych oraz płuc i wyprowadza się na zewnątrz przez drogi oddechowe.

Zadanie. Na podstawie tabeli 6, wyjaśnij stan narządów i zmiany zachodzące przy wdechu i wydechu.

Ruchy oddechowe są regulowane także przez receptory rozmieszczone na samych płucach. Receptory te pobudzają się przy wdechu.

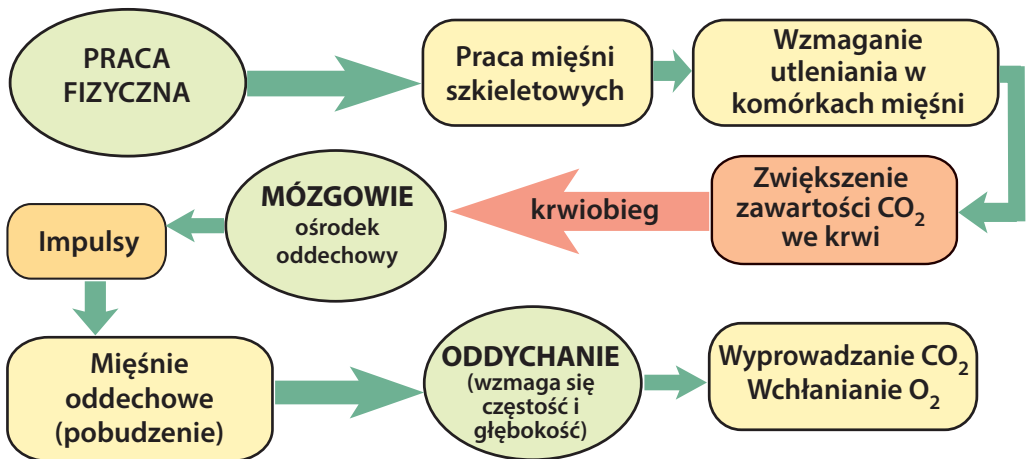


TO CIEKAWE! Pobudzenie i hamowanie ośrodka oddechowego, i odpowiednio przyspieszanie lub spowalnianie oddychania, mogą wywołać impulsy nadchodzące do niego od różnych narządów czucia (węchu, wzroku, smaku i in.), a także od narządów wewnętrznych (wątroby, śledziony, nerek, przewodu pokarmowego i in.). Naruszeniu pracy tych narządów, na przykład ich zapaleniu, może towarzyszyć zmiana rytmu i głębokości oddychania. Podwyższona temperatura i ból przyspieszają oddychanie. Oprócz tego na ośrodek oddechowy wywierają wpływ emocje – radość, strach i in.

Aktywność ośrodka oddechowego w znacznym stopniu wyznacza się pobudzeniem receptorów, które kontrolują skład chemiczny krwi – zawartość we krwi gazów. Otóż oprócz nerwowej istnieje jeszcze regulacja humoralna procesów nerwowych.

Jak zachodzi regulacja humoralna procesów oddychania? Podstawową funkcją czynności układu oddechowego jest zaopatrzenie organizmu w tlen, lecz regulacja humoralna oddychania przeważnie opiera się na zmianach zawartości we krwi dwutlenku węgla. Zwiększenie we krwi ilości dwutlenku węgla aktywuje receptory rozmieszczone na ścianach naczyń, które odżywiają mózgowie. Skutkiem takiego pobudzenia jest podwyższenie czynności ośrodka oddechowego rdzenia przedłużonego i odpowiednio zrastania częstości i głębokości ruchów oddechowych.

Wzrost stężenia dwutlenku węgla we krwi, która nadchodzi do mózgowia, zdolne jest do bezpośredniego pobudzania ośrodka oddechowego. To także przyczynia się do wzrostu częstotliwości i głębokości oddychania, które trwa do tej pory, dopóki stężenie dwutlenku węgla nie obniży się do normy. Na przykład na lekcjach wychowania fizycznego, wykonując określone ćwiczenia fizyczne, odczuwasz, że częstość i głębokość oddychania zwiększa się. Dzieje się tak dlatego, że podczas obciążeń fizycznych wzmagają się prace mięśni szkieletowych, co przyspiesza procesy utleniania w ich komórkach, a odpowiednio i zwiększenie dwutlenku węgla we krwi. Krew z nadmiarem dwutlenku węgla nadchodzi do ośrodka oddechowego i uwarunkowuje jego pobudzenie, które przekazuje się mięśniom oddechowym. Człowiek zaczyna oddychać głębiej i to powoduje wyprowadzanie nadmiaru dwutlenku węgla i uzupełnianie zawartości tlenu (rys. 67).



Ryc. 67. Regulacja ruchów oddechowych. **Zadanie.** Wytłumacz, jak zmieniają się ruchy oddechowe podczas biegu



TO CIEKAWE! W momencie urodzenia, kiedy dziecko przestaje otrzymywać tlen przez łożysko z organizmu matki, w jego krwi gwałtownie wzrasta zawartość dwutlenku węgla. To pobudza ośrodek oddechowy, od którego impulsy nerwowe nadchodzą do ruchowych neuronów rdzeniowych zewnętrznych mięśni międzyżebrowych i przepony. Dziecko samodzielnie wykonuje pierwszy wdech – zaczyna się cykl oddecho.

Ośrodek oddechowy również pobudza hormon adrenalina, który produkują nadnercza (szczegółowo o czynnościach układu gruczołów dokrewnych dowiesz się w § 55). Ten hormon intensywnie wydzielają się przy jakichkolwiek przeżyciach, więc właśnie dlatego w takich okolicznościach oddychamy głęboko i często.

✿ **Podstawowe pojęcia i terminy: wdech, wydech, ośrodek oddechowy, pojemność życiowa płuc.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Dzięki ruchom oddechowym (wdech i wydech) powietrze w płucach stale odnawia się. Ruchy oddechowe są regulowane przez ośrodek oddechowy rozmieszczony w rdzeniu przedłużonym. Jego czynności odbywają się pod kontrolą półkul mózgowia. Częstotliwość i głębokość ruchów oddechowych zależy od stężenia dwutlenku węgla we krwi.
- Wentylację płuc zapewniają ruchy oddechowe, które w stanie spokoju powodują skurcz i rozkurcz mięśni międzyżebrowych i przepony, a w warunkach wysiłku fizycznego – również innych mięśni. Cykl oddechowy składa się z wdechu i wydechu, podczas których zmienia się objętość jamy piersiowej.
- Pojemność życiowa płuc – ilość powietrza, którą można usunąć z płuc po maksymalnym wdechu – jest wskaźnikiem rozwoju fizycznego człowieka.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest cykl oddechowy? Z jakich faz on się składa? 2. Jaki jest mechanizm wdechu i wydechu? 3. Ile ruchów oddechowych na minutę wykonuje człowiek w stanie spokoju? 4. Gdzie mieści się centrum oddechowe? 5. Na czym polega zasada odruchowa pracy ośrodka oddechowego? 6. Dzięki czemu człowiek może świadomie kierować ruchami oddechowymi? 7. Jak zachodzi humoralna regulacja procesów oddychania?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż mięśnie, które zapewniają głęboki wdech: a) mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne; b) mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne; c) mięśnie przepony; d) mięśnie szyi.
2. Wskaż, jak nazywa się ilość powietrza, którą człowiek może pobrać po spokojnym wdechu: a) objętość oddechowa; b) objętość zapasowa wdechowa; c) objętość zapasowa wydechowa; d) pojemność życiowa płuc.
3. Wskaż, jak nazywa się maksymalna ilość powietrza, którą człowiek może usunąć po głębokim wdechu: a) objętość oddechowa; b) objętość zapasowa wydechowa; c) objętość zapasowa wdechowa; d) pojemność życiowa płuc.

Rozwiąż zadanie. Ile powietrza (l) zużyje na oddychanie klasa licząca 35 osób w ciągu 45 min. lekcji, jeżeli jeden uczeń średnio wykonuje 16 wdechów na minutę po 500 ml powietrza? Wybierz poprawną odpowiedź: a) 126; b) 1260; c) 12600; d) 126000.

Ustal poprawną kolejność procesu wdechu: a) płuca rozciągają się i wypełniają się powietrzem; b) zwiększa się objętość jamy piersiowej; c) przepona opuszcza się do dołu; d) kurczą się mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne; e) żebra się podnoszą.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Na podstawie ryciny 67, wytłumacz regulację ruchów oddechowych.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Dlaczego bardzo ważne jest to, by dziecko od razu po urodzeniu zakrzyczało? 2. Jak można wytłumaczyć różnicę wymiarów lewego i prawego płuca?

§ 16. CHOROBY NARZĄDÓW ODDYCHANIA I ICH PROFILAKTYKA

Przypomnij sobie z lekcji podstaw zdrowia, jakie znasz bakterie chorobotwórcze. Co to jest gruźlica? Jakie są przyczyny jej powstawania i środki zapobiegania? Co to są wirusy? - Jakie istoty są nazywane drobnoustrojami?

Uszkodzenie dróg oddechowych i płuc powoduje zakłócenie procesów oddychania. Wdychanie pewnych substancji chemicznych o ostrym zapachu, dymu, kurzu, bardzo zimnego lub gorącego powietrza może spowodować zapalenie błony śluzowej jamy nosowo-gardłowej, gardła, tchawicy i in. Ona nabrzmięwa, wydziela się dużo śluzu. Jednak najczęściej zapalenie błon śluzowych różnych odcinków dróg oddechowych i płuc powodują schorzenia infekcyjne.

Jakie istnieją infekcyjne schorzenia narządów oddychania? Chorobotwórcze wirusy i bakterie mogą atakować dowolną część dróg oddechowych. Zapalenie błony śluzowej jamy nosowej nazywamy **katarem** lub **nieżytem nosa**, gardła – **zapaleniem gardła** (łac. pharyngitis), krtani – **zapaleniem krtani** (łac. laryngitis), tchawicy – **zapaleniem** lub **nieżytem tchawicy** (łac. tracheitis).

Angina – to ostre zapalenie migdałków rozmieszczonych w gardle. Przejawy choroby – uczucie ściskania w gardle, ból przy połykaniu, podwyższona temperatura, złe samopoczucie.

Zapalenie oskrzeli (łac. bronchitis) – to zapalenie błon śluzowych oskrzeli. Zapaleniu oskrzeli towarzyszy kaszel (przy ostrym – długotrwały, uporczywy), częściiej ze śluzowymi lub śluzowo-ropnymi wydzielinami, zadyszka, ból w piersiach, gorączka.

Zapalenie opłucnej (łac. pleuritis) – powstaje wskutek dostania się zarazków chorobotwórczych do jamy opłucnej. Dowolnemu uszkodzeniu opłucnej towarzyszy utrata hermetyczności jamy opłucnej. Błazki opłucnej – zewnętrzna i wewnętrzna – zapadają się i nawet mogą się zrosnąć między sobą. To znacznie komplikują lub nawet uniemożliwia przepływ powietrza do płuc.

Zapalenie płuc (łac. pneumonia) – bardzo niebezpieczne schorzenie infekcyjne. Przyczyną jego powstania najczęściej bywa nadmierne ochłodzenie albo komplikacje po zapaleniu oskrzeli lub grypie.

Grypa – ostre schorzenie infekcyjne, które powodują kilka rodzajów wirusów. Po przebytej grypie u człowieka powstaje odporność na ten rodzaj wirusów grypy. Natomiast inne rodzaje, które jeszcze nie zakażały człowieka, mogą spowodować chorobę. Właśnie w ten sposób tłumaczy się powtórne zachorowania na grypę.

TO CIEKAWIE! O epidemiach grypy ludzkość wiedziała jeszcze z czasów średniowiecza. Podczas epidemii 1918 r., znanej jako „grypa hiszpańska” lub „hiszpanka”, w świecie w ciągu trzech miesięcy przechorowało 500 mln. osób, z których 20 mln. zmarło.

Źródłem rozpowszechnienia wirusów grypy jest chory człowiek. Podstawowa droga zakażenia – powietrzno-kropelkowa. Chory człowiek przy kichaniu lub kaszlu wydziela kropelki cieczy z wirusami grypy. Inny człowiek zakaża się, wdychając najdrobniejsze kropelki śliny lub śluzu zawierające wirusy grypy. Dzięki takiemu



mechanizmowi przekazywania grypa może rozpowszechniać się bardzo szybko.

Zarazek grypy atakuje komórki nabłonkowe górnych dróg oddechowych. Wirusy grypy mogą łatwo wydzielać się z jamy nosowej i ustnej przy rozmowie, kichaniu, kaszlu. Chorzy na grypę mogą zarażać inne osoby już na 1–2 dni przed wystąpieniem wyraźnych objawów choroby. Okres inkubacyjny (utajony) grypy jest krótki – zwykle jedna – dwie doby, rzadziej – kilka godzin.

ZAPAMIĘTAJ! Okres inkubacyjny – to okres od momentu zakażenia do pierwszych objawów choroby.

Po wnikięciu w komórki nabłonka błon śluzowych górnych dróg oddechowych wirus grypy powoduje zapalenie błony śluzowej. Następnie on dostaje się do krwi i wydziela substancje, które zatrują organizm. Grypa zawsze rozpoczyna się gwałtownym podwyższeniem temperatury, któremu towarzyszą dreszcze. Pojawia się ból głowy, bóle mięśni, stawów, gardła.

ZAPAMIĘTAJ! Grypa – to schorzenie niebezpieczne ze względu na komplikacje. Dlatego przy pierwszych jej objawach należy niezwłocznie wywołać lekarza, który zaleci odpowiednie leczenie. Jeśli przebywasz w bliskiej odległości od chorego na grypę, załóż maseczkę. Wskazane jest umieszczenie chorego w oddzielnym pomieszczeniu, zapewnienie mu osobnego naczynia i in.

W przypadku schorzeń narządów oddychania warto używać czosnku i cebuli jako środka profilaktycznego, ponieważ te rośliny produkują substancje (fitoncydy), które hamują rozwój drobnoustrojów.

Gruźlica – rozpowszechnione społecznie niebezpieczne schorzenie infekcyjne. Nazwa ukraińska gruźlicy – **suchoty**. Gruźlicę wywołują prątki gruźlicy (prątki Kocha), które najczęściej atakują płuca. One mogą znajdować się we wdychanym powietrzu, kropelkach płwocin, na naczyniu, odzieży, ręcznikach i innych przedmiotach, których używał chory na gruźlicę. Zarazki gruźlicy mogą przekazywać się człowiekowi przez produkty żywnościowe zwierzęcego pochodzenia – mleko i mięso. Schorzenie rozwija się długo i stopniowo.

ZAPAMIĘTAJ! W celu profilaktyki gruźlicy należy korzystać z indywidualnych środków higieny osobistej, hartować organizm, racjonalnie odżywiać się, pić tylko mleko gotowane, używać mięso termicznie obrabione. W poliklinikach należy corocznie robić fluorografię. Jest to rozpowszechniona diagnostyczna metoda badania rentgenologicznego, która umożliwia otrzymanie zdjęcia płuc. Aby zapobiec zakażeniu gruźlicą, dzieciom, a w razie potrzeby także dorosłym, aplikuje się szczepionki.

Prątki gruźlicy prędko giną w miejscach suchych, dobrze oświetlonych, słonecznych. Dlatego, żeby zapobiec schorzeniu, trzeba utrzymywać w czystości budynki mieszkalne, ulice miast, rośliny. Ciężkim schorzeniem człowieka jest **dyfteria**. Dyfterię wywołują bakterie maczugowca błonicy. Zarazić się dyfterią można od chorego człowieka lub od człowieka – nosiciela.



ZAPAMIĘTAJ! Nosiciel – to organizm, w którym znajduje się zarazek określonej choroby, lecz nie wykazuje objawów chorobowych.

Zarodniki bakterii z powietrza dostają się do dróg oddechowych. Zapalenie najpierw rozwija się w gardle, rzadziej – krtani, tchawicy, jamie ustnej i nosa. Na błonach śluzowych powstaje zwarta błona, która może zaciemnić światło tchawicy i spowodować duszności. Aby zapobiec chorobie, aplikuje się szczepionki profilaktyczne. Jeśli jednak człowiek zachoruje, stosuje się preparaty lecznicze przeciwko dfterii.

Zdrowie człowieka. Żeby ochronić organizm podczas epidemii grypy i innych infekcji, należy przestrzegać odpowiednich zasad zachowania: należy nie tylko chronić górne drogi oddechowe przed drobnoustrojami chorobotwórczymi, lecz również wzmacniać odporność poprzez spożywanie zdrowego i bogatego w witaminy pokarmu, hartowanie, ćwiczenia fizyczne.

Jakie schorzenia narządów oddychania wywołują alergeny? Alergenami nazywamy wszystko to, co może spowodować reakcję alergiczną u człowieka, jak na przykład obrzęki, wzmożony katar, wysypkę na skórze, kichanie, kaszel i in.

Do najbardziej rozpowszechnionych schorzeń alergicznych zaliczamy katar alergiczny, dychawicę. Wywołują je alergeny, wśród których mogą być produkty żywnościowe (cytrusy, jajka, cukierki czekoladowe itd.), kurz, sierść zwierząt, pyłek niektórych roślin, substancje chemiczne, różne środki kosmetyczne, medykamenty, drobnoustroje oraz produkty ich czynności życiowych i in. Objawem kataru siennego jest obrzęk błony śluzowej, suchość i swędzenie w jamie nosowej, któremu towarzyszy kichanie i wydzielanie śluzu. Podstawowe sposoby leczenia – usunięcie kontaktu z alergenem, środki uspokajające.

Dychawica charakteryzuje się okresowymi atakami duszności. Przyczyną jest gwałtowne zwężenie oskrzelików lub obrzęk ich błony śluzowej wskutek reakcji alergicznej. W przypadku objawów dychawicy należy zgłosić się do lekarza-alergologa, żeby wyjaśnić przyczynę tego schorzenia. Dychawicę leczy się w specjalnych sanatoriach rozmieszczonych w miejscach ekologicznie czystych.

Jak palenie tytoniu wpływa na narządy oddechowe człowieka? W dymie tytoniowym oprócz nikotyny znajduje się ponad 200 szkodliwych dla organizmu substancji (kwas cyjanowy, sadza, czad i in.). Podczas palenia one przenikają do dróg oddechowych i płuc, ze śliną dostają się do przewodu pokarmowego.

Dym tytoniowy, pobudzając błony śluzowe dróg oddechowych, wywołuje ich zapalenie. Błony śluzowe tracą zdolność do unieszkodliwiania drobnoustrojów chorobotwórczych i substancji szkodliwych. Cząsteczki dymu tytoniowego i produkty spalania tytoniu (zwłaszcza dziegieć) osadzają się na ścianach oskrzeli i pęcherzyków płucnych, wskutek czego one tracą swoją elastyczność i zdolność do samooczyszczania. Takie pęcherzyki płucne skleją się i nie biorą udziału w wymianie gazowej. Skutkiem tego jest obniżenie zaopatrzenia organizmu w tlen powodujące obniżenie wydajności pracy, pogorszenie samopoczucia.



ZAPAMIĘTAJ! „złota” zasada medycyny – chorobie łatwiej zapobiec niż ją leczyć.

Na czym polega profilaktyka schorzeń narządów układu oddechowego? W celu zapobiegania schorzeniom układu oddechowego należy przestrzegać prawidłowego reżimu pracy, odżywiania, odpoczynku. Oddychanie należy rozwijać poprzez ćwiczenia fizyczne, uprawianie sportu. Powietrze w pomieszczeniach mieszkalnych i pracowniach powinno być czyste, bez gwałtownych zmian temperatury. W celu zmniejszenia ryzyka chorób zakaźnych należy regularnie i na czas poddawać się badaniom medycznym, dokonywać niezbędnych szczepień, a w razie choroby – stosować surowice terapeutyczne. Przebywając w bliskiej odległości od chorego na gripę, należy przestrzegać zasad sanitarno-higienicznych – zakładać maskę zatrzymującą kropelki, w których są zarazki choroby.

Na oczyszczenie powietrza od zarazków chorobotwórczych narządów układu oddechowego ogromny wpływ mają rośliny zielone.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: grypa, angina, gruźlica, dychawica, zapalenie płuc, dyfteria.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

● Schorzenia narządów oddychania mogą być wywołane wirusami, bakteriami i alergenami. Przestrzeganie zasad higieny osobistej, szczepienia podczas epidemii, wykonywanie regularnych badań, hartowanie organizmu, unikanie nadmiernych obciążeń fizycznych i umysłowych w okresie epidemii, pełnowartościowe odżywianie zapobiega chorobom.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie istnieją schorzenia układu oddechowego? 2. Jakie znasz schorzenia narządów oddychania? 3. Jakie znasz drogi rozpowszechnienia zakaźnych chorób dróg oddechowych? 4. Dlaczego palenie tytoniu powoduje schorzenia narządów oddychania? 5. Jakie środki zapobiegawcze warto stosować, żeby uniknąć schorzenia narządów oddychania?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż zarazek grypy: a) bakterie; b) grzyby; c) wirusy; d) zwierzęta jednokomórkowe.
2. Wskaż narządy człowieka najczęściej atakowane przez prątką gruźlicy: a) jama nosowa; b) oskrzela; c) tchawica; d) płuca.

Utwórz logiczne pary

Zaznacz odpowiedniość między schorzeniami i narządami zaatakowanymi.

- | | |
|------------------------------|---|
| A Angina | 1. Zapalenie błony śluzowej oskrzeli |
| B. Zapalenie płuc | 2. Zapalenie błony śluzowej tchawicy |
| C. Nieżyt tchawicy | 3. Zapalenie płuc |
| D. Zapalenie oskrzeli | 4. Ostre zapalenie migdałków |
| | 5. Zapalenie błony śluzowej jamy nosowej |



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj przyczyny powstania, objawy, zabiegi profilaktyczne i leczenie najbardziej rozpowszechnionych schorzeń narządów układu oddechowego. Omów skutki wpływu palenia na narządy oddychania.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego najczęściej na gruźlicę chorują ludzie, którzy żyją w nieodpowiednich warunkach i źle się odżywiają?



ZADANIE TWÓRCZE. Uzasadnij zabiegi profilaktyczne, które mogą zapobiec schorzeniom narządów oddychania. Odpowiedź podaj w postaci notatki.

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

Wybierz jedną poprawną odpowiedź.

1. Wskaż substancję, która przenosi w organizmie tlen: a) hemoglobina; b) trypsyna; c) protrombina; d) pepsyna.
2. Wskaż rodzaj tkanki, jaka przeważa w budowie krtani: a) kostna; b) chrzęstna; c) tłuszczowa; d) nabłonkowa.
3. Określ położenie przepony przy wdechu: a) opuszcza się; b) nie zmienia swego położenia; c) uwypukla się.
4. Tlen nadchodzący do organizmu przy oddychaniu jest wykorzystywany do: a) transportu substancji odżywczych przez błonę komórkową; b) ochrony przed drobnoustrojami chorobotwórczymi; c) utleniania substancji organicznych; d) wyprowadzenia produktów przemiany.
5. Powietrze atmosferyczne składa się z takich gazów (%): a) tlenu – 14,2, dwutlenku węgla – 5,2, azotu – 80,6; b) tlenu – 20,9, dwutlenku węgla – 0,03, azotu – 79,0; c) tlenu – 16,3, dwutlenku węgla – 4,0, azotu – 79,7.
6. Wdech zachodzi dzięki skurczowi: a) przepony i wewnętrznych mięśni międzyżebrowych; b) przepony i zewnętrznych mięśni międzyżebrowych; c) zewnętrznych i wewnętrznych mięśni międzyżebrowych; d) wewnętrznych mięśni międzyżebrowych i mięśni brzusznych.
7. W stanie spokoju za minutę człowiek wykonuje ruchów oddechowych: a) 5–8; b) 10–12; c) 16–20; d) 30–40.
8. Oddychać należy przez nos, ponieważ: a) w taki sposób powietrze łatwiej dostaje się do płuc; b) w jamie nosowej powietrze odkaża się; c) w jamie nosowej powietrze wdychane wzbogaca się w tlen; d) w jamie nosowej powietrze wdychane wzbogaca się w dwutlenek węgla.
9. Struny głosowe są rozmieszczone w: a) jamie ustno-nosowej; b) krtani; c) tchawicy; d) oskrzelach.
10. Chrzątka, która podczas połykania pokarmu zamyka wejście do krtani, nazywa się: a) grdyk; b) nagłośnia; c) tarczowata; d) podjęzykowa.
11. Brak chrząstek w tylnej ścianie tchawicy zapewnia: a) wolne przechodzenie cząsteczek pokarmu po przetyku; b) powstawanie dźwięków; c) przewodzenie powietrza do płuc; d) odkażenie powietrza nadchodzącego do płuc.
12. Ciśnienie w jamie między blaszkami opłucnej: a) dorównuje ciśnieniu atmosferycznemu; b) jest wyższe od atmosferycznego; c) jest niższe od atmosferycznego; d) brak ciśnienia.
13. Wymiana gazowa w płucach zachodzi przez ściany: a) oskrzelików końcowych; b) przewodów pęcherzykowych; c) pęcherzyków płucnych; d) opłucnej.
14. Ilość powietrza, którą można pobrać po spokojnym wdechu, nazywa się: a) objętością oddechową; b) objętością zapasową wdechową; c) objętością zalegającą; d) pojemnością życiową płuc.
15. Ilość powietrza, którą można usunąć po spokojnym wydechu nazywa się: a) objętością zapasową wdechową; b) objętością zapasową wydechową; c) pojemnością życiową płuc; d) objętością oddechową.
16. Pojemność życiowa płuc – to: a) objętość oddechowa i objętość zapasowa wydechowa; b) objętość oddechowa i objętość przestrzeni martwej; c) objętość oddechowa i



objętość zalegająca; d) objętość oddechowa, objętość przestrzeni martwej i objętość zapasowa wydechowa.

17. Przyrząd, za pomocą którego wyznaczamy pojemność życiową płuc, nazywa się: a) fluorograf; b) manometr; c) spirometr; d) stetoskop.

Wybierz trzy poprawne odpowiedzi

18. Podaj charakterystykę budowy i funkcji tchawicy.

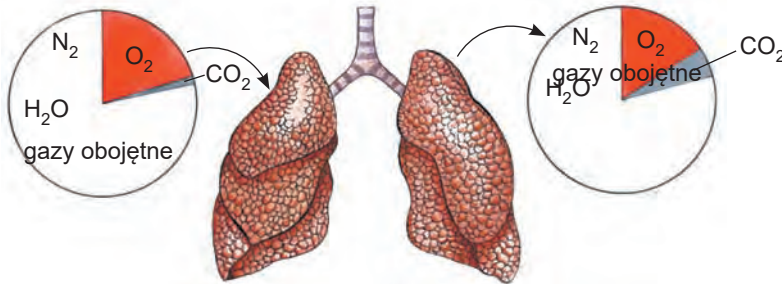
A Wchodzi w skład	B Funkcje	B W skład ścianek wchodzi
1 narządów dolnych dróg oddechowych 2 narządów górnych dróg oddechowych 3 płuc	1 przewodzenie powietrza 2 wymiana gazowa 3 odkażanie powietrza	1 chrząstki o kształcie koła 2 chrząstki o podkowiastym kształcie 3 chrząstki o spiralnym kształcie

19. **Wskaż procesy w kolejności**, która odpowiada aktowi wydechu: a) objętość jamy piersiowej zmniejsza się; b) powietrze z jamy nosowej jest wydychane; c) płuca ściskają się i powietrze z nich wychodzi; d) zewnętrzne mięśnie międzyżebrowe rozkurczają się.

20. **Wskaż poprawną kolejność** rozmieszczenia narządów, z których składają się górne drogi oddechowe: a) jama nosowa; b) gardło; c) jama nosowo-gardłowa.

21. **Rozwiąż zadanie.** Przy spokojnym wdechu u dorosłego człowieka do płuc nadchodzi około 500 ml powietrza. Powietrze wdychane zawiera 21% tlenu, a wydychane – 16%. Oblicz, ile tlenu (ml) przy tym zużywa organizm człowieka. Wybierz poprawną odpowiedź: a) 20; b) 25; c) 30; d) 35.

22. **Praca z diagramem.** Na rycinie zaznaczono skład powietrza wdychanego i wydychanego przez człowieka. Wyjaśnij, zawartość jakich substancji zmieniła się i dlaczego.



23. Wyjaśnij wzajemne powiązanie rozwoju narządów oddychania i obciążeń fizycznych.
24. Ułóż schemat „Zależność częstotliwości ruchów oddechowych od zawartości CO₂ we krwi”.

Temat 4

TRANSPORT SUBSTANCJI W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA

Organizm człowieka współdziała z otaczającym środowiskiem, którego warunki stale zmieniają się. Jednak skład środowiska wewnętrznego człowieka w normie jest stosunkowo stały. Dlaczego? Organizm potrafi bronić się przed szkodliwymi wpływami środowiska, łagodząc jego skutki. Dzięki jakim mechanizmom zapewniana jest ta zdolność?

W naszym organizmie nieustannie zachodzi krążenie krwi. Jakie mechanizmy zapewniają ten proces? Na czym polega unikalność wydajności pracy serca, jako niezawodnego narządu, który w ciągu całego życia pompuje krew? Czy jego stan wywiera wpływ na zdrowie człowieka?

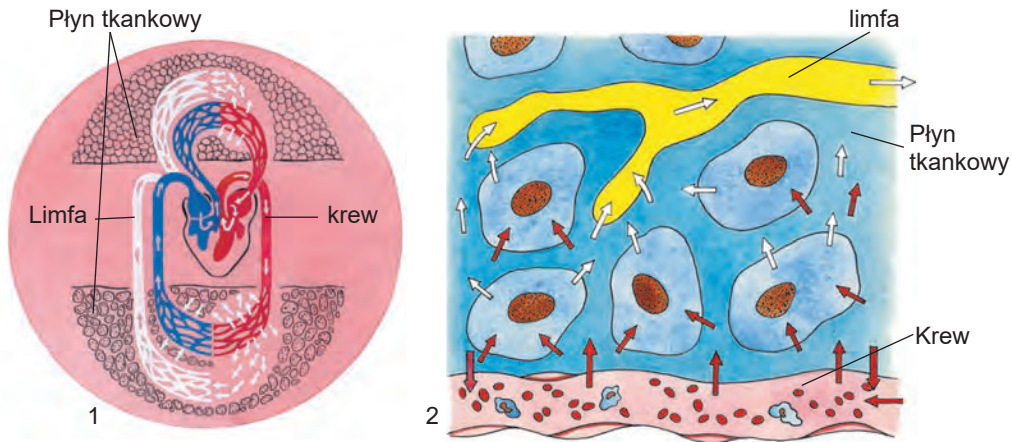
§ 17. POJĘCIE O WEWĘTRZNYM ŚRODOWISKU ORGANIZMU

Przypomnij sobie, do jakiego typu tkanek należy krew i limfa. Co to jest dyfuzja i osmoza? Co to jest metabolizm?

Co to jest ciekłe środowisko wewnętrzne organizmu? Czynności życiowe komórek odbywają się tylko w środowisku płynnym. Jak już wiesz, jest to związane z tym, że procesy dyfuzji i osmozy, przy których pomocy zachodzi przemiana substancji między komórkami i otaczającym ich środowiskiem, lepiej odbywają się w cieczach.

Wewnętrzne środowisko płynne organizmu – to całokształt cieczy (krew, limfa, płyn tkankowy) biorących udział w procesach wymiany substancji i podtrzymywania homeostazy organizmu. Składowe środowiska wewnętrznego organizmu są ciasno między sobą związane (ryc. 68, 1). One stale przechodzą jedna w drugą, przenosząc przy tym rozpuszczone w nich substancje. W taki sposób wywierają wzajemny wpływ na swój skład chemiczny. Przy ich udziale w organizmie zachodzą wszystkie procesy metabolizmu, a mianowicie: do komórek nieustannie nadchodzą substancje odżywcze i wydalają się produkty końcowe czynności życiowych.

Zdrowie człowieka. Normalnie w organizmie człowieka na stosunkowo stałym poziomie podtrzymuje się temperatura ciała, ciśnienie tętnicze, poziom cukru (glukozy) we krwi, jonów sodu, potasu, wapnia, chloru itd.



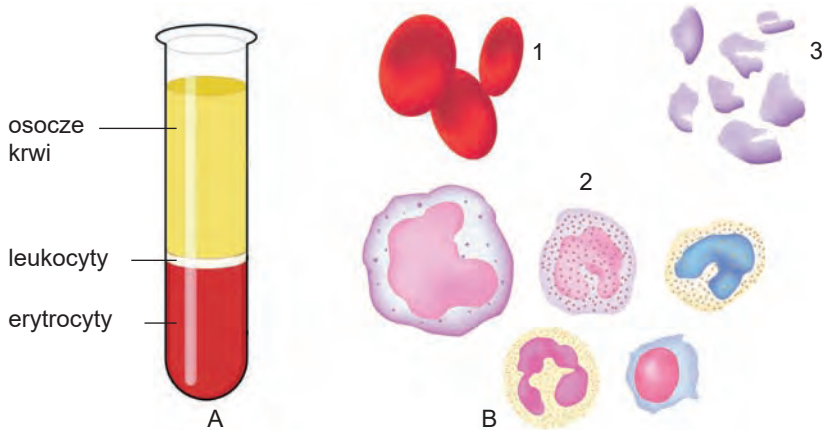
Ryc. 68. 1. Wewnętrzne płynne środowisko organizmu. 2. Schemat powstawania płynu tkankowego i limfy. **Zadanie.** Na podstawie ryciny i tekstu wyjaśnij drogi powstawania płynu tkankowego i związek między krwią, limfą a płynem tkankowym

Jakie funkcje spełniają składniki środowiska wewnętrznego organizmu? Już wiesz, że krew należy do tkanek środowiska wewnętrznego. Przenosi ona tlen, dwutlenek węgla, substancje odżywcze, produkty rozpadu, biologicznie aktywne substancje (hormony, fermenty, witaminy), zapewnia powstawanie odporności i in. Krew krąży w zamkniętym układzie krwionośnym.

Przez najmniejsze naczynia krwionośne (naczynia włosowate = włosniczki) za rachunek ciśnienia i drogą dyfuzji niektóre składniki części ciekłej krwi (osocza) dostają się do przestrzeni międzykomórkowej. Tak powstaje płyn tkankowy, który otacza każdą komórkę (ryc. 68, 2). Objętość płynu tkankowego w organizmie dorosłego człowieka wynosi około 12 l. Z krwi do płynu tkankowego, a z niego do komórek dostaje się tlen, sole mineralne, substancje biologicznie aktywne i odżywcze. Z kolei komórki wydalają do płynu tkankowego dwutlenek węgla i inne produkty czynności życiowych, które stąd nadchodzą do krwi. Z płynu tkankowego powstaje limfa wskutek dyfuzji płynu tkankowego przez ściany zamkniętych limfatycznych naczyń włosowatych (na rycinie 68, 2 one są zaznaczone żółtym kolorem).

Limfa (chłonka) jest przezroczysta i bezbarwna. W jej skład, jak i w skład krwi, wchodzi niektóre typy komórek. Zarówno limfa, jak i krew pełni znaczną rolę w przemianie substancji i wykonuje szereg funkcji obronnych. Limfatyczne włosniczki łączą się tworząc większe naczynia limfatyczne, co zapewnia obieg limfy. Naczynia limfatyczne wpadają do dwu dużych przewodów limfatycznych, które wlewają swoją zawartość do żył w pobliżu serca. W taki sposób między krwią, płynem tkankowym a limfą stale zachodzi wymiana substancji. Jest to jeden z niezbędnych warunków podtrzymywania homeostazy.

Jaki jest skład krwi? Krew jako tkanka środowiska wewnętrznego składa się z osocza i elementów morfotycznych (upostaciowanych). Do elementów morfotycznych należą krwinki czerwone – erytrocyty, krwinki białe – leukocyty i



Ryc. 69. A. Probówka z krwią. Elementy morfotyczne krwi: 1. erythrocyty; 2. leukocyty; 3. trombocyty

płytki krwi – trombocyty (ryc. 69). Ich budowę i funkcje dokładniej omówimy później.

TO CIEKAWE! Po raz pierwszy komórki krwi odkrył włoski anatom i lekarz Marcello Malpighi (1665 r.), lecz on przypuszczał, że to są pęcherzyki tłuszczu.

Osocze krwi (ryc. 69) ma wygląd nieprzezroczystego lepkiego płynu żółtawego (słomkowego) koloru. Ono wykonuje rolę substancji międzykomórkowej. Osocze krwi zawiera 90% wody i rozpuszczonych w niej substancji organicznych (białek – 7–8%, węglowodanów – około 0,12%, tłuszczu – 0,7–0,8%) i nieorganicznych (około 0,9%).

Białka osocza krwi pełnią różne funkcje. Jedne z nich biorą udział w reakcjach odpornościowych organizmu: procesach krzepnięcia krwi i zapobieganiu strat krwi w przypadku uszkodzenia ścian naczyń, inne – w unieszkodliwieniu substancji i cząstek obcych, a także drobnoustrojów chorobotwórczych. Są białka regulujące zawartość wody w osoczu i płynie tkankowym, ponieważ od ich zawartości zależy gęstość krwi. Tak więc obniżenie w osoczu krwi stężenia niektórych białek prowadzi do zatrzymywania się wody w przestworach międzykomórkowych tkanek, co powoduje powstawanie obrzęków.

Mimo że do krwi może dostać się różna ilość wody i substancji mineralnych, ich stężenie w osoczu podtrzymuje się na tym samym poziomie. Zapewnia to czynność nerek, gruczołów potowych i płuc, przez które z organizmu wydala się woda, sole, produkty przemiany.

TO CIEKAWE! W przypadku dużych strat krwi (jeżeli brak osocza krwi lub krwi do przetaczania) człowiekowi do naczyń krwionośnych wprowadza się nie wodę destylowaną, a roztwór, który pod względem zawartości soli i ich stężenia odpowiada składowi osocza krwi. Taki roztwór jest nazywany płynem fizjologicznym. Najprostszym płynem fizjologicznym jest 0,9% roztwór chlorku sodu.

Jakie są funkcje krwi? Układ krwionośny, w którego naczyniach ciągle krąży krew, wykonuje rolę układu transportowego naszego organizmu, który zapewnia połączenie między różnymi tkankami i narządami. Jego różnorodne funkcje są przytoczone w tabeli 7.

Funkcje krwi i ich charakterystyka

Nazwa funkcji	Charakterystyka funkcji
Transportowa	Zapewnia stały transport tlenu i substancji odżywczych do komórek przez płyn tkankowy oraz produktów przemiany – do narządów wydalania; zapewnia przenoszenie biologicznie aktywnych substancji (na przykład hormonów) do komórek, na które one oddziałują
Termoregulacji	Dzięki wysokiej pojemności cieplnej wody (podstawowego składnika osocza) krew zapewnia w organizmie regulację ciepła, które powstaje wskutek reakcji rozszczepienia substancji odżywczych.
Obronna	Krzepnięcie krwi w przypadku zranienia naczyń, dokonuje reakcje obronne przeciwko obcym związkom i patogenom
Podtrzymanie homeostazy	Stosunkowa stałość składu chemicznego krwi, temperatury i składu komórkowego krwi jest ważnym warunkiem normalnych czynności życiowych organizmu człowieka

Zadanie. Na podstawie tabeli 7 podaj charakterystykę funkcji krwi.

Skład krwi jest ważną charakterystyką stanu organizmu. Według wyników analizy krwi mamy możliwość wyznaczyć ilość elementów morfotycznych krwi i ich stosunek, zawartość hemoglobiny, stężenie glukozy i innych substancji we krwi, szybkość opadania erytrocytów (OB).

Zmiana OB może wskazywać na procesy zapalenia lub patologiczne procesy w naszym organizmie. Ta metoda opiera się na zdolności erytrocytów do opadania pod działaniem siły ciężkości we krwi (ryc. 70). Normalnie OB u mężczyzn nie przekracza 10 mm/godz., a u kobiet – 15 mm/godz.



Ryc. 70. Tak w laboratoriach wyznacza się szybkość opadania erytrocytów (OB)

❁ Podstawowe terminy i pojęcia: środowisko wewnętrzne organizmu, krew, płyn tkankowy, limfa, osocze krwi, elementy morfotyczne krwi.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Środowisko wewnętrzne organizmu tworzy krew, limfa i płyn tkankowy. Stała wymiana między nimi zapewnia homeostazę.
- Do składu krwi wchodzi osocze i elementy morfotyczne – erytrocyty, leukocyty i trombocyty. Osocze krwi składa się z wody, substancji organicznych i mineralnych. Krew pełni funkcję obronną, transportową, regulującą i funkcję termoregulacji.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie są składniki wewnętrznego środowiska organizmu? 2. Jaka jest objętość krwi i płynu tkankowego w organizmie człowieka? 3. Jakie funkcje w organizmie człowieka pełni krew? 4. Jaki jest skład osocza krwi? 5. Co to jest płyn fizjologiczny? W jakim celu on jest wykorzystywany? 6. Jakie funkcje wykonują białka osocza? 7. Jakie rodzaje komórek są we krwi człowieka?



Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż elementy morfotyczne wchodzące do składu krwi: a) erytrocyty, miocyty, trombocyty; b) erytrocyty, miocyty, leukocyty; c) erytrocyty, leukocyty, trombocyty; d) trombocyty, leukocyty, miocyty.
2. Wskaż ilość krwi (%) w organizmie człowieka od ogólnej masy ciała: a) 15–20; b) 25–30; c) 7–8; d) 30–40.
3. Wskaż, co nie należy do środowiska wewnętrznego krwi: a) krew; b) cytoplazma komórek; c) limfa; d) płyn tkankowy.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj charakterystykę płynnych tkanek środowiska wewnętrznego organizmu człowieka. Odpowiedź podaj w postaci tabeli.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Roztwór soli, który ma ciśnienie osmotyczne wyższe od ciśnienia osocza krwi nazywa się hipertonicznym (przeważnie jest to 10% roztwór chlorku sodu). On jest zastosowywany przy leczeniu ran gnijących. Na ranę nakłada się opatrunek z tym roztworem i ciecz z rany wychodzi na zewnątrz (na bandaż). Dlaczego tak zachodzi? 2. Jakie mogą być skutki przetaczania człowiekowi, który stracił określoną ilość krwi: a) 0,009% roztworu chlorku sodu; b) 9% roztworu chlorku sodu? Odpowiedź uzasadnij.



ZADANIE TWÓRCZE. Zbadaj powiązanie wzajemne między składnikami wewnętrznego środowiska organizmu człowieka dla zapewnienia homeostazy.

§ 18. ERYTROCYTY. GRUPY KRWI. ZASADY PRZETACZANIA KRWI

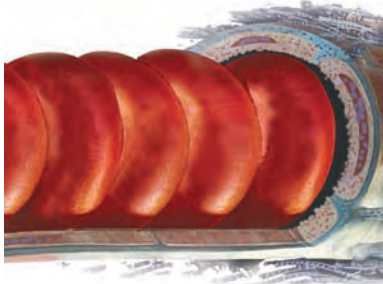
Przypomnij sobie budowę komórki, skład i znaczenie osocza krwi i erytrocytów. Co to jest hemoglobina?

Już wiesz, że jednymi z morfotycznych elementów krwi są krwinki czerwone – erytrocyty.

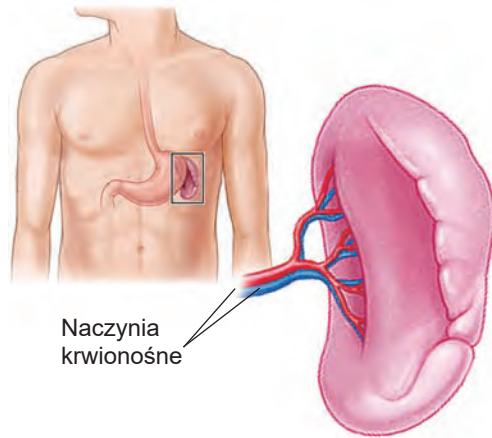
Jaka jest budowa i funkcje erytrocytów? Erytrocyty – to komórki krwi, które pełnią w organizmie człowieka ważną funkcję – transport gazów. One przenoszą tlen od płuc do wszystkich komórek naszego organizmu, a dwutlenek węgla – od komórek do płuc. Erytrocyty – to drobne, bezjądrowe komórki o średnicy $7\text{--}7\ \mu\text{m}^1$ i grubości $1\text{--}2\ \mu\text{m}$. Ilość ich jest bardzo duża: $1\ \text{mm}^3$ krwi dorosłego człowieka zawiera średnio $5\text{--}5,5$ mln erytrocytów. Erytrocyty mają kształt dwuwklęsłego dysku (ryc. 71). Taki kształt zwiększa powierzchnię i sprzyja lepszemu przenikaniu do nich tlenu. Wyobraź sobie, że ogólna powierzchnia wszystkich erytrocytów krwi wynosi około $3800\ \text{m}^2$, co prawie 1800 razy jest większe od powierzchni ciała człowieka.

Normalnie erytrocyty żyją około 120 dni, a potem niszczą się w śledzionie i wątrobie. Śledziona – to nieparzysty narząd, rozmieszczony w jamie brzusznej w lewym podżebrzu, w pobliżu żołądka (pomiędzy 9. a 11. żebrem) (ryc. 72). Ona bierze udział w procesach krwiotwórczych i reakcjach obronnych organizmu człowieka. Funkcją śledziony jest magazynowanie krwi – w stanie spokoju ona może zawierać do 16% ogólnej ilości krwi (do 500 ml).

¹ 1 mikrometr (skrót μm) – jedna tysięczna część milimetra



Ryc. 71. Kompaktowe rozmieszczenie erytrocytów w naczyniu włosowatym



Ryc. 72. Śledziona

Krew stale uzupełnia się nowymi erytrocytami, które powstają w czerwonym szpiku kostnym z komórek zwanych hemocytoblastami. Te komórki, w odróżnieniu od erytrocytów, posiadają jądra, które przy dojrzewaniu niszczą się. Charakterystyczną cechą erytoblastów jest to, że one nie są wyspecjalizowane (nie zróżnicowane) i są zdolne do podziału. Po podziale jedna z powstałych komórek zostaje niewyspecjalizowana, a inna – różnicuje się, stając się komórką określonego rodzaju. W taki sposób hemocytoblasty dają początek wszystkim innym rodzajom komórek krwi.

Erytrocyty zawierają hemoglobinę (Hb). Jak już wiesz, jest to substancja białkowa zawierająca atom żelaza (*patrz ryc. 63*). Właśnie on nadaje hemoglobinie, a odpowiednio i erytrocytom, czerwonego koloru.

TO CIEKAWE! Odszyfrowali budowę cząsteczki hemoglobiny i stworzyli jej model w 1960 r. naukowcy angielscy M. Perutz i J. Kendrew. Za to w 1962 r. otrzymali Nagrodę Nobla.

Hemoglobina może tworzyć związki niestałe z gazami – tlenem i dwutlenkiem węgla. Ona potrafi na pewien czas przyłączać je i oddawać. Związek hemoglobiny z tlenem nabiera jaskrawo-czerwonego koloru, jest nazywany oksyhemoglobiną ($\text{Hb}(\text{O}_2)_4$). Krew nasycona tlenem – to krew tętnicza. W naczyniach włosowatych tkanek hemoglobina oddaje tlen komórkom i przyłącza dwutlenek węgla. Krew nasycona dwutlenkiem węgla – to krew żylna. Ona jest ciemniejsza od tętniczej.

Zadanie. Oblicz, jaką maksymalną ilość tlenu może zawierać krew, jeśli ogólna ilość hemoglobiny we krwi człowieka wynosi około 650 g. Przy całkowitym nasyceniu krwi tlenem 1 g hemoglobiny może związać 1,34 ml tlenu.

Zdrowie człowieka. Hemoglobina ma zdolność przyłączania czadu (CO), który powstaje przy niezupełnym spalaniu paliwa. Ona tworzy z nim trwałe związki – karboksyhemoglobinę (HbCO). Takie erytrocyty tracą zdolność przyłączania i przenoszenia tlenu. A więc czad może spowodować ciężkie zatrucie organizmu.



Co to jest niedokrwistość? Według normy zawartość hemoglobiny u mężczyzn wynosi 130–160 g/l, u kobiet – 120–140 g/l (g/l oznacza ilość gramów hemoglobiny na 1000 ml krwi). Pod wpływem różnych ujemnych czynników zawartość hemoglobiny w organizmie może obniżyć się. Wskutek tego krew przenosi mniej tlenu. Powstaje niedotlenienie, które wywiera wpływ na czynności rozumowe i zdolność do pracy fizycznej. Taki stan nazywa się niedokrwistością lub anemią.

Przy niedokrwistości obserwujemy głód tlenowy wszystkich narządów i tkanek organizmu. Człowiek skarży się na zadyszkę, odczuwa słabość, szum w uszach i in. Skóra i błony śluzowe bledną. Spowodować niedokrwistość może niedostateczne odżywianie, szczególnie – niedostatek witamin, soli żelaza, niszczenie erytrocytów alkoholem, wyrzutami przemysłowymi. Szczególnie szkodliwy wpływ na tworzenie erytrocytów wywiera zanieczyszczenie radiacyjne. Niedokrwistość rozwija się i przy naruszeniu czynności czerwonego szpiku kostnego. Spowodować niedokrwistość mogą też różne schorzenia, na przykład malaria, różne gatunki robaków pasożytniczych i in.

Zdrowie człowieka. Prawidłowe odżywianie, reżim pracy i odpoczynku – to czynniki, które pomagają w odnowieniu i podtrzymywaniu w normie zawartości hemoglobiny we krwi.

W przypadku dużych strat krwi i niektórych schorzeń powstaje konieczność przetaczania krwi. W tym celu pobiera się krew u dorosłego zdrowego człowieka. Bez szkody dla jego zdrowia jednorazowo można pobrać 200 ml krwi. Pobraną krew konserwuje się, dodając specjalne substancje chemiczne, które zapobiegają jej krzepnięciu. Taka krew może być przechowywana długo.

POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: przy schorzeniach naczyń krwionośnych związanych z powstaniem skrzepów, w medycynie często wykorzystuje się pijawkę lekarską. Gruczoły ślinowe pijawki produkują osobliwą substancję – hirudynę, która zapobiega krzepnięciu krwi. Układ trawienny pijawki lekarskiej może gromadzić duże zapasy zakonserwowanej przez hirudynę krwi.

W przeszłości przetaczanie krwi często powodowało śmierć chorego, dopóki nie ustalono, że nie zawsze krew jednego człowieka jest zgodna z krwią innego.

Co to są grupy krwi? U ludzi spotykamy cztery podstawowe grupy krwi, które są dziedziczone po rodzicach i nie zmieniają się w ciągu życia (*patrz tabelę 8*).

W składzie błony komórkowej erytrocytów obecne są osobliwe substancje – kompleksy białek i węglowodanów – antygeny (aglutynogeny), zaznaczone literami alfabetu łacińskiego A i B. W poszczególnym erytrocycie może być obecny tylko jeden z dwu antygenów (A lub B) lub całkiem ich nie być.

W osoczu krwi zawarte są dwa rodzaje związków białkowych – przeciwciała (aglutyninów). Zaznacza się je literami greckiego alfabetu – α (alfa) i β (beta). We krwi jednego człowieka nigdy nie bywa jednocześnie antygeny A i przeciwciała α lub antygeny B i przeciwciała β .

Mieszanie się niezgodnych grup krwi (gdy spotykają się antygen A i przeciwciała α lub antygen B i przeciwciała β) powoduje zlepianie się erytrocytów krwi dawcy. Taki proces nazywa się aglutynacją.

Grupy krwi człowieka i możliwe warianty jej przetaczania

Grupy krwi biorcy	Antygeny w erytrocytach	Przeciwciała w osoczu	Grupy krwi możliwych dawców
0 (I)	Nie ma	α i β	0 (I)
A (II)	A	β	0, A (I, II)
B (III)	B	α	0, B (I, III)
AB (IV)	AB	Nie ma	0, A, B, AB (I, II, III, IV)

Zadanie. Jeśli znasz swoją grupę krwi, znajdź ją w tabeli, określ obecność w niej antygenów i przeciwciał oraz możliwego dawcę.

ZAPAMIĘTAJ! Dawcą nazywa się człowiek, który dobrowolnie oddaje część swojej krwi do przetaczania innemu człowiekowi (biorcy) lub do przygotowania preparatów leczniczych. Oddawać swoją krew do przetaczania, to znaczy być dawcą, może każdy zdrowy człowiek. Krwiodawstwo ratuje życie ludzi.

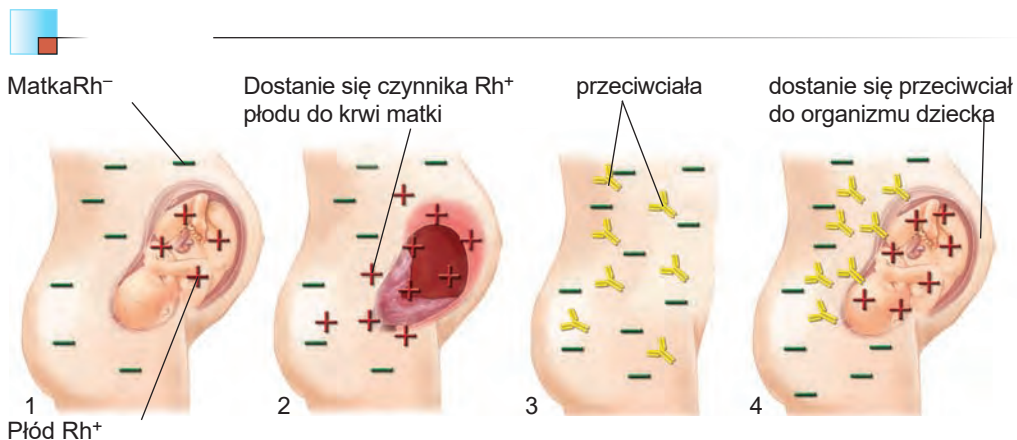
Uwaga! Podczas przetaczania krwi razem z krwią dawcy przez niesterylne instrumenty – igły strzykawków lub systemów przetaczania krwi – do organizmu może dostać się wirus HIV lub inny – wywołujący żółtaczkę (hepatitis). Dlatego przed pobieraniem krwi dawca powinien przejść odpowiednie badania, zwłaszcza na obecność wirusa HIV. Dokonują je zakłady ochrony zdrowia, przede wszystkim ośrodki profilaktyki AIDS. Prawo Ukrainy zabrania rozgłaszania wyników testu.

Zgodnie z tabelą 8 ludziom, którzy posiadają 0 (I) grupę krwi teoretycznie można przetaczać wyłącznie krew 0 (I) grupy. Krew tej grupy można przetaczać osobom o dowolnej grupie krwi. Dlatego ludzie 0 (I) grupy krwi są uniwersalnymi dawcami. Osobom posiadającym grupę AB (IV) teoretycznie można przetaczać krew wszystkich czterech grup. Tacy ludzie teoretycznie są uniwersalnymi biorcami. Obecnie stosuje się zasadę przetaczania tylko tej samej grupy krwi.

TO CIEKAWIE! Większość ludzi posiada grupę krwi 0 (I) lub A (II), najmniej rozpowszechniona jest grupa AB (IV). U 47% Ukraińców spotyka się 0 (I) grupę krwi, u 43% – A (II), u 7% – B (III), u 3% – AB (IV).

Co to jest czynnik Rh i konflikt serologiczny? Przy przetaczaniu krwi uwzględnia się nie tylko grupę krwi, lecz także obecność lub brak na błonie erytrocytów jeszcze jednej substancji białkowej. Na powierzchni erytrocytów większości ludzi (około 85%) jest substancja pochodzenia białkowego zwana czynnikiem Rh. Taką nazwę ona otrzymała dlatego, że po raz pierwszy była wykryta we krwi małpy Makaki Rzezus. Obecność tego czynnika w błonie erytrocytów oznacza się jako Rh^+ , a jego brak – jako Rh^- .

W przypadku przetaczania krwi Rh^+ człowiekowi z krwią Rh^- po raz pierwszy zauważalnej reakcji nie będzie, lecz w następstwie przetaczania powtórnego we krwi człowieka z czynnikiem Rh^- zachodzi aglutynacja (sklejanie) erytrocytów dawcy, która oznacza się jako konflikt serologiczny.



Ryc. 73. Powstanie konfliktu serologicznego

Żeby uniknąć konfliktu serologicznego, ludziom, którzy posiadają czynnik Rh⁺, przetacza się tylko krew Rh⁺, ludziom z czynnikiem Rh⁻ – tylko krew Rh⁻. Konflikt serologiczny może zaistnieć podczas ciąży, kiedy matka i przyszłe dziecko posiadają niezgodną według czynnika Rh krew (ryc. 73). Kiedy u matki z czynnikiem Rh⁻ rozwija się dziecko z czynnikiem Rh⁺, to w przypadku pierwszej ciąży konfliktu serologicznego nie będzie. Krew matki i płodu jest oddzielona łożyskiem, więc erytrocyty, a znaczy i czynnik Rh, nie dostają się do krwi matki (ryc. 73, 1). Jednak podczas porodu minimalna ilość czynnika Rh dostaje się do krwi matki, co powoduje powstanie przeciwciał (ryc. 73, 2, 3). Przy następnej ciąży te przeciwciała z krwią matki przechodzą przez łożysko do krwi dziecka i niszczą erytrocyty jego krwi (ryc. 73, 4). Takiego konfliktu serologicznego można uniknąć, gdy od razu po pierwszej ciąży matki wprowadzić do jej krwi specjalne przeciwciała, które zniszczą czynnik Rh, który dostał się do jej krwi.

Każdy człowiek musi znać swoją grupę krwi i czynnik Rh.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: erytrocyty, hemoglobina, niedokrwistość, grupy krwi, czynnik Rh, konflikt serologiczny.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Erytrocyty wykonują ważną funkcję transportu tlenu od płuc do komórek, dwutlenku węgla – od komórek do płuc. Są to bezjądrowe komórki krwi. One zawierają białkową substancję – hemoglobinę, która potrafi przyłączać tlen lub dwutlenek węgla. Zmniejszenie ilości erytrocytów i/ lub obniżenie zawartości w nich hemoglobiny powoduje rozwój niedokrwistości.
- Przy znacznych stratach krwi i niektórych schorzeniach powstaje konieczność przetaczania krwi. Przetaczać można tylko krew zgodną z grupą krwi i czynnikiem Rh biorcy.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie są szczegóły budowy erytrocytów?
2. Jakie są funkcje erytrocytów?
3. Jaka jest rola hemoglobiny w transporcie gazów?
4. Jaką krew nazywamy tętniczą, a jaką – żylną?
5. Jakie funkcje pełni śledziona w organizmie człowieka?
6. Co to jest niedokrwistość i jakie są jej przyczyny?
7. Jakich ludzi nazywamy dawcami i biorcami?
8. Jakie są grupy krwi u człowieka?
9. Co to jest czynnik Rh i konflikt serologiczny?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż charakterystykę dojrzałych erytrocytów: a) kształt dwuwklęsłego dysku, posiadają jądro; b) kształt dwuwklęsłego dysku, brak jądra; c) brak stałego kształtu i jądra; d) posiadają jądro, brak stałego kształtu.
2. Wskaż substancję, którą zawierają erytrocyty: a) hemoglobina; b) przeciwciała; c) hemerytryna; d) hemocyjanina.



ZADANIE TWÓRCZE. Podaj charakterystykę funkcji hemoglobiny w organizmie. Zbuduj wykres zależności ilości erytrocytów od wysokości nad poziomem morza, jeśli ilość erytrocytów w 1 ml krwi człowieka wynosi: na poziomie morza – 6 mln, 1800 m – 7 mln, 4400 m – 8 mln. Wyjaśnij, dlaczego wraz ze zwiększeniem wysokości wzrasta ilość erytrocytów we krwi. Jak jest regulowany ten proces?

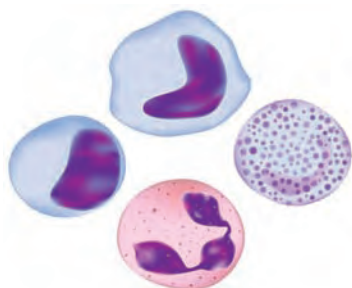
§ 19. LEUKOCYTY. TROMBOCYTY. KRZEPNIĘCIE KRWI

Przypomnij sobie, co to są fermenty, lizozym, fagocytoza.

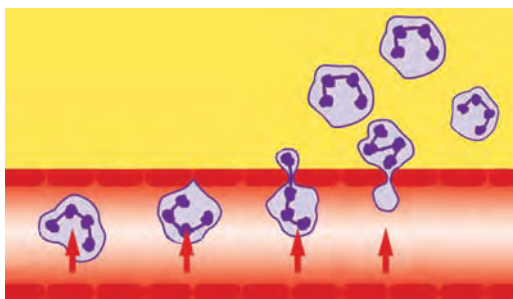
Już wiesz, że oprócz erytrocytów do morfotycznych elementów krwi należą leukocyty i trombocyty.

Jaka jest budowa i funkcje leukocytów? Leukocyty – to bezbarwne komórki, dlatego ich jeszcze nazywa się białymi komórkami krwi (ryc. 74). Jest kilka rodzajów leukocytów, różnych pod względem wymiarów, budowy i funkcji. Wszystkie one posiadają jądro. Kształt leukocytów nie jest stały, dlatego one mogą wytwarzać nibynóżki (pseudopodia) i poruszać się ruchem pełzakowatym. Dzięki tej właściwości niektóre rodzaje leukocytów mogą przechodzić przez ściany naczyń włosowatych i poruszać się w przestworach międzykomórkowych (ryc. 75). Leukocyty powstają w czerwonym szpiku kostnym, dojrzewają w grasicy, śledzionie (przypomnij sobie, gdzie znajduje się ten narząd i jakie pełni funkcje), wyrostku robaczkowatym, węzłach chłonnych (limfatycznych). Długość życia – od 6–10 godzin do dziesiątków lat. Niszczenie leukocytów zachodzi w śledzionie i miejscach zapalenia.

TO CIEKAWIE! Oprócz wymiarów różne rodzaje leukocytów różnią się tym, czy są w ich cytoplazmie ziarnistości, czy ich brak (monocyty, limfocyty). Ziarnistości cytoplazmatyczne wykazują powinowactwo z barwnikami obojętnymi (neutrofile), kwasowymi (eozynofile) lub zasadowymi (bazofile). Stosunek odsetkowy różnych rodzajów leukocytów we krwi ma nazwę wzoru leukocytnego. Zmiany w nim mogą świadczyć o pewnych schorzeniach.



Ryc. 74. Leukocyty różnych rodzajów



Ryc. 75. Schemat przechodzenia leukocytów przez ścianę włosnika ruchem pełzakowatym



1mm³ krwi zawiera od 6 do 10 tys. leukocytów. Ilość ich we krwi może zmieniać się. Tłumaczy się to tym, że połowa leukocytów znajduje się w przestworach międzykomórkowych, trzecia część – w czerwonym szpiku kostnym i tylko niewielka część – we krwi.

Zwiększenie leukocytów ponad normę fizjologiczną nazywa się leukocytozą. Ona rozwija się przy procesach zapalnych, schorzeniach infekcyjnych i onkologicznych, po jedzeniu i podczas ciężkiej pracy fizycznej (jak myślisz, dlaczego?). Zmniejszenie ilości leukocytów we krwi poniżej normy nazywa się leukopenią. Powodują ją niektóre schorzenia infekcyjne, a także porażenie organizmu promieniami jonizującymi.

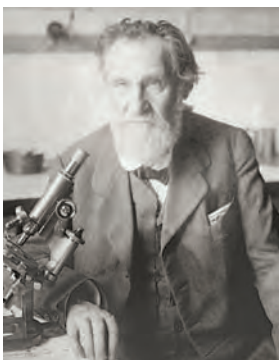
Podstawowa funkcja leukocytów – ochrona organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi, obcymi białkami i ciałami, które dostają się do krwi i tkanek. W taki sposób białka biorą udział w zapewnieniu odporności.

Odporność – to zdolność organizmu do bronienia własnej całości, indywidualności biologicznej i stałości środowiska wewnętrznego. Dokładniej o mechanizmie oddziaływania i rodzajach odporności dowiesz się później.

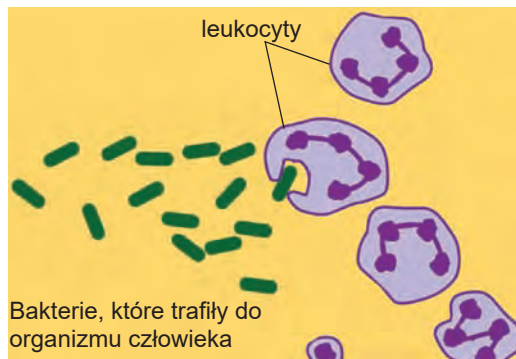
TO CIEKAWIE! Funkcje odpornościowe leukocytów badał nasz rodak I. Miecznikow (ryc. 76) – wybitny naukowiec, który przez długi czas pracował w Odeskim Uniwersytecie Narodowym, który obecnie nosi jego imię. Obserwując określone rodzaje leukocytów, I. Miecznikow odkrył zjawisko fagocytozy i skojarzył z nią obronne właściwości organizmu człowieka i zwierząt. Tak on odkrył zjawisko odporności komórkowej.

ZAPAMIĘTAJ! Odporność, którą zapewniają pewne rodzaje leukocytów zdolnych drogą fagocytozy (ryc. 77) zagarniać i niszczyć obce związki i drobnoustroje, nazywa się odpornością komórkową. Takie leukocyty zawierają fermenty, które rozszczepiają komórki drobnoustrojów. Gnój, który powstaje w tkankach przy zapaleniach – to skupienie martwych leukocytów.

Jakia jest budowa i funkcje trombocytów? Do morfotycznych elementów krwi należą trombocyty (płytki krwi). Są to bezbarwne, bezjądrowe, fragmenty cytoplazmy o nieregularnych kształtach otoczone błoną cytoplazmatyczną. Normalnie ich ilość wynosi 150–400 tys. w 1 ml krwi. Trombocyty powstają w czerwonym szpiku kostnym z dużych komórek krwiotwórczych. Z jednej takiej komórki może powstać do 4000 trombocytów (ryc. 78). Trwałość życia trombocytów wynosi około 5–8 dni, po czym one niszczą się w wątrobie i śledzionie. Trombocyty także łatwo niszczą się przy uszkodzeniu naczyń krwionośnych, odgrywając ważną rolę w procesie krzepnięcia krwi.



Ryc. 76.I. Miecznikow



Ryc. 77. Schemat fagocytozy

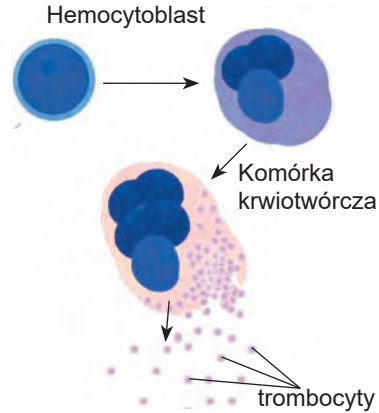


Jak zachodzi proces krzepnięcia krwi?

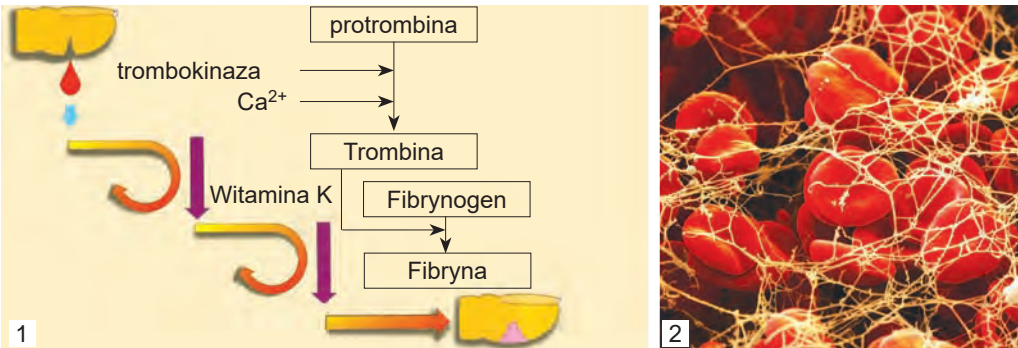
Krzepnięcie krwi – to ważna reakcja obronna organizmu zapobiegająca stratom krwi w wypadku uszkodzenia całości naczyń krwionośnych. Podczas krzepnięcia powstaje skrzep, który zakrywa uszkodzenie w naczyniu. Jeżeli uszkodzenia są nieznaczne i uszkodzone są drobne naczynia krwionośne, to krzepnięcie krwi zachodzi przeważnie dzięki trombocytom. Najpierw one produkują biologicznie aktywne substancje zapewniające częściowe zwężenie uszkodzonych naczyń. Potem trombocyty przyklejają się do włókienek tkanki łącznej, zaczopowując uszkodzone miejsce. W przypadku zranienia większych naczyń, w których jest wysokie ciśnienie i prędkość ruchu krwi, włącza się inny mechanizm. Polega on na przekształceniu rozpuszczalnego białka osocza krwi -fibrinogeny -na nierozpuszczalną fibrynę (ryc. 79. 1), wskutek czego powstaje zwarty skrzep.

Jak to zachodzi? W przypadku uszkodzenia naczynia uwalniają się substancje biologicznie aktywne, między innymi trombokinaza. W obecności jonów wapnia ona katalizuje proces przekształcenia protrombiny (białka osocza krwi, które jest syntezowane w wątrobie pod wpływem witaminy K) w trombinę. Właśnie trombina przekształca fibrinogen na fibrynę (ryc. 79). Nici fibryny gęsto przeplatają się i tworzą siateczkę. Między niemi zatrzymują się komórki krwi, białka osocza i szczelnie pokrywają ranę. Tak powstaje skrzep (ryc. 79. 2). Po pewnym czasie, gdy uszkodzona część naczynia krwionośnego odnawia się, skrzep krwi rozpuszcza się.

TO CIEKAWE! Wpływ witaminy K na krzepnięcie krwi udowodnił biochemik duński H. Dam wraz z biochemikiem amerykańskim E. Doisy. Za to w roku 1943 otrzymali Nagrodę Nobla. Ukraiński naukowiec A. Paładin, założyciel Instytutu Biochemii AN Ukrainy, w 1944 r. syntezował rozpuszczalny w wodzie analog witaminy K – wikasol. Jest to preparat tamujący krew, który obecnie szeroko stosuje się w praktyce medycznej.



Ryc. 78. Schemat powstania trombocytów



Ryc. 79. 1. Schemat mechanizmu krzepnięcia krwi. 2. Powstanie skrzepu.

Zadanie. Na podstawie schematu wyjaśnij każdy etap krzepnięcia krwi



Zdrowie człowieka. U niektórych ludzi proces krzepnięcia krwi jest naruszony. Taka choroba nazywa się hemofilią. Hemofilia- to choroba dziedziczna, na którą zapadają przeważnie mężczyźni. Przekazywana jest potomstwu przez kobiety. Krew chorych na hemofilię nawet przy niewielkim zranieniu naczyń krwionośnych nie krzepnie. Tacy chorzy, jeżeli nie zażywają specjalnych leków, mogą zginąć wskutek utraty krwi nawet przy nieznacznym zranieniu.

Przy niektórych schorzeniach (na przykład aterosklerozie) krzepnięcie krwi może zachodzić wewnątrz naczyń krwionośnych i wytwarzać w nich skrzepy. One mogą powodować zacinanie naczyń krwionośnych, co jest niebezpieczne dla życia człowieka. W organizmie człowieka są substancje, które zapobiegają krzepnięciu krwi i powstaniu skrzepów. Do nich należy heparyna, która powstaje w różnych narządach, między innymi w wątrobie i ferment surowicy krwi – fibrynolizyna.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: leukocyty, trombocyty, trombokinaza, fibrynogen, fibryna, hemofilia.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Leukocyty – to bezbarwne komórki posiadające jądro. One są różne pod względem rozmiarów, kształtu, trwałości życia. Ich podstawowa funkcja – to ochrona organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi, obcymi białkami (antygenami), które dostają się do organizmu człowieka.
- Trombocyty – to bezjądrowe płytki krwi. One biorą udział w procesie krzepnięcia krwi. Jest to proces złożony, który kończy się powstaniem skrzepu hamującego krwawienie.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jaka jest budowa leukocytów? 2. Gdzie powstają leukocyty? 3. Co to jest odporność? 4. Jakie są szczegóły budowy trombocytów? 5. Gdzie powstają trombocyty i gdzie zachodzi ich niszczenie? 6. Jaka jest rola trombocytów w organizmie człowieka? 7. Co to jest krzepnięcie krwi i jak ono zachodzi? 8. Jak powstaje skrzep?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż charakterystyki leukocytów: a) mają czerwone zabarwienie; b) mają jądro; c) mają komórki stałe; d) nie posiadają jądra.
2. Wskaż podstawową funkcję, którą wykonują leukocyty: a) transportowa; b) regulatorowa; c) ochronna; d) wydzielnicza.
3. Wskaż narząd, w którym powstają trombocyty: a) czerwony szpik kostny; b) mózgowie; c) wątroba; d) węzły chłonne.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Porównaj funkcje morfotycznych elementów krwi.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Dlaczego u zdrowego człowieka skrzepy nie powstają wewnątrz naczyń krwionośnych? 2. Dlaczego podczas schorzeń infekcyjnych i inwazyjnych ilość leukocytów we krwi wzrasta?



ZADANIE TWÓRCZE. Przy pomocy dorosłych i wykorzystując różne źródła informacji, dowiedz się, dlaczego lekarzom jest potrzebne ogólne badanie krwi chorego.

PRACA LABORATORYJNA № 1

Temat: Budowa mikroskopowa krwi człowieka

Przyrządy i materiały: mikroskopy, preparaty trwałe krwi człowieka.

Przebieg pracy

1. Przygotuj mikroskop do pracy.
2. Przy małym zwiększeniu mikroskopu rozpatrz preparat stały krwi człowieka. Zwróć uwagę na ilość, kształt i rozmieszczenie podstawowych rodzajów krwinek.



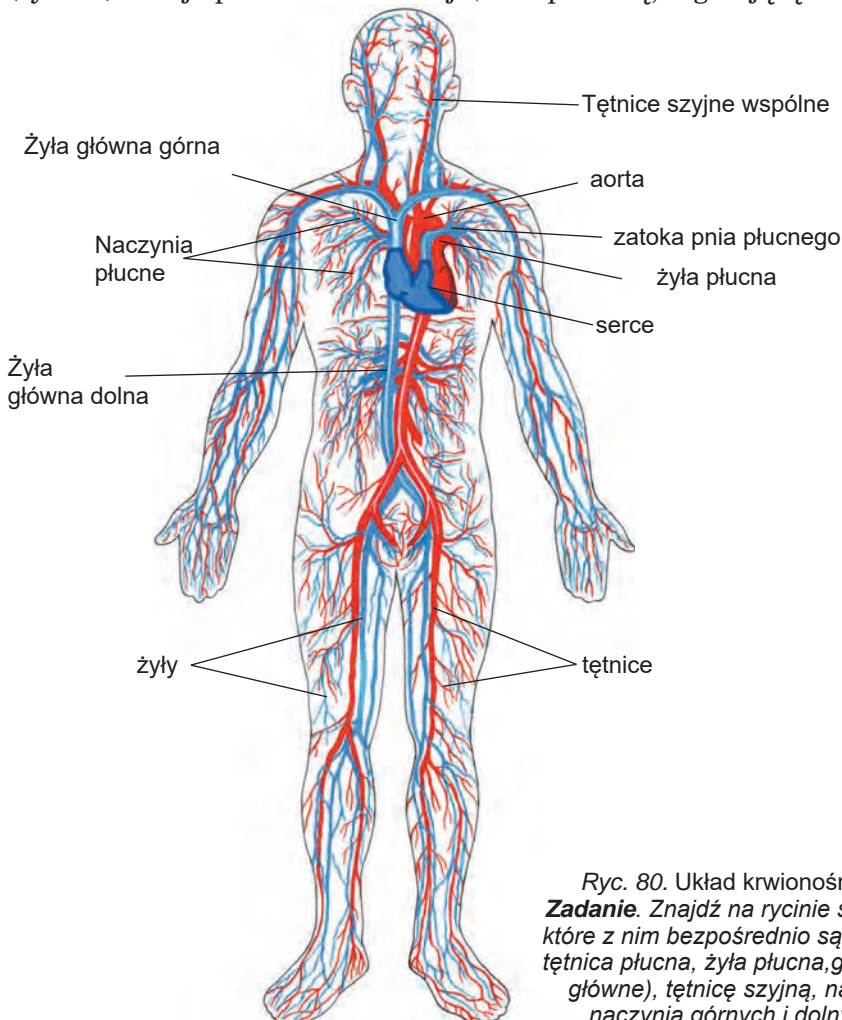
3. Przetwórz mikroskop na duże powiększenie, rozpatrz i porównaj strukturę erytrocytów i leukocytów.
4. Porównaj kształt, wymiary, obecność jądra w erytrocytach i leukocytach człowieka. Ułóż tabelkę.
5. Wyciągnij wnioski.

§ 20. SERCE: JEGO BUDOWA I FUNKCJE

Przypomnij sobie typy układu krwionośnego u zwierząt kręgowych. Jakie są osobliwości mięśnia sercowego? Jakie naczynia nazywamy tętnicami, a jakie – żyłami?

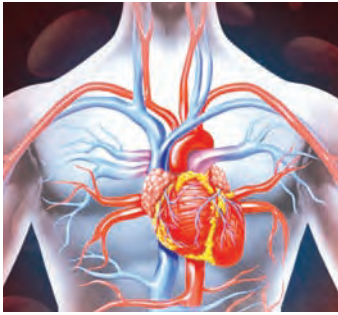
Ruch krwi po zamkniętym układzie naczyń krwionośnych i próżni serca nazywamy krwioobiegiem. Układ, który zapewnia krwioobieg, nazywa się układem krwionośnym lub układem narządów krążenia.

Jakie jest znaczenie krwioobiegu? Układ narządów krwioobiegu składa się z serca i różnych pod względem średnicy, budowy i funkcji naczyń krwionośnych. (ryc. 80). Swoje podstawowe funkcje (transportową, regulującą i ochronną) krew



Ryc. 80. Układ krwionośny człowieka.

Zadanie. Znajdź na rycinie serce i naczynia, które z nim bezpośrednio są związane (aorta, tętnica płucna, żyła płucna, górna i dolna żyły główne), tętnicę szyjną, naczynia głowy, naczynia górnych i dolnych kończyn



Ryc. 81. Rozmieszczenie serca w organizmie człowieka

pełni dzięki stałemu ruchowi w naczyniach krwionośnych. Ten ruch umożliwiającą rytmiczne skurcze serca, które pracuje jak pompa i, tworząc ciśnienie krwi, przepompowuje ją w układzie krwionośnym. Nawet krótkotrwałe ustanie ruchu krwi jest śmiertelnie niebezpieczne dla organizmu. Komórki organizmu, szczególnie nerwowe, nawet kilka minut nie mogą funkcjonować bez tlenu i substancji odżywczych, które przynosi krew.

Jaka jest budowa serca? Serce – to próżny w środku, stożkowaty, mięśniowy narząd rozmieszczony w jamie piersiowej (ryc. 81). Jego rozszerzona podstawa zwrócona jest ku górze, a wąski szczyt – ku dołowi. Dwie trzecie serca mieści się w lewej połowie jamy piersiowej, a jedna trzecia – w prawej. A więc serce jest zsunięte w lewo od linii środkowej ciała. Serce dorosłego człowieka ma średnio 12–13 cm długości i średnicę około 9–10 cm. Masa serca mężczyzny jest nieco większa niż masa serca kobiety – około 300 g (kobiety – 220 g).

Z zewnątrz serce jest otoczone elastycznym workiem – osierdziem (perykard), które chroni serce przed nadmiernym rozszerzeniem pod wpływem napływającej krwi. Wewnętrzna ściana osierdzia wydziela płyn, który zwilża serce i zmniejsza jego tarcie o ściany osierdzia podczas skurczów.

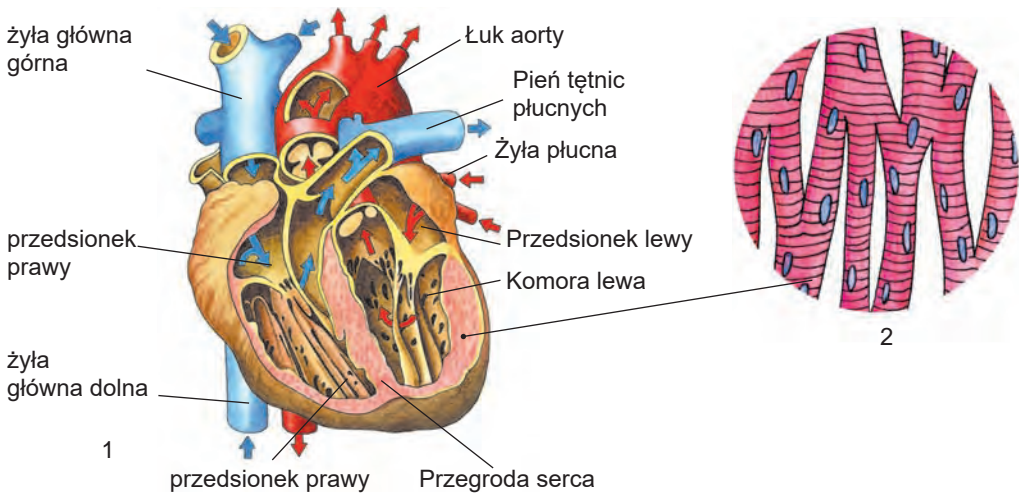
Ścianę serca tworzą trzy warstwy: wewnętrzna – wsierdzie (endokard), środkowa – mięśniowa – śródsierdzie (miokardium) i zewnętrzna – łącznotkankowa – nasierdzie (epikard).

Śródsierdzie tworzy tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana (ryc. 82. 1 i 82. 2). Jej komórki, w odróżnieniu od włókien tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej szkieletowej, są połączone między sobą. Kiedy pobudza się i kurczy jedna komórka, to pobudzenie przechodzi na wszystkie komórki mięśniowe przedsionka lub komory. Skutkiem tego jest ich jednoczesny skurcz.

ZAPAMIĘTAJ! Dzięki cechom budowy czynność serca jest podporządkowana zasadzie „wszystko lub nic”. To oznacza, że w odpowiedzi na pobudzenie kurczą się albo wszystkie włókna mięśniowe serca, albo, gdy pobudzenie jest niedostatecznej siły, one na niego nie reagują. Przy tym siła skurczu mięśnia sercowego nie zależy od siły pobudzenia.

Wsierdzie wyściela jamy serca. Serce człowieka podobnie jak serce innych ssaków jest czterekomorowe: składa się z dwóch przedsionków (prawego i lewego; górna część serca) i dwóch komór (prawej i lewej; dolna część serca) (ryc. 82). Przedsionki – to części serca, które napełniają się krwią napływającą z żył. Komory – to części serca, z których krew płynie do tętnic. Lewa część serca jest całkowicie oddzielona od prawej części przegrodą, dlatego krew żylna i tętnicza w nim nie miesza się. W prawej połowie płynie krew żylna, a w lewej – tętnicza.

Między jamami serca, a także między sercem i aortą oraz między sercem i pniem płucnym fałdy śródbrzońki tworzą zastawki (znajdź je na rycinie 82). Między przedsionkami a komorami są rozmieszczone zastawki przedsionkowo-komorowe (żaglowe). Prawa zastawka składa się z trzech płatków (zastawka trójdzielna), a lewa – z dwu (zastawka dwudzielna) (ryc. 83). Od płatków zastawek odchodzą nit-

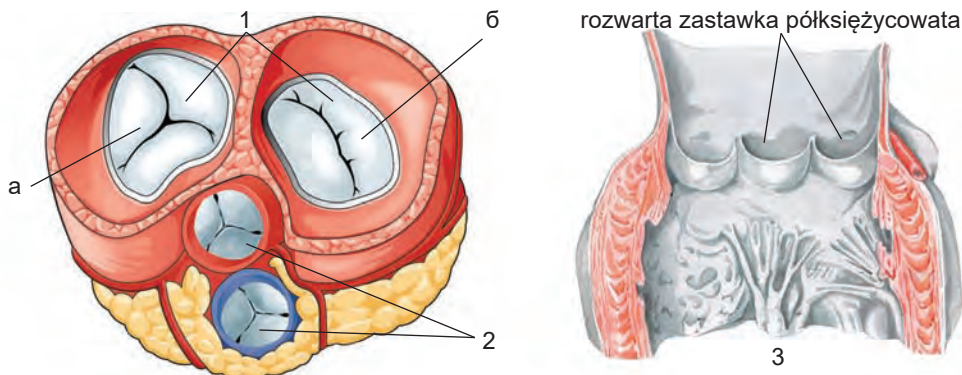


Ryc. 82. 1. Budowa serca. 2. Budowa mięśnia sercowego. **Zadanie.** Znajdź na rycinie przegrodę serca; przedsionki (prawy i lewy); komory (prawą i lewą); zastawki (półksiężycowate i przedsionkowo-komorowe); aortę; tętnicę płucną; żyły główne (górną i dolną)

ki ścięgnięte, których drugi koniec wrasta do ścianek komór. One nie pozwalają zastawkom otwierać się w stronę przedsionków. Zastawki przedsionkowo-komorowe zapewniają ruch krwi od przedsionków do komór i zapobiegają cofaniu się krwi do przedsionków podczas skurczów komór. Na granicy komory prawej i pnia płucnego oraz komory lewej i aorty znajdują się zastawki półksiężycowate. Każda z nich ma postać trzech kieszonek, które swobodnie przepuszczają krew z komór w stronę naczyń krwionośnych i nie przepuszczają krwi z powrotem – od naczyń do serca (ryc. 83).

Warstwy mięśniowe przedsionków i komór są oddzielone od siebie, więc przedsionki i komory mogą kurczyć się niezależnie od siebie, jednak ta czynność jest wzajemnie uzgodniona.

Komory wykonują większą pracę niż przedsionki, ponieważ przetłaczają krew na całej długości naczyń, natomiast przedsionki pompują krew tylko do komór. Dlatego ściany mięśniowe komór są znacznie grubsze niż ściany przedsionków.



Ryc. 83. Budowa zastawek serca: 1. przedsionkowo-komorowa: a – trójdzielna; b – dwudzielna; 2. półksiężycowata; 3. rozwarta zastawka półksiężycowata

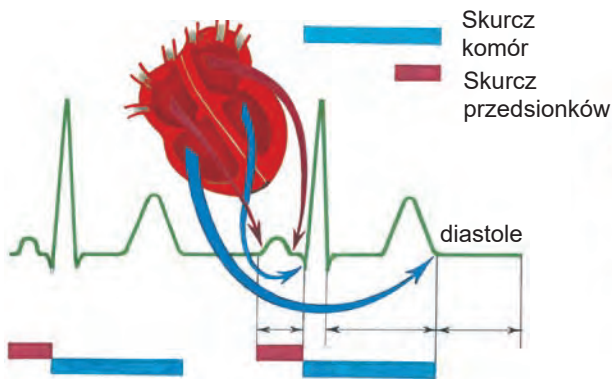
Najgrubsza jest ściana lewej komory, ponieważ właśnie skurcz lewej komory wytłacza krew do dużego koła krwionośnego.

Jakie są właściwości mięśnia sercowego? Mięsień sercowy dzięki swoim cechom budowy ma następujące właściwości: pobudliwość, kurczliwość, przewodnictwo, automatyzm. Pobudliwość – zdolność mięśnia sercowego do pobierania bodźców i odpowiadania na nie pobudzeniem. Pobudzeniu mięśnia sercowego towarzyszy jego skurcz. Pobudzenie, które powstaje w pewnym odcinku serca, rozpowszechnia się na całe serce dzięki przewodnictwu mięśnia sercowego. Wspominaliśmy już, że zapewniają to związki między jego komórkami. Dlatego serce kurczy się jako całość w określonej kolejności: najpierw przedsionki, a potem komory.

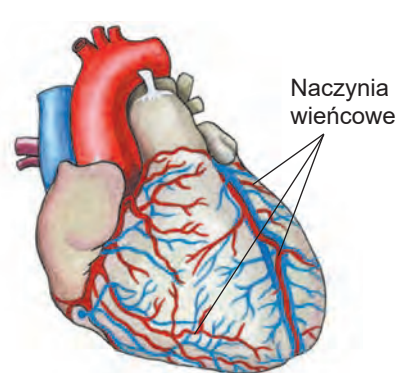
Automatyzm serca – to jego zdolność do rytmicznych skurczów bez udziału bodźców zewnętrznych i niezależnie od układu nerwowego. Automatyzm jest zapewniany przez skupiska specjalnych komórek mięśniowych – tak zwanych komórek rozrusznikowych. Te komórki potrafią pobudzać się bez udziału bodźców zewnętrznych. W nich rytmicznie powstają impulsy (60–80 na min.) rozpowszechniające się na mięsień sercowy. Główny ośrodek powstania impulsów – węzeł, który znajduje się w ścianie prawego przedsionka.

Podczas rozpowszechnienia pobudzenia w sercu powstają prądy elektryczne rozpowszechniające się po całym ciele. Umożliwia to zbadanie rytmu pracy serca. Najczęściej sygnały elektryczne serca są rejestrowane z powierzchni skóry kończyn i klatki piersiowej i zapisywane w postaci elektrokardiogramu (przypomnij sobie, jak nazywa się przyrząd, za pomocą którego zapisuje się elektrokardiogram). On odzwierciedla stan przewodzącego systemu serca i jest jednym z najważniejszych wskaźników jego pracy.

Jak serce zaopatruje się w krew? Mięsień sercowy pracuje stale i rytmicznie bez przerwy w ciągu całego życia człowieka. Jest to podstawowa różnica fizjologiczna między mięśniem sercowym a mięśniem szkieletowym. Dlatego mięsień sercowy potrzebuje stałego dopływu krwi o dużej zawartości tlenu i substancji odżywczych. Zapewniają go dwie tętnice wieńcowe serca, które zaczynają się od początkowego odcinka aorty, rozgałęziają na liczne drobne naczynia, ostatecznie tworząc sieć naczyń włosowatych (ryc. 85). Przez tętnice wieńcowe w ciągu doby przepływa 500 l krwi. Produkty przemiany substancji i dwutlenek węgla wypróżnia się z komórek serca z krwią żylną przez żyły wieńcowe.



Ryc. 84. Elektrokardiogram



Ryc. 85. Unaczynienie serca



Naruszenie dopływu krwi tętniczej do serca jest śmiertelnie niebezpieczne. Jego skutkiem może być zawał – obumieranie odcinków mięśnia sercowego. Przyczynami zawału mogą być: zwężenie światła tętnic wieńcowych wskutek powstania w nich skrzepów, skurcze ich ścian lub odkładanie substancji tłuszczowej na wewnętrznej powierzchni ścian naczyń.

Zdrowie człowieka. Zawał – to śmiertelnie niebezpieczna choroba człowieka, która wymaga natychmiastowej hospitalizacji. Objawem zawału jest silny ból w klatce piersiowej rozpowszechniający się na lewe ramię, szyję, uszy, żuchwę, obojczyki, odcinek między łopatkami. Profilaktyka zawału serca polega na prowadzeniu zdrowego i aktywnego trybu życia, zaprzestaniu palenia i używania alkoholu, pełnowartościowym odżywianiu się, unikaniu przemęczenia fizycznego i nerwowego, kontrolowaniu ciśnienia tętniczego.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: nasierdzie, śród sierdzie, wsierdzie, osierdzie, przedsionki, komory, zastawki przedsionkowo-komorowe, zastawki półksiężycowate, tętnice wieńcowe, elektrokardiogram.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Ruch krwi w naczyniach jest niezbędnym warunkiem do podtrzymywania czynności życiowych organizmu. Serce i naczynia krwionośne tworzą jedyny układ krwionośny.
- Serce – to próżny w środku narząd mięśniowy, którego podstawową funkcją jest pompowanie krwi do naczyń krwionośnych. Mięsień sercowy jest zdolny do pobudzenia, przewodzenia pobudzenia i kurczenia się. Serce kurczy się pod wpływem impulsów powstających w samym sercu. Taką jego właściwość nazywamy automatyzmem.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Дайте відповіді на запитання

1. Gdzie jest rozmieszczone serce człowieka? 2. Co to jest osierdzie? 3. Jaka jest budowa ściany serca? 4. Jakie są osobliwości budowy i funkcji mięśnia sercowego? 5. Na czym polega automatyzm serca? 6. Co wyznacza rytm skurczów serca? Jakimi zastawkami rozdzielają przedsionki i komory? Jakimi są ich funkcje? 8. Jaka jest budowa zastawek półksiężycowatych? Jakimi są ich funkcje? 9. Co oznacza zasada „wszystko lub nic”?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż warstwę mięśniową serca: a) wsierdzie; b) śród sierdzie; c) nasierdzie; d) osierdzie.
2. Wskaż części składowe serca człowieka: a) jeden przedsionek i jedna komora; b) dwa przedsionki i jedna komora; c) dwie komory i jeden przedsionek; d) dwa przedsionki i dwie komory.
3. Wymień zastawki znajdujące się między prawym przedsionkiem i komorą: a) półksiężycowate; b) dwudzielna; c) trójdzielna.
4. Wskaż naczynia krwionośne, które dostarczają do serca tlen i substancje odżywcze: a) aorta; b) tętnice płucne; c) tętnice wieńcowe; d) żyły wieńcowe.

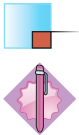
Rozwiąż zadanie. Oblicz ilość krwi (l), którą pompuje serce człowieka za godzinę, jeśli ono kurczy się średnio 70 razy na minutę, wypychając przy każdym skurczu z dwu przedsionków 150 ml krwi. Wybierz poprawną odpowiedź: a) 630; b) 10,5; c) 105; d) 63.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Zbadaj powiązanie wzajemne budowy i funkcji układu krwionośnego, serca i mięśnia sercowego.



ZASTANÓW SIĘ. Jak można udowodnić, że serce zwierząt kręgowych kurczy się automatycznie?



ZADANIE TWÓRCZE. Przygotuj krótką notatkę na temat: „A. Kulabko – jeden z założycieli reanimatologii”.

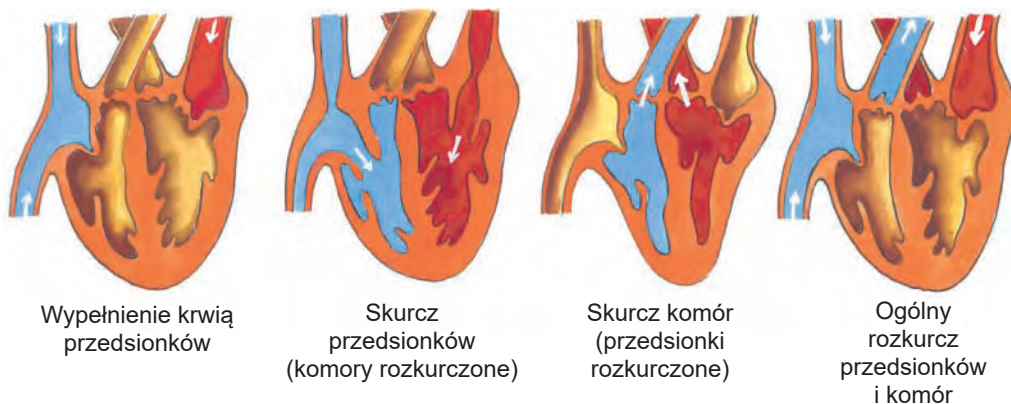
§ 21. CYKL SERCOWY. PRACA SERCA I JEJ REGULACJA

Przypomnij sobie budowę mięśnia sercowego. Jakie zastawki serca nazywają się przedsionkowo-komorowymi, a jakie – półksiężycowatymi? Jaka jest ich funkcja?

Co to jest cykl sercowy? Jakie są jego fazy? Serce pracuje cyklicznie, zmieniając rytmicznie skurcze i rozkurcze przedsionków i komór, co nazywa się cyklem sercowym. On składa się z trzech faz: skurczu przedsionków – systole przedsionków, skurczu komór – systole komór i ogólnego rozkurczu – diastole (patrz tabelę 9) (ryc. 86). Serce człowieka w stanie spokoju wykonuje 65–75 cykliów na minutę.

Podczas pierwszej fazy (ona trwa około 0,1 s) kurczą się przedsionki, a komory są w rozkurczu; zastawki przedsionkowo-komorowe są otwarte, dzięki czemu krew dostaje się do komór. Zastawki półksiężycowate natomiast są zamknięte. Podczas drugiej fazy (ona trwa 0,3 s) zachodzi rozkurcz przedsionków, a komory kurczą się: zastawki przedsionkowo-komorowe zamykają się, a półksiężycowate – otwierają się, krew dostaje się do aorty i pnia tętnic płucnych. Trzecia faza – ogólny rozkurcz – trwa 0,4 s. Przedsionki i komory w tym czasie są rozkurczone, do serca swobodnie napływa krew z żył (płucnych, głównej dolnej i górnej). Otóż pełny cykl sercowy trwa 0,8 s, z czego włókna mięśniowe przedsionków pracują 0,1 s i 0,7 s odpoczywają, a komór – odpowiednio 0,3 i 0,5 s. Właśnie stosunkowo duży czas odpoczynku pozwala mięśniowi sercowemu pracować, nie męcząc się, w ciągu całego życia.

Ilość cykliów sercowych, które serce wykonuje w ciągu jednej minuty nazywa się częstotliwością skurczów sercowych. Podczas skurczu serca dorosłego człowieka w stanie spokoju każda komora wypycha do tętnicy około 65 ml krwi. Za minutę serce przepompowuje około 5 l krwi, a za rok – prawie 2,6 mln litrów. W momencie



Ryc. 86. Cykl sercowy



wytłaczania krwi do aorty ciśnienie w niej zwiększa się, a ściany rozciągają się. Takie rozciągnięcie dzięki zwartości i elastyczności ścian naczyń krwionośnych rozpowszechnia się falowo z prędkością, która znacznie przewyższa prędkość ruchu krwi od aorty do tętnic. Drgania ścian tętnic, które powstają w odpowiedzi na każdy skurcz serca, nazywamy **tętnem tętnicznym**.

Tabela 9

Fazy cyklu sercowego

Faza	Co zachodzi	Trwałość (s)	Kierunek ruchu krwi
I. Systole przedsionków	Skurcz przedsionków. Komory rozkurczone	0,1	Za ten czas krew z przedsionków wypycha się do rozkurczonych komór
II. Systole komór	Skórcz komór. Przedsionki rozkurczone	0,3	Krew z prawej komory wypycha się do pnia tętnic płucnych, a z lewej – do aorty
III. Diastole	Ogólny rozkurcz przedsionków i komór	0,4	Cały mięsień sercowy pozostaje w stanie spokoju lub pauzy spoczynkowej
Cykl sercowy		0,8	

Zadanie. Na podstawie tabeli 9 wytłumacz fazy cyklu sercowego. Jak to ma znaczenie dla pracy serca?

U zdrowego człowieka tętno rytmiczne i jego częstość wynosi 65–75 uderzeń na minutę. W przypadku zwiększenia częstotliwości skurczów sercowych trwałość cyklu sercowego skraca się przeważnie kosztem odpoczynku. Według tętna można wyznaczyć częstość, rytmiczność i siłę skurczów serca, co wskazuje na stan funkcjonalny układu krwionośnego i całego organizmu. Tętno można wyczuć w miejscach, gdzie duże tętnice biegną płytko pod skórą na powierzchni kości, na przykład na wewnętrznej stronie nadgarstka, na skroniach, z boków szyi. Każde drganie odpowiada skurczowi serca.

Przekonaj się w tym, wykonując doświadczenie laboratoryjne.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Mierzenie częstości skurczów sercowych

Przyrządy: zegarek ze wskazówką sekundową.

1. Znajdź u siebie na nadgarstku tętno, jak pokazano na rycinie 87. Naucz się prędko je odszukiwać.
2. Włącz sekundomierz i licz ilość uderzeń przez 30 s.
3. Otrzymany wynik pomnóż przez 2. W ten sposób wyliczysz ilość skurczów serca za minutę.
4. Policz, ile skurczów robi twoje serce na dobę, na tydzień, na rok?



Ryc. 87. Znajdowanie tętna na nadgarstku



Jak serce zachowuje zdolność do pracy? Każdy mięsień szkieletowy, nawet najbardziej trenowany, po pewnym okresie pracy odczuwa zmęczenie i wymaga odpoczynku. Mięsień sercowy pracuje bez odpoczynku. Czym jest to uwarunkowane? Śródserdzie w ciągu 60 lat życia człowieka średnio kurczy się 2,3 mld razy i pompuje ponad 150 mln l krwi. Taka wyjątkowa zdolność do pracy jest uwarunkowana rytmicznością jego pracy (po skurczu obowiązkowo następuje rozkurcz), wysokim poziomem zaopatrzenia śródserdzia w krew (przez tętnice wieńcowe do mięśnia sercowego nadchodzi najbogatsza w tlen i substancje odżywcze krew).

Jak zachodzi regulacja pracy serca? Chociaż serce kurczy się automatycznie, częstotliwość i siła jego skurczów zależy od warunków środowiska otaczającego i stanu organizmu. Na przykład podczas intensywnej pracy lub podczas wykonywania ćwiczeń fizycznych częstotliwość skurczów serca wzrasta. Na pracę serca wywierają też wpływ zmiany temperatury otaczającego środowiska, ból, różne emocje (gniew, strach, radość i in.). Wszystko to przyspiesza lub spowalnia czynność serca.

Aby przystosować pracę serca do różnych potrzeb organizmu, istnieją mechanizmy nerwowej i humoralnej regulacji jego czynności. Jednak serce – to narząd, który oprócz neurohumoralnych mechanizmów regulatorowych posiada też **wewnątrzsercowe** mechanizmy regulatorowe. Najważniejszy z nich – to wewnątrzsercowa regulacja siły skurczów mięśni sercowych proporcjonalnie do ilości krwi napływającej do serca. Stąd im bardziej rozciągają się komory, tym silniejszy jest ich skurcz.

Do serca dochodzą nerwy tej części układu nerwowego, która reguluje pracę narządów wewnętrznych. Ośrodek regulacji czynności sercowej hamujący pracę serca jest rozmieszczony w odpowiednim odcinku mózgowia. Włókna nerwowe przyspieszające czynność serca są rozmieszczone w odcinku piersiowym rdzenia kręgowego. Impulsy, które nadchodzą do serca przez te włókna nerwowe, zwiększają siłę skurczów, przyspieszają ich częstotliwość, polepszają przewodnictwo i pobudliwość mięśnia sercowego. W warunkach spokoju lub podczas snu serce obniża siłę i częstotliwość skurczów kosztem osłabienia wpływu tych włókien nerwowych. Czynności ośrodków nerwowych, które regulują pracę serca, są skoordynowane: gdy jeden z nich pobudza się, to inny – hamuje.

Wśród czynników humoralnych największy wpływ na pracę serca wywiera hormon nazywany adrenaliną (przypomnij sobie: ten hormon reguluje również procesy oddychania). On zwiększa częstotliwość i siłę skurczów sercowych. Właśnie dlatego w razie ustania akcji serca, żeby zmusić je pracować, lekarze aplikują zastrzyk adrenaliny bezpośrednio do mięśnia sercowego. Czynność serca wzmaga też hormon tarczycy – tyroksyna (dokładniej o gruczołach dokrewnych i hormonach, które one produkują, dowiesz się później). Podwyższenie się we krwi stężenia jonów wapnia aktywuje czynność serca, natomiast wzrost zawartości jonów potasu hamuje czynność serca.

Zdrowie człowieka. Aktywność fizyczna (praca fizyczna, regularne uprawianie sportu) korzystnie wpływa na pracę serca. U człowieka trenowanego przy obciążeniach fizycznych lub psychicznych wzmożone zaopatrzenie krwią narządów zachodzi nie tyle kosztem zwiększenia częstotliwości skurczów serca, ile kosztem siły skurczów. Tłumaczy się to tym, że serce trenowane za jeden skurcz wypycha o wiele więcej krwi niż serce nietrenowane. Jego ściany posiadają grubsze mięśnie, a objętość komór jest zwiększona. Na przykład u



sportowców przy jednym skurczu serca może wyrzucać się 200–250 ml krwi (przy normie 65 ml); częstotliwość skurczów w stanie spokoju może wynosić tylko 35–40 na minutę, co zwiększa okresy odpoczynku serca. U człowieka nietrenowanego obieg krwi wzmacnia się przede wszystkim kosztem zwiększenia częstotliwości skurczów. Mięsień sercowy zaczyna się męczyć: w komórkach serca obserwuje się niedobór substancji odżywczych i gromadzenie produktów przemiany, skurcze stają się powolniejsze, zaopatrzenie narządów i tkanek w tlen i substancje odżywcze – niedostateczne.

Zakłócać pracę serca mogą nadmierne obciążenia emocjonalne. Większość ludzi wie, że przeżycia, stresy prowadzą do zaburzeń czynności serca i mogą być przyczyną tak zwanego ataku sercowego. Towarzyszy mu przyspieszone bicie serca lub odwrotnie – spowolnione, zakłócenie skurczów mięśnia sercowego.

TO CIEKAWIE! Zmniejszenie częstotliwości skurczów serca do 45–50 uderzeń na minutę nazywa się *bradykardią*. Przyspieszenie częstotliwości skurczów serca nazywa się *tachykardią*. Przy częstych skurczach serca komory nie nadążają wypełniać się krwią, wskutek czego ciśnienie tętnicze obniża się i zmniejsza się dopływ krwi do narządów. Pogarszają się warunki zaopatrzenia serca w krew, ponieważ ono wykonuje dużą pracę za jednostkę czasu i potrzebuje więcej tlenu. Złe warunki zaopatrzenia serca w krew zwiększają ryzyko zawału. Zaburzenia rytmiczności, kolejności i siły skurczów mięśnia sercowego nazywa się *arytmią*. One są spowodowane zakłóceniem automatyzmu skurczów, pobudliwości, przewodności serca.

A więc w celu trenowania serca należy stosować pracę umysłową na przemian z ćwiczeniami fizycznymi, częściej bywać na świeżym powietrzu. Obciążenia fizyczne należy zwiększać stopniowo. Nadmierny wysiłek na początku treningu powoduje obciążenie serca i może doprowadzić do jego wycieńczenia. Dotrzymywać się tej zasady powinni przede wszystkim nastolatki w wieku 14–17 lat, ponieważ ich sieć naczyń krwionośnych nie nadąża za wzrostem serca.

ZAPAMIĘTAJ! W razie naruszenia pracy serca (zmiany częstotliwości i rytmu skurczów, bólu w okolicy serca i in.) należy niezwłocznie zwrócić się do lekarza.

Szkodliwy wpływ na serce wywiera używanie alkoholu, narkotyków i palenie tytoniu. Te substancje gwałtownie przyspieszają skurcze serca, wycieńczają mięsień sercowy. Systematyczne używanie alkoholu zakłóca przemianę substancji w komórkach mięśniowych serca, powodując ich stopniowe zwyrodnienie i obumieranie.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: cykl sercowy, systole, diastole, tętno tętnicze.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

● Rytmiczne skurcze serca tworzą cykl sercowy, w którym wyróżnia się trzy fazy: skurcz przedsionków, skurcz komór i pauza spoczynkowa. Rytm serca jest podstawą jego zdolności do podtrzymywania wysokiej wydajności pracy w ciągu całego życia człowieka. Praca serca polega na zapewnianiu ciągłego przepływu krwi w naczyniach krwionośnych. Dostosowanie serca do potrzeb organizmu osiągnięte jest dzięki samo-regulacji, regulacji nerwowej i humoralnej pracy serca.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Z jakich faz składa się cykl sercowy? 2. Jakie są podstawowe charakterystyki poszczególnych faz cyklu sercowego? 3. Co wywiera wpływ na pracę serca? 4. Jak za-



chodzi regulacja nerwowa pracy serca? 5. Kosztem czego zachodzi humoralna regulacja pracy serca? 6. Jak człowiek może wzmacniać swoje serce? 7. Dlaczego należy unikać nadmiernych obciążeń fizycznych i stresów?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż długość cyklu sercowego przy częstotliwości skurczów sercowych 72 ud./ min.: a) 0,1 s; b) 0,3 s; c) 0,4 s; d) 0,8s.
2. Zaznacz długość systoli komór: a) 0,1 s; b) 0,3 s; c) 0,4 s; d) 0,8 s.
3. Zaznacz długość diastoli: a) 0,1 s; b) 0,3 s; c) 0,4 s; d) 0,8 s.
4. Zaznacz wskaźniki częstotliwości tętna (ud./min.) u dorosłego człowieka (w normie): a) 60–75; b) 72–85; c) 72–80; d) 80–90.

Rozwiąż zadanie. Oblicz, ile krwi (l) przepompowuje serce człowieka w ciągu godziny, jeśli ono kurczy się średnio 70 razy na minutę, wyrzucając przy każdym skurczu z komór 150 ml krwi. Wybierz poprawną odpowiedź: a) 630; b) 10,5; c) 105; d) 63.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Podaj charakterystykę faz cyklu sercowego. **II grupa.** Podaj charakterystykę czynników wywierających wpływ na regulację pracy serca.



ZASTANÓW SIĘ. Jaki związek wzajemny istnieje między regulacją nerwową i humoralną pracy serca?



Przy pomocy dorosłych wykonaj **doświadczenie badawcze.**

Samoobserwacja częstotliwości skurczów serca w ciągu doby, tygodnia

Przebieg obserwacji

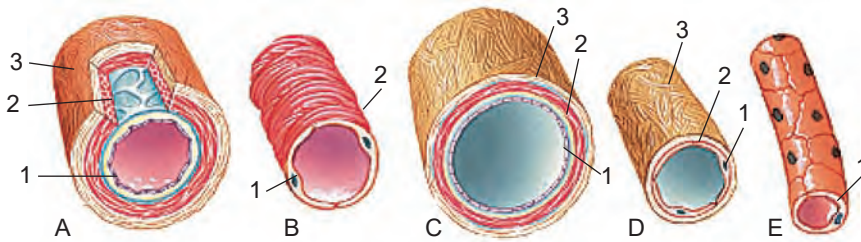
1. Policz ilość skurczów serca na minutę (tętno) w ciągu doby (rano (przed lekcjami), po lekcjach i przed snem) i w ciągu tygodnia. Dane podaj w postaci tabeli.
2. Na podstawie otrzymanych wyników ułóż wykres.
3. Wyciągnij wnioski o zmianie częstotliwości skurczów serca w ciągu doby i tygodnia.

§ 22. BUDOWA I FUNKCJE NACZYŃ KRWIONOŚNYCH. KRAŻENIE KRWI W NACZYNIACH KRWIONOŚNYCH. CIŚNIENIE TĘTNICZE

Przypomnij sobie cechy charakterystyczne krwioobiegu u różnych grup zwierząt kręgowych: ryb, płazów, gadów, ptaków, ssaków. Jaki układ krwionośny nazywa się układem zamkniętym, a jaki – otwartym? Co to jest małe i duże koło krwioobiegu?

Wspominaliśmy już, że układ krwionośny człowieka oprócz serca składa się z różnych pod względem wymiarów, budowy i funkcji naczyń krwionośnych, w których płynie krew.

Jakie są rodzaje naczyń krwionośnych i jaka jest ich budowa? Rozróżniamy trzy rodzaje naczyń krwionośnych: tętnice, żyły i naczynia włosowate. **Tętnice** (ryc. 88, A) – to naczynia, którymi krew płynie od serca do różnych narządów i tkanek, niezależnie od tego, czy jest ona tętniczą (płynie z prawej komory), czy żylną (płynie z lewej komory). Największa tętnica w organizmie człowieka – **aorta** – zaczyna się z lewej komory.



Ryc. 88. Schemat budowy naczyń krwionośnych: A – tętnice; B – tętniczki; C – żyły; D – żyłki; E – naczynia włosowate (1. śródbłonek; 2. warstwa mięśniowa; 3. warstwa łącznotkankowa)

Ściany tętnic składają się z trzech warstw różnych tkanek: wewnętrznej – utworzonej z jednej warstwy komórek nabłonkowych (śródbłonka); środkowej – zbudowanej z okrężnych i wzdluznych mięśni gładkich oraz zewnętrznej – zbudowanej z tkanki łącznej wiotkiej. Stopień kurczenia się mięśni warstwy środkowej reguluje średnicę tętnic i odpowiednio poziom ciśnienia krwi.

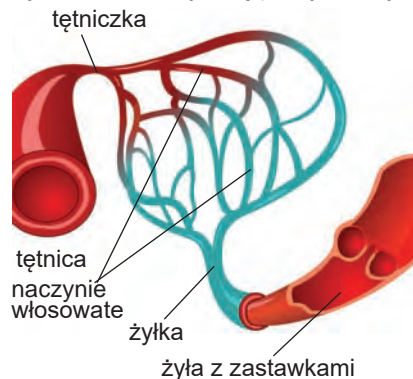
Ściany dużych tętnic takich jak aorta lub pień płucny zawierają więcej włókien sprężystych, które zapobiegają ich nadmiernemu rozciąganiu. Najdrobniejsze tętnice – to tętniczki (ryc. 88, B).

Żyły – to naczynia, którymi krew płynie od narządów i tkanek do serca (ryc. 88, C). Ich ściany jak i ściany tętnic zbudowane z trzech warstw. Ponieważ ciśnienie krwi w żyłach w porównaniu z tętnicami jest mniejsze, to ściany żył są cieńsze. W świetle żył znajdują się zastawki kieszonkowe (półksiężycowate) uniemożliwiające cofanie się wolno płynącej krwi. Najdrobniejsze żyły nazywają się żyłkami (ryc. 88, D). Krew płynie w nich od naczyń włosowatych do dużych żył.

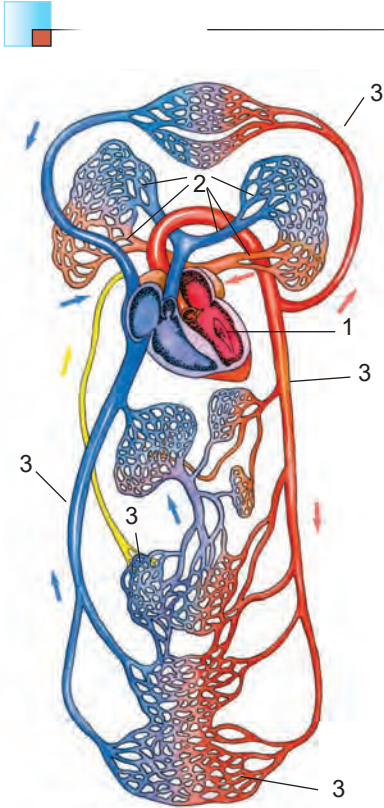
Naczynia włosowate (włośniczki) – to najdrobniejsze naczynia krwionośne o średnicy 4–20 μm i o długości 1 mm, które łączą tętnice z żyłami. Cienkie ściany naczyń włosowatych są utworzone tylko z jednej warstwy komórek nabłonka płaskiego (ryc. 88, E). Dzięki temu przez ich ściany może zachodzić wymiana substancji między krwią a płynem tkankowym, który wypełnia przestwory międzykomórkowe. Przez ściany niektórych naczyń włosowatych mogą przechodzić nawet całe komórki, na przykład niektóre rodzaje leukocytów (patrz ryc. 75). Naczynia włosowate tworzą w narządach i tkankach gęstą sieć.

TO CIEKAWE! Na 1 mm^2 poprzecznego przekroju mięśni nalicza się ponad 2 tys. naczyń włosowatych. Z nich w stanie spokoju otwarte są tylko 5–10%, natomiast inne są zamknięte za pomocą specjalnych mięśni – zwieraczy. Podczas aktywnej pracy narządu ten mięsień rozluźnia się i obieg krwi w włośniczkach gwałtownie wzrasta. Ogólna powierzchnia przekroju wszystkich naczyń włosowatych człowieka wynosi około 6300 m^2 , a ich ilość – około 150 mld. Jeżeli wszystkie naczynia włosowate organizmu człowieka ułożymy w jedną linię, to nimi 2,5 razy można okrążyć Ziemię (ogólna długość naczyń włosowatych sięga 100 tys. km).

ZAPAMIĘTAJ! Naczynia włosowate zapewniają łączność pomiędzy tętniczym i żylnym układami krążenia krwi (ryc. 89). Jest to jeden z warunków podtrzymywania homeostazy organizmu człowieka.



Ryc. 89. Sieć naczyń włosowatych



Ryc. 90. Schemat krwioobiegu człowieka: 1. serce; 2. naczynia małego krwioobiegu; 3. naczynia dużego krwioobiegu

na gazowa i krew żylna przekształca się na tętniczą. Żyłami płucnymi ona płynie do przedsionka lewego, a stąd – do lewej komory, od której znów dostaje się do dużego koła krwioobiegu.

ZAPAMIĘTAJ! W tętnicach dużego koła krwioobiegu płynie krew tętnicza, a w żyłach – żylna; w małym kole krwioobiegu na odwrót: tętnice zawierają krew żylną, a żyły – tętniczą.

Jak krew płynie w naczyniach? Jak już wiesz z lekcji fizyki, ruch cieczy w dowolnej rurce zależy od różnicy ciśnienia na jej końcach: ciecz płynie w kierunku zmniejszania się ciśnienia. Kiedy tej różnicy nie ma, ciecz nie płynie. Dlatego ruch krwi w naczyniach jest możliwy tylko przy określonej różnicy ciśnienia, którą serce stwarza i stale podtrzymuje dzięki skurczom komór. Przy skurczu komór do aorty i pnia płucnego wyrzuca się krew, która ciśnie na ściany tych tętnic. To ciśnienie wzrasta podczas skurczu komór i obniża się podczas ich rozkurczu. Ono nazywa się ciśnieniem **tętnicznym**. Najwyższe ciśnienie tętnicze w aorcie wynosi do 150 mm Hg. Podczas przepływu krwi w naczyniach ciśnienie obniża się: w tętnicach o średniej średnicy jego najwyższe znaczenie wynosi 110–130 mm Hg, a przy rozkurczu komór – 60–80 mm Hg. W naczyniach włosowatych ciśnienie nie przekracza 22 mm Hg, ale jeszcze więcej obniża się w żyłach (ciśnienie krwi w żyłach głównych dorównuje 0 mm Hg).

Co to jest duże i małe koło krwioobiegu? Wszystkie tętnice, żyły i naczynia włosowate są połączone w dwa układy naczyń związanych z sercem – duże i małe koła krwioobiegu (ryc. 90).

Duże koło krwioobiegu zaczyna się od lewej komory serca aortą, dokąd nadchodzi krew tętnicza. Rozgałęzieniami aorty (tętnicami) krew płynie do wszystkich narządów i tkanek ciała i dostaje się do naczyń włosowatych. Tam ona przekształca się na krew żylną i układem żył płynie do prawego przedsionka, a stąd – do prawej komory serca. Największymi żyłami naszego organizmu są górna i dolna żyły główne. One uchodzą do prawego przedsionka.

Żyła główna górna (czcza górna) – to gruby, krótki pień rozmieszczony w jamie piersiowej. Do niej wpływa krew z głowy, szyi, ścian klatki piersiowej i kończyn górnych. **Żyła główna dolna (czcza dolna)** jest znacznie dłuższa i zaczyna się w jamie brzusznej. Do niej wpływa krew z kończyn dolnych, narządów jamy brzusznej (patrz ryc. 80).

Małe (płucne) koło krwioobiegu zaczyna się od prawej komory serca pniem płucnym, który rozgałęzia się na prawą i lewą tętnicę płucną kierującą krew do płuc. Już wiesz, że w naczyniach włosowatych płuc zachodzi wymiana

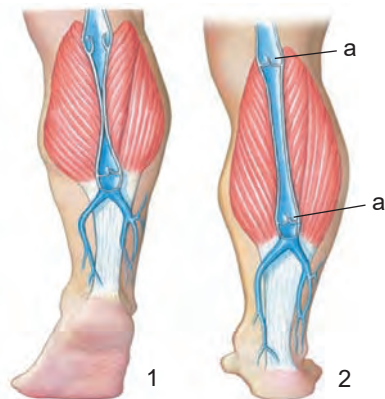
Ważne znaczenie dla zapewnienia krwioobiegu mają skurcze mięśni szkieletowych. One ściskają ścianę żył, sprzyjając ruchowi krwi do serca (ryc. 91, 1). Podczas wdechu ciśnienie w jamie piersiowej staje się niższe od atmosferycznego, a w jamie brzusznej, gdzie znajduje się większa część krwi, ono jest wyższe. To również zapewnia ruch krwi w żyłach. Nie mniej ważną podczas ruchu krwi w żyłach do serca jest siła ssąca przedsiionków (przypomnij sobie, jak za pomocą gumowej gruszki można do niej nabrać cieczy). Krew w żyłach płynie tylko w jednym kierunku – do serca. Cofaniu się krwi w żyłach przeszkadzają zastawki (ryc. 91, 2).

Czas, w ciągu którego krew przepływa przez duży i mały obieg, stanowi około 20–25 s. Małe koło krew przepływa w ciągu 4–5 s, a duże – w ciągu 15–20 s. Najszybciej krew płynie w aorcie (około 50–60 cm/s). W miarę poruszania się krwi od dużych tętnic (aorta, pień płucny, tętnice) szybkość jej prądu maleje. Najmniejsza ona jest w naczyniach włosowatych (0,3–0,5 mm/s). Ma to ważne znaczenie fizjologiczne: powolny ruch krwi w naczyniach włosowatych zapewnia lepszą wymianę substancji pomiędzy krwią a przylegającymi tkankami. Szybkość ruchu krwi od naczyń włosowatych do żył stopniowo wzrasta do 10–15 cm/s.

ZAPAMIĘTAJ! Żyłami do obydwu przedsionków nadchodzi taka sama ilość krwi, która wypłynęła z komór.

Zdrowie człowieka. Najprostszymi metodami diagnostycznej oceny pracy układu narządów krążenia są: mierzenie tętna i ciśnienia tętniczego. Już nauczyłeś się mierzyć tętno, wykonując doświadczenie laboratoryjne. Ciśnienie tętnicze długo mierzono tak: na ramię człowieka nakładano pusty mankiet gumowy, do niego pompowano powietrze, aż tętnica ramieniowa była tak ściśnięta, że przepływ krwi w niej ustawał. Następnie z mankieta stopniowo wypuszczano powietrze, obniżając ciśnienie. Poniżej miejsca uścisku przykładano specjalny przyrząd – fonendoskop. W momencie, kiedy ciśnienie w tętnicy staje się nieco większe niż ciśnienie w mankiecie, można było usłyszeć dźwięki – uderzenia fal tętna o ściany częściowo przeciśniętej tętnicy. Odpowiadało to ciśnieniu systolicznemu. Teraz lekarze przeważnie stosują tonometri.

TO CIEKAWE! Reguły ruchu krwi w zamkniętym układzie krwionośnym po raz pierwszy były opisane w 1628 r. przez W. Harveya (ryc. 92). Za wybitne osiągnięcia naukowe za życia wzniesiono mu pomnik w Królewskiej Szkole Medycyny w Londynie.



Ryc. 91. Ruch krwi w żyłach: 1. skurcze mięśni przepychają krew w żyłach w kierunku serca; 2. zastawki kieszonkowe (a) przeszkadzają cofaniu się krwi



Ryc. 92. William Harvey (1578–1657) – angielski lekarz, anatom, fizjolog i embriolog



Jak zachodzi regulacja krwioobiegu? Ruch krwi w naczyniach reguluje układ nerwowy i niektóre biologicznie aktywne substancje. Regulacja nerwowa ruchu krwi ma szereg osobliwości. Tak więc do włókien mięśniowych gładkich przeważnej większości ścian naczyń uchodzą tylko te nerwy, których impulsy zwięzają światło naczyń i odpowiednio podwyższają ciśnienie krwi. Ogólną regulację krążenia krwi zapewnia ośrodek naczyniowo-ruchowy określonego odcinka mózgowia. Ważne znaczenie dla krwioobiegu ma regulacja humoralna. Niektóre hormony (w tym znana już adrenalina) zwięzają średnicę naczyń krwionośnych, podwyższając w nich ciśnienie krwi. Natomiast inne biologicznie aktywne substancje mogą rozszerzać światło naczyń krwionośnych.

Intensywność krwioobiegu zależy od obciążeń fizycznych, temperatury ciała i in. Pracujące narządy zawsze potrzebują wzmożonego zaopatrzenia w krew, ponieważ z krwią one otrzymują dodatkowe substancje odżywcze i tlen.

Zdrowie człowieka. W przypadku schorzeń układu narządów krążenia zaopatrzenie w krew narządów i tkanek może być zakłócone. U takich ludzi mogą nastąpić gwałtowne zwiężenia światła naczyń – skurcze. Uszkodzenie naczyń krwionośnych jest przyczyną krwotoku zewnętrznego lub wewnętrznego, który wywołuje naruszenie zaopatrzenia narządów i tkanek w tlen, substancje odżywcze i magazynowanie w nich trujących produktów czynności życiowych. Utrata 2–2,5 l krwi jest śmiertelna dla człowieka.

Stałe podwyższenie ciśnienia tętniczego powoduje **chorobę nadciśnieniową (hipertonię)**. Często towarzyszy jej zmniejszona wydajność pracy, ciężkie zaburzenia funkcji różnych narządów i układów. Naruszenie krwioobiegu przy chorobie nadciśnieniowej powoduje ból głowy, mdłości, czasem – utratę świadomości. Ciężkimi skutkami choroby nadciśnieniowej są wylewy krwi do mózgowia (insult) jako skutek wysokiego ciśnienia krwi i kruchości ścian naczyń. Stałemu obniżeniu ciśnienia tętniczego – **hipotonii** – towarzyszy ogólna słabość, chorowitość, zawroty głowy i in. w skutek pogorszenia zaopatrzenia w krew różnych narządów, zwłaszcza mózgowia. Przyczyną hipotonii jest nieprawidłowy tryb życia (niedostateczne obciążenia fizyczne, naruszenie reżimu pracy i odpoczynku, niedostateczne odżywianie), niedokrwiistość i in.

***Podstawowe terminy i pojęcia: tętnice, żyły, naczynia włosowate, małe koło krwioobiegu, duże koło krwioobiegu, ciśnienie tętnicze, hipertonia, hipotonia.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Naczynia układu krążenia krwi – tętnice, żyły, naczynia włosowate człowieka – tworzą duże i małe koła krwioobiegu. W małym kole krwioobiegu krew płynie od prawej komory do płuc, gdzie pobiera tlen i oddaje dwutlenek węgla. W dużym kole krwioobiegu krew płynie od lewej komory do komórek ciała, roznosząc tlen i substancje odżywcze i pobierając dwutlenek węgla z produktami rozszczepienia substancji, które wyprowadzają się z organizmu. Regulacja krwioobiegu zachodzi przez układ nerwowy i czynniki humoralne.
- Ruch krwi zapewnia różnica ciśnienia na początkowych (gdzie ono jest wyższe) i końcowych (gdzie ono jest niższe) odcinkach małego i dużego kół krwioobiegu. Podwyższenie ciśnienia tętniczego powyżej normy nazywamy *hipertonią*, a obniżenie – *hipotonią*.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest krwiobieg? 2. Jakie są rodzaje naczyń krwionośnych? 3. Jakie są osobliwości budowy tętnic? 4. Jakie są osobliwości budowy żył? 5. Jaka jest budowa naczyń włosowa-

tych? 6. Jakie znasz koła krwioobiegu? 7. Jakie naczynia tworzą duże koło krwioobiegu i jakie są jego funkcje? 8. Porównaj cechy budowy i funkcji dużego i małego kół krwioobiegu.

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż naczynia krwionośne kierujące krew od serca do narządów i tkanek: a) naczynia włosowate; b) tętnice; c) żyły; d) żyłki.
2. Wskaż naczynia krwionośne, przez których ściany zachodzi wymiana substancji między krwią a płynem tkankowym: a) tętnice; b) żyły; c) żyłki; d) naczynia włosowate.
3. Wskaż naczynia krwionośne, które posiadają zastawki półksiężycowate: a) aorta; b) tętnice; c) naczynia włosowate; d) żyły.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Podaj charakterystykę drogi, którą przepływa krew w małym kole krwioobiegu i jego znaczenie. II grupa. Dokonaj obserwacji drogi krwi w dużym kole krwioobiegu.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego małe koło krwioobiegu nazywamy krwioobiegem *płucnym* ?



ZADANIE TWÓRCZE. Przygotuj prezentację na temat „S. Briuchonenko – wybitny naukowiec-fizjolog”.

§ 23. PIERWSZA POMOC PRZY KRWOTOKACH. SCHORZENIA UKŁADU NARZĄDÓW KRAŻENIA I ICH PROFILAKTYKA

Przypomnij sobie z lekcji podstaw zdrowia, co to jest krwotok, jakie znaczenie ma umiejętność okazania pierwszej pomocy przy krwotokach. Jakie są cechy budowy serca i naczyń? Jakie schorzenie nazywamy hipertonią? Co to jest hemofilia?

W wyniku uszkodzenia naczyń krwionośnych powstają krwotoki. Gwałtowna duża utrata krwi jest bardzo niebezpieczna dla organizmu. Ona powoduje obniżenie ciśnienia krwi, zakłócenie dostarczania krwi do mózgu, serca i innych narządów.

ZAPAMIĘTAJ! W porę zatamowany krwotok może uratować człowiekowi życie.

Jakie są rodzaje krwotoków? Rozróżniamy krwotoki naczyń włosowatych, żylnych i tętniczych. **Krwotoki naczyń włosowatych** – to uszkodzenie najdrobniejszych naczyń (włośniczków). One powstają nawet przy nieznacznym zranieniu. Ponieważ krew w naczyniach włosowatych płynie powoli i pod niewielkim ciśnieniem, to krwotoki z naczyń włosowatych nie powodują dużej straty krwi i łatwo tamują się. W uszkodzonych naczyniach włosowatych wskutek krzepnięcia krwi prędko powstaje skrzep, który zacopowuje uszkodzone miejsce. Pierwszą pomocą przy takich krwotokach jest odkażenie miejsca zranienia wodą utlenioną lub jodyną i nałożenie sterylnego opatrunku.

Do krwotoków naczyń włosowatych należą krwotoki z nosa. W celu zatamowania takiego krwotoku sadzamy chorego z głową uniesioną ku górze, uciskamy skrzydełka nosa, a na okolice nasady nosa kładziemy zimny okład (ryc. 93).

Krwotoki żylny – to uszkodzenie żył powierzchniowych (ryc. 94, 1). W celu zatamowania krwotoku żylnego wystarczy nałożyć na ranę opatrunek uciskający (ryc. 94, 2). Kiedy uszkodzona jest duża żyła,



Ryc. 93. Pierwsza pomoc w przypadku krwotoku z nosa



Ryc. 94. 1. Krwotok żylny. 2. Nakładanie opatrunku w przypadku krwotoku żylnego

to nakłada się opaska uciskająca poniżej miejsca zranienia. Po okazaniu pierwszej pomocy poszkodowanego należy skierować do szpitala.

Krwotok tętniczy – to uszkodzenie tętnic, wskutek czego krew wypływa w postaci pulsującego strumienia podobnego do fontanny (ryc. 95, 1). Ten krwotok jest bardzo niebezpieczny dla życia i wymaga natychmiastowego czynu. W przypadku krwotoku tętniczego zranioną kończynę podnosi się do góry – to obniża krwotok. Powyżej miejsca zranienia (bliżej do ciała) nakłada się opaskę uciskającą, która uciska uszkodzone naczynie. Kiedy nie ma specjalnej opaski uciskającej można wykorzystać ręcznik, czystą tkaninę, prześcieradło i in. Sposób nakładanie opaski uciskającej pokazano na rycinie 95, 2. Przed nałożeniem opaski należy na zranione miejsce nałożyć czysty bandaż lub kawałek tkaniny.

ZAPAMIĘTAJ! Żeby nie uszkodzić nerwów i skóry, opaskę nakłada się na odzież, chustkę lub inną miękką tkaninę. Kiedy nie ma specjalnej opaski uciskającej, można wykorzystać pasek, sznur lub kawałek innej tkaniny. Pomiedzy opaską a ciałem trzeba włożyć niełamliwą pałeczkę, obracać nią, aż opaska stanie się tak ściągnięta, że krew przestanie wyciekać z rany. Wówczas pałeczkę trzeba przymocować bandażem do opaski, a ranę zabandażować. Po udzieleniu pierwszej pomocy poszkodowanego należy natychmiast skierować do szpitala. Opaskę zostawiamy na kończynie nie dłużej niż na 1,5–2 godziny, a o zimnej porze roku – na 1 godzinę, by nie doszło do obumierania tkanek. Aby temu zapobiec, do opaski przymocowuje się kartka ze wskazanym dokładnym czasem nałożenia opatrunku. Jeśli poszkodowanego w ciągu tego czasu nie udaje się zawieźć do szpitala, opaskę należy po upływie 1,5–2 godzin rozluźnić na 1–2 minuty. Jeśli krwotok trwa, opaskę znowu trzeba zaciągnąć.



Ryc. 95. 1. Krwotok tętniczy. 2. Nakładanie opaski uciskającej. **Zadanie.** Scharakteryzuj wykorzystanie zaznaczonych sposobów tamowania krwotoków odpowiednio do uszkodzonych części ciała



Bardzo niebezpieczne dla zdrowia i życia człowieka są **krwotoki wewnętrzne** – krwotoki do jamy brzusznej, jamy piersiowej, czaszki i in. Określić obecność krwotoku można tylko według wyglądu zewnętrznego człowieka – on jest blady, oddychanie staje się powierzchniowe, tętno jest częste i słabsze, występuje lepki zimny pot. W tym przypadku należy niezwłocznie wywołać karetkę pogotowia. Zanim ona przyjedzie, poszkodowanego układa się do łóżka lub umieszcza w pozycji półsiedzącej i do miejsca wiarygodnego krwotoku przykładają się zimny okład (grzałkę, butelkę lub woreczek foliowy z zimną wodą lub lodem czy śniegiem).

Jakie choroby porażają układ narządów krążenia? Spośród różnych chorób, choroby układu narządów krążenia są najbardziej rozpowszechnione w świecie. Właśnie one najczęściej prowadzą do tymczasowej lub pełnej utraty zdolności do pracy. Jeśli wcześniej te choroby przewlekłe były charakterystyczne dla ludzi w podeszłym wieku, to teraz zaburzenia patologiczne układu narządów krążenia można obserwować nawet u dzieci.



Ryc. 96. Taki wygląd ma sztuczna zastawka serca

Tak więc **wadom serca** towarzyszy naruszenie budowy i funkcji zastawek serca lub przylegających do serca odcinków tętnic czy żył. Te uszkodzenia rozwijają się wskutek niektórych chorób, na przykład reumatyzmu lub są chorobami wrodzonymi. Przy tym zastawki albo przepuszczają niedostateczną ilość krwi, albo ona płynie w odwrotnym kierunku. Wady serca powodują naruszenie krwioobiegu, co prowadzi do ciężkich zaburzeń normalnej czynności organizmu człowieka. Znaczne uszkodzenie zastawek serca i naruszenie budowy jego otworów wymaga leczenia chirurgicznego, na przykład implantacji sztucznych zastawek (ryc. 96).

Zawał – martwica (nekroza) części komórek mięśniowych serca wskutek zakłócenia krwioobiegu w naczyniach serca. Czynniki powodującymi rozwój zawału są: przemęczenie, nadmierne obciążenia fizyczne, urazy psychiczne, nadciśnienie, palenie i in.

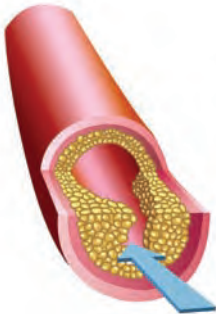
Arytmia – zakłócenie normalnego rytmu pracy serca. Ona powstaje wskutek zmian podstawowych funkcji serca: automatyzmu, przewodzenia pobudzenia i kurczliwości. Przyczyną arytmii mogą być choroby zakaźne, oddziaływanie substancji trujących, nadmierne obciążenie psychiczne.



Ryc. 97. M. Amosow (1913–2002)

TO CIEKAWE! Zagadnienia dotyczące leczenia chirurgicznego schorzeń płuc i serca, krwioobiegu sztucznego badał wybitny chirurg-kardiolog, doktor nauk medycznych, profesor, akademik NAN i AMN Ukrainy M. Amosow (ryc. 97).

Jakie bywają choroby naczyń? Dystonia – zmiana tonusu tętnic, wskutek czego zakłóca się krwiobieg i dostarczanie krwi do narządów. Oznakami są: ból głowy, zmęczenie. Najczęściej przyczyną dystonii jest nieodpowiednia regulacja nerwowa naczyń, nerwice, niska aktywność fizyczna.



Ryc. 98. Zwężenie światła tętnic

Wylew – gwałtowne naruszenie krwioobiegu w mózgowiu, co powoduje uszkodzenie tkanek mózgowia i zakłócenie jego funkcji. Skutkiem wylewu jest skurcz, zaczopowanie lub pęknięcie naczyń krwionośnych. Wylew mogą spowodować: życie w napięciu nerwowym, nadciśnienie, miażdżycy tętnic i inne choroby układu narządów krążenia.

Miażdżycy tętnic – choroba przewlekła, polegająca na uszczelnieniu i utracie elastyczności ścian tętnic, zwężeniu światła naczyń i częstym tworzeniu się skrzepów (ryc. 98). Skutkiem tej choroby jest zakłócenie dostarczania krwi do narządów. Przyczyną powstania miażdżycy tętnic jest choroba nadciśnieniowa, cukrzyca, otyłość, spożywanie zbyt dużej ilości tłuszczów zwierzęcych, stresy, skłonność dziedziczna, a także używanie alkoholu.

Choroba nadciśnieniowa – ogólne schorzenie człowieka, którego przejawem jest podwyższone ciśnienie tętnicze. Przyczyną rozwoju nadciśnienia jest stałe napięcie psychiczne, wyętzona praca umysłowa, miażdżycy tętnic, palenie, nadużywanie alkoholu, skłonność dziedziczna. Najpoważniejszymi komplikacjami choroby nadciśnieniowej są: zawał, niewydolność serca, wylew, niedostateczność funkcji nerek.

Żylaki kończyn dolnych są powodem naruszenia krwioobiegu. Przy tym schorzeniu w żyłach dolnych kończyn następuje zastój krwi, dlatego one wypinają się pod skórą. Żylaki rozwijają się przede wszystkim u ludzi, którzy stale przebywają w pozycji stojącej i mało poruszają się. Oprócz tego do ich powstania mogą prowadzić nałogi (przede wszystkim palenie tytoniu), stresy emocjonalne, niepełnowartościowe odżywianie i in. Chorzy odczuwają silny ból w uszkodzonych miejscach. Przyczyną tego schorzenia jest utrata elastyczności ścian żył kończyn dolnych, naruszenie pracy ich zastawek.

Zastój krwi w żyłach jest przyczyną powstawania skrzepów. To schorzenie nazywa się **zakrzepicą żył**, potocznie trombozą (łac. thrombophlebitis). Powstanie skrzepu zakłóca krwioobieg. Istnieje niebezpieczeństwo tego, że skrzep, odrywając się od ścian naczyń, z krwotokiem może dotrzeć do serca lub tętnic płucnych.

Żeby zapobiec tworzeniu się żylaków i zakrzepicy żył, należy stosować na przemian okresy pracy i odpoczynku, regularnie uprawiać sport i in. Wiadomo, że regularna praca fizyczna podwyższa tonus naczyń krwionośnych, wzmacnia mięsień sercowy. Przy pierwszych objawach zakrzepicy żył należy niezwłocznie zgłosić się do lekarza.

Jakie są podstawowe przyczyny powstania chorób układu narządów krążenia? Liczne badania lekarzy wielu krajów świata wykazały takie podstawowe czynniki zagrażające zdrowiu człowieka (ryc. 99).

Zapobiec rozwojowi chorób układu narządów krążenia pomogą dozowane obciążenia fizyczne (bieg, pływanie, kolarstwo i in), które wzmacniają mięsień sercowy, podwyższają jego zdolność do pracy i tonus naczyń.



Ryc. 99. Schemat ilustrujący podstawowe czynniki zagrażające życiu człowieka

Zdrowie człowieka. Intensywność obciążeń jest indywidualna i zależy od poziomu możliwości funkcjonalnych organizmu. Wyznacza się ją według częstotliwości skurczów serca. Zdrowym chłopcom i dziewczętom do podtrzymywania stanu funkcjonalnego organizmu wskazane są obciążenia fizyczne trzy razy w tygodniu po pół godziny.

ZAPAMIĘTAJ! Po przebytych chorobach zakaźnych (anginie, grypie) obciążenia fizyczne wskazane są tylko po całkowitym wyzdrowieniu, w przeciwnym razie mogą powstać komplikacje.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** krwotoki żyłne, tętnicze i naczyń włosowatych, arytmia, dystonia, zawał, wylew, miażdżyca, zakrzepica.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- W przypadku uszkodzenia naczyń powstają krwotoki. Rozróżniamy krwotoki żyłne, tętnicze i naczyń włosowatych. Najniebezpieczniejsze są krwotoki tętnicze. Każdy człowiek powinien umieć udzielić pierwszej pomocy przy krwotokach.
- Wśród chorób najbardziej rozpowszechnione są schorzenia układu narządów krążenia. Podstawowymi przyczynami ich powstawania są: niska aktywność ruchowa, palenie, używanie alkoholu i narkotyków, obciążenia psychiczne, nieracjonalne odżywianie się, zanieczyszczenie środowiska. Ćwiczenia fizyczne, hartowanie organizmu, racjonalne odżywianie się – to podstawowe sposoby zapobiegania chorobom układu narządów krążenia.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jaką pierwszą pomoc należy okazać człowiekowi w przypadku krwotoku tętniczego, żylnego i naczyń włosowatych? 2. Jakie znaczenie ma zdrowy tryb życia dla zapobiegania chorobom układu narządów krążenia?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż czynności, które trzeba wykonać przy tamowaniu krwotoku tętniczego: a) nałożyć bandaż; b) nałożyć opaskę uciskającą; c) miejsce zranienia okryć kilkoma warstwami sterylnych bandaży; d) odkazić ranę jodyną.
2. Wskaż schorzenie, któremu towarzyszą wylewy krwi do mózgowia: a) miażdżyca tętnic; b) zawał; c) wylew; d) zakrzepica żył.
3. Wskaż chorobę serca: a) dystonia; b) zawał; c) wylew; d) zakrzepica żył.
4. Zaznacz krwotok, który jest najniebezpieczniejszy: a) naczyń włosowatych; b) żylny; c) tętniczy.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Sposoby udzielania pierwszej pomocy przy krwotokach naczyń włosowatych i żylnych. II grupa. Sposoby udzielania pierwszej pomocy przy krwotokach tętnicznych.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego w przypadku uszkodzenia tętnic opaskę nakłada się wyżej miejsca zranienia, a w przypadku uszkodzenia żył – niżej?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż notatkę „Jak zapobiec rozwojowi schorzeń układu narządów krążenia”.

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż podstawową funkcję erytrocytów: a) transport tlenu; b) wydzielnicza; c) krzepnięcie krwi; d) obronna.
2. Wskaż, kiedy powstaje konflikt serologiczny: a) podczas ciąży, kiedy matka i dziecko mają czynnik Rh+, lecz posiadają różne grupy krwi; b) podczas ciąży, kiedy matka i dziecko mają czynnik Rh-, lecz posiadają różne grupy krwi; c) podczas ciąży, kiedy matka i dziecko mają czynnik Rh+; d) podczas ciąży, kiedy matka ma czynnik Rh-, a dziecko – Rh+.
3. Wskaż, czym jest uwarukowany Rh+: a) obecnością Rh czynnika na błonie erytrocytów; b) obecnością Rh czynnika w osoczu krwi; c) obecnością Rh czynnika w płynie tkankowym; d) obecnością Rh czynnika w jądrach erytrocytów.
4. Wskaż, gdzie w organizmie człowieka jest najpowolniejsza prędkość ruchu krwi: a) w dużych tętnicach; b) w żyłach; c) w naczyniach włosowatych; d) w małych tętnicach.
5. Wskaż naczynia organizmu człowieka, do których krew płynie z prawej komory: a) pień płucny; b) żyły płucne; c) aorta; d) żyła główna górna.
6. Wskaż drogę krwi w małym kole krwiobiegu: a) od lewej komory do różnych narządów wewnętrznych, a od nich – do prawego przedsionka. b) od lewej komory do różnych tkanek, a od nich do – lewego przedsionka; c) od prawej komory do płuc, a od płuc – do lewego przedsionka; d) od prawej komory do płuc, a od płuc – do prawego przedsionka.
7. Wskaż morfotyczne elementy, których ilość we krwi jest najmniejsza: a) erytrocyty; b) leukocyty; c) trombocyty.
8. Wskaż ilość krwi (l), którą pompuje serce człowieka na godzinę, jeśli ono średnio kurczy się 70 razy na minutę, wypychając przy każdym skurczu z dwu przedsionków 150 ml krwi. Wybierz poprawną odpowiedź: a) 630; b) 10,5; c) 105; d) 63. Dlaczego?

Wybierz trzy poprawne odpowiedzi

9. Podaj charakterystykę serca człowieka.

A Budowa serca	B Część serca, w której zaczyna się duże koło krwiobiegu	C Część serca, w której zaczyna się małe koło krwiobiegu
1 jednodzielne	1 przedsionek prawy	1 przedsionek prawy
2 dwudzielne	2 przedsionek lewy	2 przedsionek lewy
3 trójdzielne	3 komora prawa	3 komora prawa
4 czterodzielne	4 komora lewa	4 komora lewa

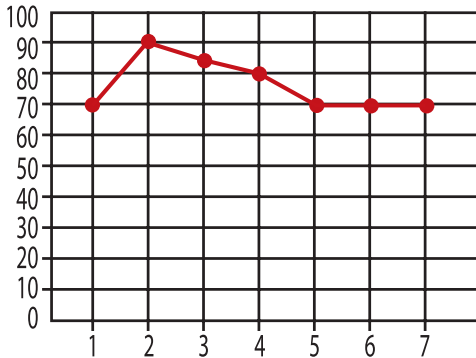
10. **Zaznacz poprawną** kolejność dużego koła krwiobiegu: a) prawy przedsionek; b) lewa komora; c) aorta; d) dolna i górna żyły główne; e) naczynia włosowate; f) tętnice.

11. **Zaznacz odpowiedniość** między schorzeniami układu narządów krążenia a ich oznakami.



- | | |
|----------------------------|--|
| A zawał | 1 uszczelnienie ścian tętnic kosztem rozrastania się tkanki łącznej |
| B arytmia | 2 martwica określonego obszaru mięśnia sercowego |
| C dystonia | 3 zakłócenie rytmu sercowego |
| D miażdżycza tętnic | 4 zakłócenie tonusu naczyń |
| | 5 podwyższenie ciśnienia tętniczego |

13. **Praca z wykresem.** Przed rozpoczęciem ćwiczeń fizycznych Włodzimierz zmierzył swoje tętno, które wynosiło 70 uderzeń na minutę. Po wykonaniu ćwiczeń on mierzył tętno przez 1, 2, 3, 4, 5 minut. Na podstawie swoich wymiarów Włodzimierz zbudował wykres zmian wskaźników tętna.



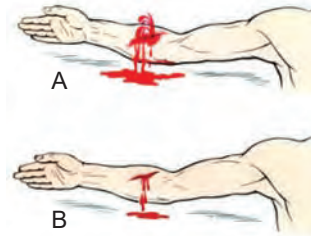
- 1 – przed ćwiczeniami
- 2, 3 – po ćwiczeniach 1 min.
- 4 – po ćwiczeniach 2 min.
- 5 – po ćwiczeniach 3 min.
- 6 – po ćwiczeniach 4 min.
- 7 – po ćwiczeniach 5 min

Rozpatrz wykres i wytłumacz, jak zmieniały się wskaźniki tętna podczas obciążenia fizycznego i po nim. Dlaczego nauczyciel wychowania fizycznego proponuje uczniom przed rozpoczęciem ćwiczeń fizycznych, aby zmierzili częstotliwość tętna.

14. **Zadania z otwartą odpowiedzią**

1. Wymień rodzaje krwotoków podanych na rycinie i działania, które należy podjąć w przypadku krwotoku zaznaczonego literą A.

2. Ułóż schemat drogi leków układem krwionośnym od miejsca wprowadzenia (leki wprowadzono do żyły prawej ręki) do miejsca ich działania (powinny oddziaływać na tkanki głowy).



Temat 5

PROCESY WYDALANIA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA. TERMOREGULACJA

W procesie przemiany substancji powstają produkty końcowe, które stale są usuwane z organizmu. Jakie narządy i układy biorą w tym udział? Jakie znaczenie ma usuwanie końcowych produktów przemiany substancji dla normalnego funkcjonowania organizmu człowieka? Do czego może doprowadzić ustanie procesu usuwania produktów przemiany z organizmu? Jak organizm człowieka dostosowuje się do zmian temperatury środowiska zewnętrznego?

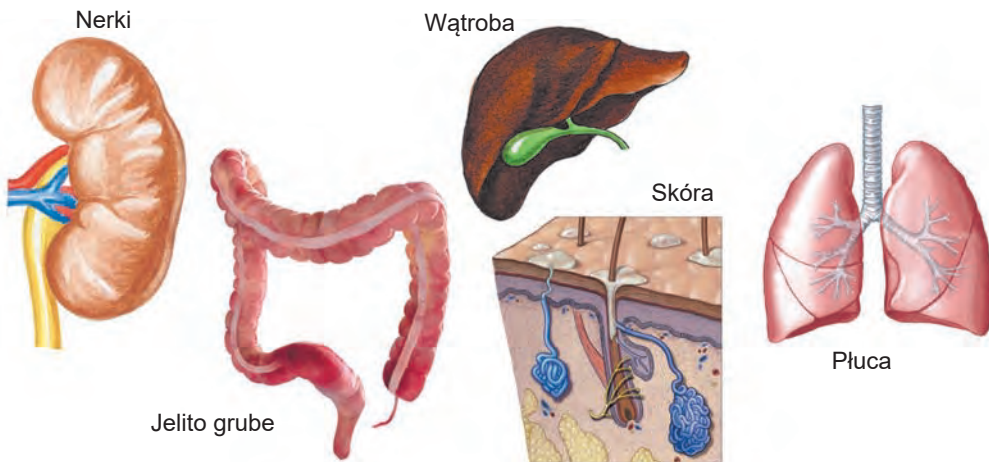
§ 24. WYDALANIE KOŃCOWYCH PRODUKTÓW METABOLIZMU – WAŻNY ETAP PRZEMIANY MATERII. BUDOWA UKŁADU WYDALNICZEGO CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, jaką budowę ma układ wydalniczy u zwierząt kręgowych. Jakie jest jej znaczenie dla normalnego funkcjonowania organizmu? Co to jest filtracja, resorpcja, ciśnienie, osmoza? Jakie odruchy nazywamy warunkowymi, a jakie – bezwarunkowymi?

Już wiesz, że w procesie przemiany materii powstają produkty końcowe, które już nie mogą być wykorzystywane przez organizm i powinny być z niego wydalone. Wśród nich jest, między innymi, amoniak, kwas moczowy, mocznik, dwutlenek węgla. Te substancje nieustannie powstają w komórkach, z nich one dostają się do płynu tkankowego, limfy i następnie – do krwi. Woda – to szczególny produkt końcowy przemiany materii, ponieważ organizm może ją wykorzystywać do swoich potrzeb. Jednak w celu podtrzymania stałości środowiska wewnętrznego zarówno jej nadmiar, jak i nadmiar soli mineralnych, powinien być stale wyprowadzany z organizmu. Z organizmu są też usuwane substancje obce i trujące, które nadchodzą z zewnątrz.

Fizjologiczne procesy usuwania z organizmu końcowych produktów przemiany, substancji obcych i trujących skierowane na podtrzymywanie stałości jego środowiska wewnętrznego nazywamy **wydalaniem**.

W organizmie człowieka w procesie wydalania uczestniczą: nerki, wątroba, płuca, jelito i skóra (*ryc. 100*).



Ryc. 100. Narządy, które biorą udział w procesach wydalniczych organizmu. **Zadanie.** Rozpatrz na rycinie narządy, które biorą udział w procesach wydalania z organizmu końcowych produktów przemiany, wymień je i podaj charakterystykę produktów, które one wydalają z organizmu

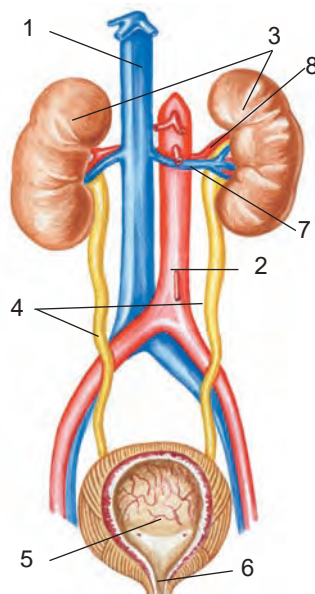
Przez płuca wydala się dwutlenek węgla, woda w postaci pary (przypomnij sobie, jak dobrze to widać w mroźny poranek, kiedy śpieszysz się do szkoły) i niektóre substancje lotne. Częściowo funkcję wydalniczą wykonują wszystkie gruczoły układu trawiennego. Na przykład z organizmu są wydalane nie tylko niestrawione resztki pokarmu, lecz i końcowe produkty przemiany żelaza (przypomnij sobie funkcje wątroby), niektóre trucizny i szkodliwe sole metali ciężkich. Przez gruczoły potowe wyprowadza się przeważnie woda i rozpuszczone w niej sole mineralne. O wydalniczej funkcji skóry dowiesz się nieco później.

Wiodącą rolę w procesach wydalania pełni układ moczowy, przy którego udziale z organizmu wydala się większa część rozpuszczonych produktów rozpadu substancji organicznych, zwłaszcza *mocznik* i *kwasy moczowe*.

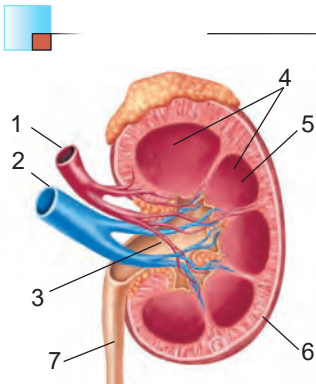
TO CIEKAWIE! Mocznik i kwas moczowy – to substancje organiczne o niedużych wymiarach cząsteczek, które zawierają azot i są końcowymi produktami rozszczepienia białek i niektórych innych substancji organicznych.

Do układu moczowego należą: nerki, moczowody, pęcherz moczowy i cewka moczowa (ryc. 101).

Zadanie. Ustal odpowiedniość między nazwami struktur układu moczowego i cyframi, którymi one są zaznaczone na rycinie 101.



Ryc. 101. Budowa układu moczowego: 1. żyła główna dolna; 2. tętnica brzuszna; 3. nerki; 4. moczowody; 5. pęcherz moczowy; 6. cewka moczowa; 7. żyła nerkowa; 8. tętnica nerkowa



Ryc. 102. Budowa nerki:
 1. tętnica nerkowa; 2. żyła nerkowa; 3. miedniczka nerkowa; 4. warstwa rdzeniowa; 5. piramida; 6. warstwa korowa; 7. moczowód

Jaka jest budowa narządów układu moczowego? Nerki – to parzyste narządy, osadzone w jamie brzusznej w okolicy lędźwiowej, po obu stronach kręgosłupa (ryc. 102). Pojedyncza nerka ma kształt zbliżony do ziarna fasoli. Jej masa u dorosłego człowieka wynosi średnio 160 g. Z zewnątrz każda nerka jest okryta zwartą błoną łącznotkankową i mieści się w kapsułce tłuszczowej. Ze strony wewnętrznej nerka ma wgłębienie – *wnękę nerkową*, przez którą do nerki wnikają: *tętnica nerkowa* i nerwy, a wychodzą – *żyły*, naczynia limfatyczne i *moczowód*. On zaczyna się od spłaszczonego lejkowatego tworów – *miedniczki nerkowej* (ryc. 102).

Na przekroju wzdłużnym nerki są dobrze widoczne dwie warstwy substancji nerkowej, które różnią się między sobą zabarwieniem i budową. Zewnętrzna

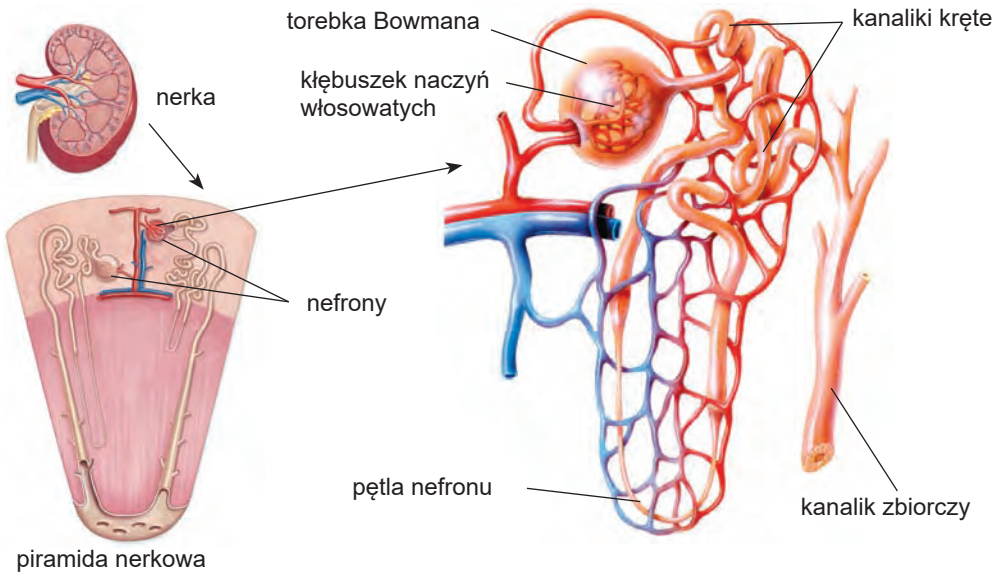
warstwa nazywana korową jest ciemniejszego koloru. Takie zabarwienie nadają jej liczne naczynia krwionośne. Wewnętrzna warstwa nazywa się rdzeniową. Ona jest złożona z 8–15 stożkowatych tworów – piramid nerkowych, które są rozdzielone między sobą cienkimi warstewkami substancji korowej. Wierzchołek każdej piramidy zwany brodawką nerkową jest zwrócony do wnętrza. Na brodawce znajdują się ujścia przewodów brodawkowych (10–20), którymi do miedniczki nerkowej spływa mocz.

Moczowód – to narząd w postaci kanału, który łączy miedniczkę nerkową z pęcherzem moczowym. Ściany moczowodu są zbudowane z trzech warstw: zewnętrznej – łącznotkankowej, środkowej – mięśniowej i wewnętrznej – śródbłonkowej z komórkami śluzowymi. Obecność śluzu zapobiega podrażnieniu ścian moczowodu moczem. Perystaltyczne (robaczkowe) skurcze mięśni gładkich ścian moczowodów zapewniają ruch moczu od nerek do pęcherza moczowego. (Przypomni sobie, że podobnie porusza się jedzenie w przewodzie pokarmowym).

Pęcherz moczowy – to narząd w kształcie worka, w którym gromadzi się mocz. Wewnętrzna powierzchnia pęcherza jest wysłana wielowarstwowym nabłonkiem. On chroni ściany pęcherza przed podrażnieniem przez mocz. Błona mięśniowa jest zbudowana z trzech warstw mięśni. W dole pęcherza znajduje się otwór otoczony mięśniem – zwieraczem pęcherza moczowego. Jest to ujście cewki moczowej. Z zewnątrz pęcherz moczowy okrywa błona łącznotkankowa.

Jak tworzy się mocz? Nerka zbudowana jest z mikroskopijnych struktur – **nefronów** (ryc. 103). Właśnie w nich zachodzą podstawowe procesy tworzenia się moczu. Dlatego one są *podstawowymi jednostkami strukturalnymi i funkcjonalnymi nerki*. Każda nerka zawiera ponad 1 mln nefronów.

Każdy nefron składa się z **ciałka nerkowego** i **kanalika nerkowego**. Ciało nerkowe stanowi kłębuszek naczyń włosowatych, który otoczony jest przez torebkę kłębuszka, zwaną torebką Bowmana. Torebka nefronu przypomina kulę, której górna część jest wgięta w dolną w taki sposób, że między ścianami powstaje szczelina – światło torebki. Światło torebki przechodzi w kanalik kręty, w warstwie rdzeniowej ten kanalik tworzy pętlę, a potem przechodzi do warstwy korowej. Tu on zrasta się z kanalikami krętymi innych nefronów, tworząc *kanalik zbiorczy*



Ryc. 103. Budowa nefronu. **Zadanie.** Zbadaj etapy tworzenia moczu w nefronie

otwierający się do brodawki nerkowej. W każdej nerce ogólna długość kanalików wynosi około 70–100 km, a ich powierzchnia sięga 25 m². Jest to uwarunkowane dużą objętością pracy, którą wykonują nerki, oczyszczając krew od końcowych produktów wymiany i tworząc mocz.

Substancje, które mają być wydalone z organizmu człowieka, nadchodzą do nerki tętnicami nerkowymi. Naczynie, z którego zaczyna się kłębuszek naczyń włosowatych, nazywa się tętniczką doprowadzającą, a to, które wychodzi z kłębuszka – tętniczką odprowadzającą. Unikalną osobliwością tętniczki odprowadzającej jest to, że ona nie przechodzi w żyłki, lecz jeszcze raz gałęzi się na naczynia włosowate oplatające ściany kanalika nerkowego. Następnie naczynia włosowate przechodzą w naczynia żyłne, po których krew wypływa z nerki.

Tętniczka doprowadzająca, po której krew nadchodzi do kłębuszka naczyń włosowatych, jest grubsza od wyprowadzającej. Taka różnica w średnicy tętniczek doprowadzającej i odprowadzającej powoduje, że ciśnienie krwi w naczyniach włosowatych kłębuszka sięga 60–70 mm sł. Hg. Wskutek tego ciśnienia przez ściany naczyń włosowatych z osocza krwi do wnętrza torebki Bowmana przesącza się część wody z rozpuszczonymi w niej aminokwasami (składowymi cząsteczkami białek), glukozą, mocznikiem, substancjami nieorganicznymi i in. Utworzony w taki sposób płyn nazywa się **moczem pierwotnym**. Pod względem swego składu chemicznego on przypomina osocze krwi, lecz w odróżnieniu od osocza nie zawiera białek. Jest to uwarunkowane tym, że przez pory (drobne otwory) w ścianach naczyń włosowatych kłębuszków duże cząsteczki białek i komórki krwi nie przechodzą. Proces tworzenia moczu pierwotnego w nefronach nazywa się **filtracją**.

W ciągu doby u człowieka przez nerki przechodzi 1500–1800 l krwi i odpowiednio powstaje 150–180 l moczu pierwotnego. Z torebki Bowmana mocz pierwotny dostaje się do kanalika nerkowego oplatanego siecią naczyń włosowatych (przypomnij sobie, że są to właśnie te naczynia włosowate, które są wtórnie utwo-



rzzone przez tętniczkę wyprowadzającą). Tu z powrotem wchłani się do osocza krwi większa część wody, aminokwasy, glukoza, witaminy, substancje nieorganiczne i inne niezbędne dla organizmu substancje. Ten proces nazywa się resorpcją zwrotną. Ten proces nazywa się **resorpcją zwrotną**.

Wskutek resorpcji zwrotnej 99,2% objętości moczu pierwotnego znów powraca do krwi. Ta część moczu, która zostaje, po przejściu przez kanalik nerkowy dostaje się do kanalika zbiorczego. Normalnie mocz zawiera tylko mocznik, kwas moczowy, amoniak, sole nieorganiczne i pigmenty, które nadają mu określonego koloru. Nazywa się go **moczem wtórnym**. W ciągu doby u człowieka powstaje około 1,5 l moczu wtórnego. On ma mniejsze, w porównaniu z krwią, stężenie chlorku sodu, natomiast stężenie mocznika – 60–70 razy większe.

ZAPAMIĘTAJ! Przy normalnej pracy nerek w moczu wtórnym nie powinno być białek i glukozy. Ich obecność świadczy o zakłóceniu pracy nerek i wymiany materii w organizmie. Obecność w moczu wtórnym glukozy może być związane z tym, że człowiek zjadł dużo słodczy. Przy tym zawartość glukozy we krwi podwyższa się i organizm dzięki pracy nerek stara się wyprowadzić jej nadmiar.

Jak zachodzi wydalanie moczu? Utworzony w nerkach mocz zbiera się w miedniczkach nerkowych, nadchodzi do moczowodów i dzięki perystaltycznym skurczom mięśni ich ścian stopniowo nadchodzi do pęcherza moczowego. Kiedy pęcherz moczowy wypełnia się moczem, jego ściany rozciągają się (objętość wypełnionego pęcherza moczowego dorosłego człowieka może sięgać 0,75 l). To powoduje pobudzenie receptorów rozmieszczonych w jego ścianach. Powstające wskutek tego impulsy nerwowe nadchodzą po nerwach czuciowych do części krzyżowej rdzenia kręgowego. Tu znajduje się ośrodek wydalania moczu. On wysyła impulsy nerwowe, które powodują rozkurcz mięśnia zwieracza cewki moczowej i skurcz mięśni ścian pęcherza i cewki moczowej, wskutek czego mocz wydalą się na zewnątrz. Tak zachodzi **mimowolne (bezwarunkowo-odruchowe) wydalanie moczu**.

W wieku 1,5–2 lat u dzieci wyrabia się **dowolne wydalanie moczu** (czyli zależne od świadomości), ponieważ zaczynają go regulować określone ośrodki kory półkul mózgowia. Pod wpływem sygnałów, które nadchodzą do tych ośrodków, człowiek odczuwa potrzebę wydalania moczu. Z kolei sygnały, które powstają w korze półkul, mogą hamować lub pobudzać ośrodek wydalania moczu w rdzeniu kręgowym. Właśnie dlatego od określonego wieku człowiek potrafi świadomie regulować proces wydalania moczu z organizmu.

Jakie funkcje, oprócz tworzenia moczu, pełni nerka? Nerki, oprócz wydalania końcowych produktów przemiany materii, biorą udział w podtrzymywaniu stałości objętości i składu osocza krwi, limfy i płynu tkankowego. To znaczy, że nerki należą do narządów, które zapewniają homeostazę naszego organizmu. One są zdolne do unieszkodliwiania niektórych toksycznych produktów wymiany. Poza tym w nerkach syntezuje się witamina D₃, hormony i substancje stymulujące powstawanie erytrocytów.

Jak zachodzi regulacja nerwowa i humoralna pracy nerek? Układ nerwowy reguluje procesy tworzenia się moczu, zwiężając lub rozszerzając naczynia



krwionośne nerek. Praca nerek jest kontrolowana przez ośrodki nerwowe rozmieszczone w korze półkul mózgowia: zwiększenie lub obniżenie wydalania moczu może zachodzić pod wpływem pewnych stanów emocjonalnych, stresów i in.

Nerwowa regulacja tworzenia się moczu jest związana z regulacją humoralną. W ścianach naczyń są specyficzne receptory, które reagują na zmianę stężenia soli we krwi. Szczególnie przy nadmiernym podwyższeniu stężenia soli we krwi impulsy nerwowe od tych ośrodków odpowiednimi nerwami czuciowymi są wysyłane do mózgowia, a stąd – do gruczołu dokrewnego – przysadki mózgowej, która jest związana z mózgowiem. Ten gruczoł wzmacnia wydzielanie do krwi hormonu antydiuretycznego, który zwiększa resorpcję zwrotną wody w kanalikach nefronów. Pod wpływem tego hormonu zmniejsza się ilość utworzonego moczu. Odpowiednio obniża się zużycie wody przez organizm i stężenie soli we krwi. Jeżeli w organizmie jest nadmiar wody, to stężenie soli we krwi staje się niskie i przysadka mózgowa przestaje wydzielać do krwi hormon antydiuretyczny. Zmniejsza wyprowadzanie wody z moczem także hormon adrenalina, ponieważ on powoduje zwężenie naczyń nerki (przypomnij sobie, na jakie jeszcze procesy w organizmie człowieka wywiera wpływ adrenalina).

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: nerka, nefron, moczowód, pęcherz moczowy, cewka moczowa, mocz pierwotny, mocz wtórny.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

• Końcowe produkty przemiany materii, nadmiar wody i soli mineralnych, a także substancje obce są wydalane z organizmu przez skórę, płuca i układ trawienny. Podstawową część procesów wydalania wykonuje układ moczowy. Do niego należą: para nerek, moczowody, pęcherz moczowy i cewka moczowa. Jednostką funkcjonalną i strukturalną nerki jest nefron. Nerki, oprócz wydalania końcowych produktów przemiany materii, biorą udział w regulacji wodno-solowej przemiany materii i w podtrzymywaniu stałości osmotycznego ciśnienia płynów ciała.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie znaczenie ma wydalanie końcowych produktów przemiany materii z organizmu? 2. Jaka jest budowa nerek? 3. Jaka jest budowa nefronu? 4. Jak powstaje mocz pierwotny? 5. Dzięki czemu powstaje mocz wtórny? 6. Czym różni się pod względem składu chemicznego mocz pierwotny od wtórnego? 7. Jak mocz wyprowadza się z organizmu człowieka? 8. Jak są regulowane procesy tworzenia i wydalania moczu?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wybierz szereg narządów, które biorą udział w wyprowadzaniu z organizmu produktów przemiany: a) nerki, płuca, skóra, jelita; b) serce, płuca, skóra, wątroba; c) trzustka, skóra, jelita, wątroba; d) żołądek, rdzeń kręgowy, wątroba, skóra, nerki.
2. Wskaż, gdzie są rozmieszczone piramidy nerkowe: a) w warstwie korowej nerek; b) w warstwie rdzeniowej nerek; c) w miedniczce nerkowej; d) w nadnerczach.
3. Wskaż ilość moczu wtórnego powstającego u człowieka w ciągu doby: a) 1500 l; b) 150 l; c) 1,5 l; d) 0,15 l.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Ustal poprawną kolejność procesów powstawania moczu pierwotnego i wtórnego i uzasadnij ich znaczenie.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Lekarze-urolodzy nazywają nerki „filtrami biologicznymi” organizmu człowieka. Dlaczego one otrzymały taką nazwę? 2. Jakie powiązanie istnieje między pracą narządów wydalniczych i czynnością innych układów narządów w organizmie człowieka?

§ 25. SCHORZENIA NARZĄDÓW UKŁADU WYDALNICZEGO I ICH PROFILAKTYKA

Przypomnij sobie, co to jest infekcja? Jaka jest budowa i funkcje narządów układu moczowego? Co to jest anemia? Jakie są jej objawy?

Już wiesz, że dla normalnego funkcjonowania organizmu niezbędne jest stałe wydalanie z niego końcowych produktów przemiany materii, obcych ciał i substancji, których jest za dużo. Dlatego zaburzenie pracy któregoś narządu układu moczowego wskutek choroby powoduje poważne zmiany w czynnościach całego organizmu człowieka. Ujawnia się to pewnymi cechami i objawami.

Jakie są podstawowe cechy i objawy zaburzeń pracy narządów układu moczowego? Głównym narządem układu moczowego są nerki, dlatego ich uszkodzenie jest najniebezpieczniejsze dla organizmu. Objawy zaburzenia czynności nerek: pojawienie się obrzęków, tępy, dotkliwy ból w części lędźwiowej (czasem gwałtowny i silny) lub dolnej części brzucha, gwałtowna „bez powodu” zmiana ilości (albo o wiele mniej, albo o wiele więcej niż zawsze) i koloru moczu, podwyższenie ciśnienia tętniczego, ból głowy, anemia i ogólna słabość. Pojawienie się któregośkolwiek z tych objawów jest podstawą, ażeby niezwłocznie zgłosić się do lekarza. Decydujące znaczenie w diagnostyce schorzeń układu moczowego ma analiza laboratoryjna moczu. Podstawowymi dowodami schorzeń układu moczowego są: obecność w moczu erytrocytów, białek i zwiększona ilość leukocytów.

Nerki, moczowody, pęcherz moczowy, cewka moczowa mogą być atakowane przez różne drobnoustroje chorobotwórcze, które dostają się do tych narządów przez krew z różnych ośrodków infekcji w organizmie, na przykład przy anginie, schorzeniach zębów i in. Jeśli człowiek nie przestrzega higieny osobistej, drobnoustroje chorobotwórcze dostają się przez cewkę moczową do pęcherza moczowego, a stąd rozpowszechniają się na inne narządy układu moczowego, wywołując ich zapalenie.

Infekcjom bakteryjnym i rozpowszechnianiu drobnoustrojów sprzyja ogólne ochłodzenie organizmu, przeziębienie.

Zdrowie człowieka. Aby zapobiec ciężkim schorzeniom narządów układu moczowego, należy unikać nadmiernego ochłodzenia. Dlatego należy ubierać się odpowiednio do warunków pogodowych.

Jakie bywają schorzenia narządów układu moczowego? Do najniebezpieczniejszych chorób układu moczowego należy zapalenie nefronów – **glomerulonefritis (kłębuszkowe zapalenie nerek)**. Najczęściej glomerulonefritis roz-



wija się jak skutek zaburzenia pracy układu odpornościowego po przebytych chorobach: anginie, dyfteryście, szkarlatynie (płonicy) i in. W przebiegu tej choroby uszkodzeniu ulegają kłębuszki naczyń włosowatych nefronów i z czasem duża liczba nefronów przestaje funkcjonować. Przy tym schorzeniu ściany naczyń włosowatych kłębuszków stają się przenikliwe dla cząsteczek białek i przepuszczają komórki krwi. O ile białka osocza krwi przechodzą do moczu, to w samym osoczu zachodzi obniżenie ciśnienia osmotycznego i woda przechodzi z krwi do tkanek. Skutkiem tego jest powstawanie obrzęków.

ZAPAMIĘTAJ! Glomerulonefritis wymaga obowiązkowego i jak najszybszego leczenia tuż po zjawieniu się pierwszych objaw. W przypadku braku leczenia może nastąpić śmierć lub schorzenie przejdzie w stan przewlekły, który też jest śmiertelnie niebezpieczny.

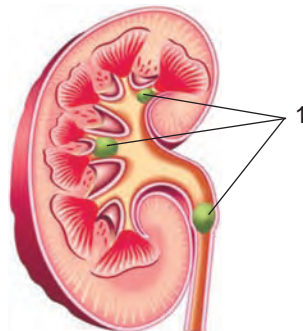
Pyelonefritis – proces zapalny uszkadzający przeważnie kanalikowy układ nerek (zwłaszcza miedniczkę nerkową). Schorzeniu towarzyszy częste i bolesne wydalanie moczu, podwyższona temperatura ciała, ból w części lędźwiowej, senność, złe samopoczucie.

Cystitis – zapalenie błony śluzowej pęcherza moczowego, **urethritis** – zapalenie błony śluzowej cewki moczowej. Schorzenia te powodują różne drobnoustroje, które dostają się do cewki moczowej i pęcherza moczowego przy nieprzestrzeganiu higieny osobistej lub przy przeziębieniu. Procesom zapalnym w tych narządach towarzyszy częste parcie na pęcherz moczowy, częste i bolesne wydalanie moczu, podwyższona temperatura i in. Cystitis i urethritis są niebezpieczne ze względu na różne komplikacje, dlatego w przypadku zjawienia się bólu lub jakichkolwiek zaburzeń wydalania moczu należy obowiązkowo zgłosić się do lekarza.

Zdrowie człowieka. W przypadku całkowitego naruszenia funkcji nerek w praktyce lekarskiej stosuje się aparat zwany „sztuczną nerką”. Przy pomocy tego aparatu z krwi chorego wydala się końcowe produkty przemiany. Wiadomo, że taką procedurę po kilku dniach trzeba powtarzać na nowo.

Jedną z rozpowszechnionych chorób układu moczowego jest **kamica nerkowa**. Jej objawem jest zjawienie się tak zwanych kamyków w nerkach i drogach wyprowadzających mocz (ryc. 104). Te „kamyki” powstają z komponentów moczu – soli kwasu moczowego, ortofosforanu wapnia i in. „Kamyki” komplikują wydalanie moczu, porażają błonę śluzową, co powoduje silny ból. Czasem podczas ciężkiej pracy fizycznej lub aktywnych zajęć sportowych „kamyki” mogą zruszyć ze swego miejsca i dostać się do moczowodów. Powoduje to **kolkę nerkową** – silny ból w okolicy brzucha i części lędźwiowej kręgosłupa. Może znacznie podwyższać się temperatura. W przypadku powstania kolki nerkowej należy niezwłocznie zgłosić się po pomoc medyczną.

Jak zapobiec schorzeniom narządów układu moczowego? Żeby uniknąć schorzeń układu moczowego, należy na czas leczyć różne choroby infekcyjne i stany zapalne, prowadzić prawidłowy tryb życia.



Ryc. 104. Powstawanie „kamyków” (1) w nerce



Ryc. 105. Rośliny, które są wykorzystywane do profilaktyki schorzeń układu moczowego: 1. kwiaty lipy (stosuje się w postaci herbaty); 2. kawon (spożywa się owoce); 3. koper (stosuje się wyciąg z nasion); 4. skrzyp polny (stosuje się odwar)

Ponieważ nerki są podstawowym miejscem wydalania z organizmu substancji szkodliwych i trujących, należy zachować ostrożność podczas obchodzenia się z substancjami trującymi. Niektóre trucizny po dostaniu się wewnątrz organizmu niszczą nerki lub zakłócają ich czynność. Szczególnie ostrożnie należy zażywać leki, ponieważ niektóre z nich mają uboczne działanie na funkcje nerek.

ZAPAMIĘTAJ! Leki należy zażywać tylko z polecenia lekarza, ściśle według jego wskazań.

TO CIEKAWE! W profilaktyce i leczeniu chorych nerek od dawnych czasów stosuje się różnorodne rośliny (ryc. 105): kawon, koper (nasiona), skrzyp polny, kwiaty lipy i in. Na przykład używanie 2–2,5 kg kawona w ciągu doby sprzyja rozpuszczaniu soli i zapobiega powstawaniu w nerkach „kamyków” i piasku. Herbata z cytryną, ze skrzypu polnego lub kwiatów lipy wzmacnia i przyspiesza skurcze miedniczki nerkowej i moczowodów, dzięki czemu sole i „kamyki” przepychają się do pęcherza moczowego. Wyciąg z nasion koperku zaspokaja kolkę nerkową, rozpuszcza „kamyki”. W profilaktyce i leczenie kamicy nerkowej stosuje się także wyciągi i odwary z selery, kminu, mącznicy lekarskiej, dziurawca zwyczajnego, rdestu ptasiego.

Zdrowie człowieka. Aby podwyższyć odporność narządów układu wydalniczego na drobnoustroje chorobotwórcze lub niesprzyjające czynniki środowiska, warto zahartowywać swój organizm, prawidłowo odżywiać się, przestrzegać zasad higieny osobistej, być ostrożnym z różnymi truciznami, zażywać tylko te lekarstwa, które zalecił lekarz. Szczególnie niebezpieczne dla narządów układu moczowego jest używanie alkoholu i narkotyków, ponieważ one doprowadzają do stopniowego nieodwracalnego porażenia komórek nerek.

❖ **Podstawowe terminy i pojęcia:** pyelonephritis, glomerulonephritis, kamica nerkowa, urethritis, cystitis.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Podstawowymi objawami schorzeń narządów układu moczowego są: obrzęki, zmiana ilości i koloru moczu, ból przy oddawaniu moczu. Zaburzenia funkcjonowania układu moczowego są związane jak z zakłóceniami tworzenia się moczu, tak i z wyprowadzaniem moczu z organizmu. Śmiertelnie niebezpieczne jest zapalenie nefronów i ich niszczenie. Naruszenie przemiany materii



może spowodować powstawanie „kamyków” w nerkach i drogach wyprowadzających moc. Stany zapalne w narządach układu wydalniczego są wywoływane przez drobnoustroje chorobotwórcze. Należy unikać dostawiania się do organizmu alkoholu, narkotyków i substancji toksycznych.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie są naruszenia pracy nerek? 2. Jakimi drogami mogą dostać się do narządów układu moczowego drobnoustroje chorobotwórcze? 3. Czym jest wywołane powstawanie „kamyków” w nerkach i drogach wyprowadzających moc? 4. Przy jakich warunkach narusza się normalny skład moczu człowieka? 5. Jakie są podstawowe zabiegi profilaktyczne w schorzeniach narządów układu moczowego?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż narząd układu moczowego, którego porażenie powoduje cystitis: a) nerki; b) moczowody; c) cewka moczowa; d) pęcherz moczowy.

2. Wskaż schorzenie nerek, podczas którego uszkodza się się miedniczka nerkowa: a) urethritis; b) glomerulonephritis; c) pyelonephritis; d) cystitis.

Wybierz trzy poprawne odpowiedzi

Wybierz objawy charakterystyczne dla kamicy nerkowej.

A Narząd, w którym powstają „kamyki”	B Objawy choroby	C Podstawowa przyczyna powstawania
1 cewka moczowa 2 pęcherz moczowy 3 nerka	1 pieczenie 2 silny ból 3 anemia	1 nadużywanie słonych potraw 2 nadużywanie słodczy 3 nadużywanie soków



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj charakterystykę podstawowych schorzeń narządów układu moczowego. Odpowiedź podaj w postaci tabeli.



ZASTANÓW SIĘ! 1. Twój kolega (koleżanka) nadużywa soli kuchenej. On (ona) stale jest przed tym ostrzegany. Dlaczego? 2. Twój kolega (koleżanka) mało porusza się, większą część wolnego czasu spędza przy komputerze lub telewizorze. Jakie schorzenie nerek może wywołać taki tryb życia?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż notatkę „Zapobieganie chorobom narządów układu moczowego”.

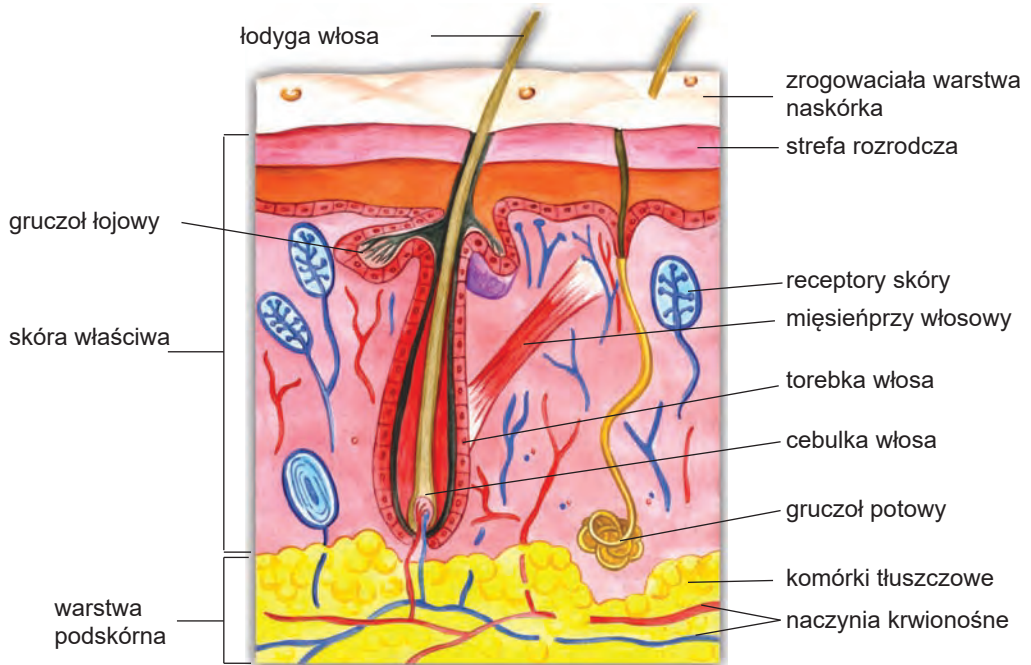
§ 26. BUDOWA SKÓRY I JEJ FUNKCJE

Przypomnij sobie, co to jest adaptacja? Jaka jest budowa pokryw ciała u różnych przedstawicieli zwierząt kręgowych? Co to jest linienie? Co to jest regeneracja?

Jaka jest budowa skóry? Skóra – to jeden z największych pod względem powierzchni narządów naszego ciała. Ogólna powierzchnia skóry u dorosłego człowieka wynosi średnio około 2m². Ona stanowi powłokę zewnętrzną ciała i tworzy barierę między środowiskiem zewnętrznym i wewnętrznym organizmu.

Skóra człowieka zbudowana jest z trzech podstawowych warstw: naskórka, skóry właściwej i tkanki podskórnej, która łączy skórę z niżej rozmieszczonymi tkankami (ryc. 106).

Naskórek – warstwa zewnętrzna skóry, której grubość na różnych odcinkach ciała jest różna: od 0,07 mm do 2,5 mm i więcej. Najgrubszy naskórek znajduje się na tych odcinkach ciała, gdzie jest największe obciążenie mechaniczne na skórę, na przykład na dłoniach, stopach nóg i in. Naskórek utworzony jest z nabłonka płą-



Ryc. 106. Budowa skóry. **Zadanie.** Przypomnij sobie, co to jest tkanka nabłonkowa i jakie znasz rodzaje nabłonka, co to jest regeneracja

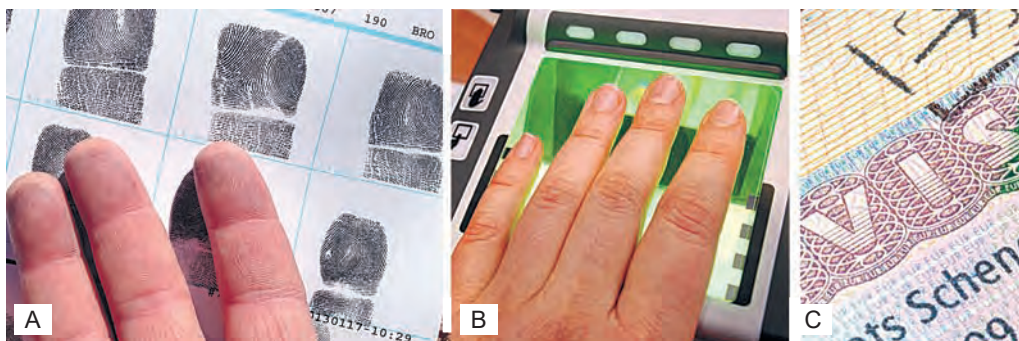
skiego wielowarstwowego, którego górna warstwa rogowacieje (nazywa się ją warstwą rogową) i stopniowo złuszcza się. Na miejsce złuszczonej komórki w warstwie dolnej naskórka powstają nowe komórki. Ta warstwa nazywa się warstwą twórczą naskórka. Otóż naskórek jest zdolny do samoodnawiania. Całkowite odnowienie naskórka skóry u człowieka trwa około 20 dni. Wskutek noszenia ciasnego obuwia u człowieka mogą powstać nagniotki, które są zgrubieniem warstwy rogowej naskórka.

Skóra właściwa jest utworzona przeważnie z tkanki łącznej zbitej nieukształtowanej. Dzięki jej elastyczności skóra rozciąga się i nie przeszkadza ruchom. Możesz się o tym przekonać, odciągając skórę z wewnętrznej strony nadgarstka. Skóra rozciąga się, lecz gdy tylko ją puścisz, wraca do poprzedniego stanu.

W skórze właściwej znajduje się sieć naczyń krwionośnych i limfatycznych oraz zakończenia nerwów czuciowych. W niej też są rozmieszczone torebki włosowe, gruczoły łojowe i potowe raz włókna mięśni gładkich (ryc. 106).

Na dłoniach i stopach nóg skóra właściwa tworzy brodawkowate wyniosłości wpuklające się w naskórek, które układają się w złożone rysunki reliefowe (linie papilarne), których kształty są absolutnie unikalne dla każdego człowieka (ryc. 107). One są wykorzystywane w kryminalistyce do ustalania tożsamości.

Pod skórą właściwą mieści się **warstwa podskórna**. Ta warstwa jest zbudowana z tkanki łącznej właściwej wiotkiej bogatej w komórki tłuszczowe. Dzięki takiej budowie warstwa podskórna chroni rozmieszczone pod nią narządy przed czynnikami mechanicznymi. Najlepiej warstwa podskórna jest rozwinięta na tych odcinkach ciała, które są najbardziej narażone na czynniki mechaniczne przy siedzeniu, staniu lub leżeniu. Grubość warstwy podskórnej zależy od pozio-



Ryc. 107. Układ linii papilarnych na palcach: A – odblaski linii papilarnych palców; B – specjalne urządzenie do pobierania odblasków; C – w celu otrzymania wize Schengen w paszporcie umieszcza się odblaski palców

mu przemiany materii i charakteru odżywiania. Przy nadmiernym nadchodzeniu substancji odżywczych z pokarmem część ich magazynuje się w postaci tłuszczu podskórnego.

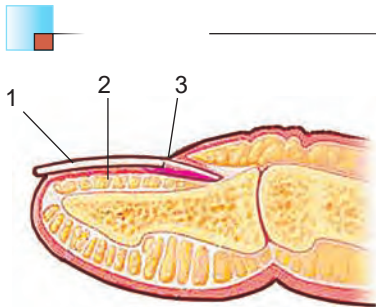
Jaka jest budowa gruczołów skóry człowieka? *Gruczoł potowy* ma postać cewki, która na końcu jest zwinięta w kłębek (ryc. 106). Część wyprostowana cewki – przewód wyprowadzający gruczołu potowego – otwiera się na powierzchni skóry. Kłębuszki są oplecione naczyniami włosowatymi. Przez ich ściany z krwi do gruczołów potowych dostaje się woda wraz z rozpuszczonymi w niej solami mineralnymi, mocznikiem i niektórymi innymi substancjami. Tak powstaje pot, który wydziela się na powierzchnię skóry przez otwory przewodów wyprowadzających – pory. W skórze na różnych odcinkach ciała ilość gruczołów potowych nie jest jednakowa. Dużo ich jest na twarzy i dłoniach. W ciągu doby wszystkie gruczoły potowe wydzielają od 0,5 do 3 l potu, a przy ciężkiej pracy fizycznej lub przy wysokiej temperaturze środowiska zewnętrznego – do 10 l i więcej.

Pod względem składu pot jest podobny do moczu. Jest to roztwór substancji organicznych i nieorganicznych.

Gruczoły potowe odruchowo reagują nie tylko na zmiany temperatury środowiska zewnętrznego, lecz i na wewnętrzne stany emocjonalne organizmu. Znacznie więcej potu wydziela się podczas zdenerwowania, szczególnie w okolicy czoła, na dłoniach i stopach nóg.

Gruczoły łojowe swymi przewodami przeważnie otwierają się do torebki włosowej (ryc. 106). Tylko na odcinkach pozbawionych włosów (na przykład w czerwieni wargowej – w kącikach ust) otwierają się bezpośrednio na powierzchnię skóry. Przeważnie są one rozmieszczone na głowie, twarzy i górnej części grzbietu. W ciągu doby gruczoły łojowe wydzielają około 20 g łoju, który natłuszcza włosy, okrywa cienką warstwą skórę, chroniąc ją przed nadmiernym wysychaniem, nadaje jej miękkości i nie przepuszcza do wnętrza ciała wody i drobnoustrojów.

Jakie są twory skóry i jakie jest ich znaczenie? Tworami warstwy rogowej naskórka są włosy i paznokcie. Paznokcie – to zwarte płytki rogowe znajdujące się po stronie grzbietowej paliczek dalszych każdego palca rąk i nóg (ryc. 108). Zdrowe paznokcie mają różowe zabarwienie, ponieważ przez nich przeświecają naczynia krwionośne. Paznokcie rosną przez całe życie z



Ryc. 108. Budowa paznokcia:
1. blaszka paznokciowa; 2. łożysko paznokcia; 3. wał paznokcia

prędkością 0,1–0,2 mm na dobę. Płytką paznokcia u ręki wymienia się całkowicie w ciągu 3–4 miesięcy. Na nogach – w ciągu 6–8 miesięcy. Blaszką paznokciową rozmieszczoną jest na łożysku paznokcia i otoczona fałdem skórny – wałem paznokcia (ryc. 108). Odcinek łożyska paznokcia, na którym rozmieszcza się korzeń paznokcia jest miejscem jego wzrostu. Tu komórki intensywnie dzielą się, stopniowo rogowacieją i przesuwały się łożyskiem paznokcia

Zdrowie człowieka. Paznokcie wymagają stałej pielęgnacji. Kiedy one odrastają, należy je podcinać. Ta procedura jest niezbędna ze względów higienicznych. Pod paznokciami gromadzi się brud, gdzie namnażają się drobnoustroje chorobotwórcze. Jeżeli paznokcie z jakichś powodów nie są podcinane, to trzeba je codziennie czyścić i myć szczoteczką z mydłem.

Włosy u człowieka tworzą pokrycie na określonych odcinkach skóry. One bywają długie (na głowie, twarzy mężczyzn, w dołach pachowych i in.) i krótkie (brwi, rzęsy i in.). Każdy włos składa się z korzenia – odcinka początkowego i łodygi wystającej nad powierzchnią skóry. Korzeń włosa jest rozmieszczony w głębi skóry właściwej w torebce włosowej (ryc. 106). Jej kosztem włos rośnie. Do cebulki włosowej dochodzą naczynia krwionośne i nerwy. Naczynia zapewniają odżywianie włosa, a nerwy – jego czucie. W miejscu, gdzie włos wychodzi ze skóry właściwej, do niego są przymocowane cienkie pęczki mięśni gładkich. Kiedy one kurczą się, włos podnosi się nad powierzchnią skóry – stroszy się.

TO CIEKAWIE! Stroszenie włosów – to jeden z mechanizmów zmniejszenia strat ciepła u zwierząt. Strosząc się, włosy tworzą warstwę ciepłego powietrza między skórą a włosami. Włosy zawsze stroszą się u zwierząt podczas walki i zastraszenia wroga. To też jest ważne, ponieważ „jeżeli ja jestem większy lub tak wyglądam, to jestem silniejszy”. Mimo że u człowieka te ruchy włosów utraciły swoje funkcje pierwotne, jednak, kiedy jest nam zimno, mięśnie podnoszące włoski kurczą się, wskutek czego dostajemy „gęsiej skórki”. Kiedy odczuwamy strach włosy bez naszej woli, ponieważ jest to reakcja wrodzona, też mogą podnosić się.

Włosy mają określony kolor, który zależy od ilości obecnego w nich pigmentu. Im więcej pigmentu we włosie, tym ciemniejsze jest jego zabarwienie. U ludzi w podeszłym wieku ilość pigmentu w niektórych włosach zmniejsza się, a zamiast niego w jamie tych włosów zbiera się powietrze. Taki włos nabywa srebrzysto-białego koloru – staje się szary.

Włosy głowy żyją średnio 4–5 lat, a rzęsy – kilka miesięcy. W ciągu swego życia włos stale rośnie (włosy głowy rosną z prędkością około 25 cm na rok). Kiedy z czasem aktywność torebki włosowej ustaje, obok niej powstaje nowa. Stary włos wypada, a nowy zaczyna rosnać. U człowieka na głowie codziennie obumiera i wypada około 59–100 włosów i tyle samo włosów wyrasta. Jeżeli taki porządek jest naruszony, pokrywa włosowa głowy rzadnieje i rozwija się łysienie. Ono może być spowodowane jak czynnikami dziedzicznymi, tak i nieprawidłowym trybem życia lub określonymi schorzeniami układu nerwowego i dokrewnego i in.



Zdrowie człowieka. Ładne włosy – to ozdoba człowieka. Dlatego trzeba je stale pielęgnować. Włosy należy regularnie myć, zapobiegać pojawieniu się łupieżu i in.

Do tworów skóry należą też **gruczoły mlekowe**. U mężczyzn są one niedorozwinięte i nie funkcjonują, a u kobiet aktywnie rozwijają się z początkiem dojrzewania płciowego. Po urodzeniu dziecka gruczoły mlekowe kobiet produkują mleko, którym wykarmiają niemowląt.

Jakie funkcje pełni skóra? Podstawową funkcją skóry jest **ochrona** wewnętrznego środowiska naszego ciała przed niesprzyjającymi wpływami otaczającego środowiska. Wysoka elastyczność skóry oraz sprężystość i miękkość warstwy podskórnej zapewnia ochronę mechaniczną. Górna warstwa skóry – naskórek – pełni ponad to funkcję barierową. Komórki tworzące naskórek są tak zwarte, że nie przepuszczają do środka ciała wody, substancji szkodliwych i drobnoustrojów chorobotwórczych.

Skóra chroni narządy wewnętrzne również przed szkodliwym promieniowaniem ultrafioletowym. Chodzi o to, że najgłębsza warstwa naskórka i skóra właściwa zawiera ciemny pigment – *melaninę*, który jest zdolny do pochłaniania tych promieni. Im więcej pigmentu mieści się w skórze, tym więcej promieni on zatrzymuje. Kiedy ilość tych promieni wzrasta, skóra ciemnieje wskutek zmniejszonej syntezy pigmentu – pojawia się **opalenizna**. Otóż opalenizna – to jedna z reakcji obronnych organizmu na działanie czynnika szkodliwego.

Zdrowie człowieka. Mimo że opalenizna wygląda bardzo ładnie, lekarze nie zalecają nadużywać opalaniem się. Długotrwały intensywny wpływ promieni ultrafioletowych na skórę może spowodować jej schorzenia.

Funkcja wydalnicza jest związana z czynnością gruczołów potowych zdolnych wyprowadzać z organizmu nadmiar wody i soli mineralnych, a także końcowych produktów przemiany. Taka funkcja skóry jest szczególnie ważna w przypadku naruszenia normalnej pracy nerek.

Funkcję wydzielniczą zapewniają gruczoły łojowe skóry (przypomnij sobie znaczenie wydzielin tych gruczołów). W skórze pod wpływem promieni ultrafioletowych powstaje witamina D (o jej znaczeniu dla organizmu człowieka dowiesz się z dodatku). Funkcję wydzielniczą wykonują też gruczoły mlekowe kobiet po urodzeniu dziecka.

Skóra pełni też **funkcję oddechową**. Przy bezpośrednim kontakcie powietrza ze skórą część tlenu (1–2% od tego, co zużywa organizm) kosztem procesów dyfuzji potrafi wnikać do środowiska wewnętrznego organizmu i być wykorzystywana w procesach czynności życiowych.

Skóra bierze udział w **przemianie materii** i **przekształceniu energii**. Warstwa podskórna zawiera zapasy tłuszczów, które w razie potrzeby rozszczepiają się i wydzielają niezbędną dla organizmu energię.

Kolejną funkcją skóry jest **funkcja receptorowa**. Skóra zawiera receptory, które są zdolne do obierania bodźców ze środowiska zewnętrznego (dotyk, rozciągnięcie lub ściskanie, ciepło, zimno, ból). Najwięcej receptorów znajduje się na opuszkach palców rąk, dłoniach, podszwach stóp, ustach. Czucie skórne ma ogromne znaczenie, ponieważ umożliwia unikanie odmrożeń, oparzeń, uszkodzeń mechanicznych i in.

Skóra bierze udział w **regulacji przepływu krwi** w organizmie człowieka. Dzięki zmianom średnicy naczyń krwionośnych skóry reguluje się ilość krwi, która po nich płynie. Część krwi stale znajduje się w naczyniach włosowatych i nadchodzi do koryta krwioobiegu w przypadku obniżenia ciśnienia krwi, jej strat i in.



Jedną z najważniejszych funkcji skóry – udział w termoregulacji. Dokładniej dowiesz się o tym w naszym następnym paragrafie.

❖ **Podstawowe terminy i pojęcia:** naskórek, skóra właściwa, warstwa podskórna, paznokcie, włosy.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Z zewnątrz ciało człowieka jest pokryte skórą, która składa się z naskórka, skóry właściwej i warstwy podskórnej. Skóra – to wielofunkcyjny narząd, który pełni funkcję termoregulacyjną, receptorową, ochronną, wydalniczą, oddechową, przemienny oraz bierze udział w syntezie witamin, deponowaniu krwi w organizmie.
- Do podstawowych tworów skóry należą: paznokcie, włosy, gruczoły łojowe.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie znaczenie dla organizmu ma skóra? 2. Jaka jest budowa skóry? 3. Jakie cechy skóry zapewniają jej elastyczność? Jaką rolę pełni elastyczność skóry? 4. Jakie funkcje wykonuje skóra? 5. Jaka jest budowa włosa? 6. Jaka jest budowa paznokcia i jak on rośnie? 7. Jaka jest budowa warstwy podskórnej? 8. Jakie rodzaje gruczołów zawiera skóra człowieka?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż część składową skóry, dzięki której, nie patrząc na stałe złuszczenie jej górnej warstwy, ona nie staje się cieńsza: a) warstwa rogowa naskórka; b) warstwa tworząca naskórkę; c) naczynia krwionośne skóry właściwej; d) gruczoły łojowe skóry właściwej.
2. Wskaż część składową skóry, której tworami są włosy: a) naskórek; b) skóra właściwa; c) warstwa podskórna; d) gruczoły potowe.
3. Czym jest uwarunkowany kolor skóry człowieka: a) ilością pigmentu melaniny; b) grubością naskórka; c) głębokością rozmieszczenia cebulek włosowych; d) ilością warstwy podskórnej?



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Dlaczego gromadzenie tłuszczu podskórnego w walce o życie człowieka w dawnych czasach było bardzo korzystne, a w warunkach dzisiejszych często jest złem? II grupa. Dlaczego ciało człowieka nie jest całkowicie pokryte gęstymi włosami?



ZASTANÓW SIĘ. 1. Dlaczego, nie patrząc na stałe złuszczenie się górnej warstwy skóry, ona nie staje się cieńsza? 2. U dziecka i jego rodziców linie papilarne na opuszkach palców nie są identyczne, lecz bardzo podobne. Czym to można wytłumaczyć?



ZADANIE TWÓRCZE. Wykonaj projekt (na wybór). 1. Wyznacz typ swojej skóry na różnych częściach twarzy, rąk. 2. Ułóż zasady pielęgnacji swojej skóry.

§ 27. TERMOREGULACJA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA. SCHORZENIA SKÓRY I ICH PROFILAKTYKA

Przypomnij sobie, jak zachodzi termoregulacja u zwierząt zmiennocieplnych i stałocieplnych. Jaką termometrię stosuje się do mierzenia temperatury ciała człowieka? Jakich schorzeń należą do infekcyjnych? Do jakich grup zwierząt należą wszy, świerzbowce, nużeńce?



Co to jest termoregulacja i jak ona zachodzi? Termoregulacja – to uzgodnione współdziałanie w organizmie procesów *tworzenia się i oddawania ciepła* w celu podtrzymywania temperatury ciała na pewnym poziomie, różniącym się od temperatury środowiska zewnętrznego. Pamiętaj, że człowiek, jak i inne ssaki i ptaki należy do organizmów stałocieplnych, które są zdolne do podtrzymywania stałej temperatury swego ciała na pewnym poziomie, który nie zależy od temperatury środowiska zewnętrznego. Zapewniają to doskonale mechanizmy termoregulacji, to znaczy zrównoważenie procesów powstania i oddawania ciepła w organizmie.

Pamiętasz, że ciepło w organizmie powstaje stale dzięki procesom rozszczepienia substancji organicznych. Najintensywniej zachodzi to w wątrobie i mięśniach. W mięśniach szkieletowych ciepło powstaje tylko podczas ich kurczenia się. Właśnie dlatego nawet na dużym mrozie, kiedy biegasz i skaczesz, bywa gorąco. I odwrotnie, kiedy nie ruszasz się, to nawet przy niewielkim ochłodzeniu zaczynasz drżeć.

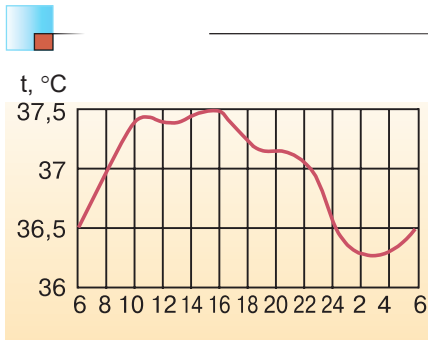
Dreszcze – to skurcze mięśni, które sprzyjają zwiększeniu ilości tworzonego ciepła, a znaczy są reakcją przystosowawczą przeciwdziałającą obniżeniu temperatury ciała. Do organizmu ciepło dostawać się też ze środowiska zewnętrznego pod warunkiem, że jego temperatura jest wyższa od temperatury ciała.

Na lekcjach fizyki uczyłeś się o zjawisku oddawania ciepła. Ono polega na tym, że ciała o wyższej temperaturze, kontaktując z ciałami o niższej temperaturze, oddają im ciepło. Energia cieplna z organizmu człowieka wypromieniowuje się do środowiska zewnętrznego przez pokrywy ciała, wychodzi z ogrzanym powietrzem przy wydechu, wydziela się z potem, moczem i in. Oddawanie ciepła jest nie mniej ważne niż tworzenie ciepła, bo gdyby całe ciepło, które produkuje organizm, zatrzymywało się w nim, to człowiek zginąłby w ciągu kilku godzin wskutek przegrzania się.

ZAPAMIĘTAJ! Aby organizm normalnie funkcjonował, procesy tworzenia się i oddawania ciepła powinny być zrównoważone. Przy obniżeniu temperatury środowiska zewnętrznego organizm zwiększa produkcję ciepła i obniża oddawanie ciepła, a przy podwyższeniu temperatury środowiska zewnętrznego odwrotnie, obniża produkcję ciepła i zwiększa oddawanie ciepła. Wskaźnikiem wzajemnego uzgodnienia procesów powstawania i oddawania ciepła jest stała temperatura ciała człowieka.

Jaka jest temperatura różnych części ciała człowieka? U zdrowego człowieka temperatura ciała jest stała. Prawidłowa temperatura ciała w stanie spokoju w dołku pachowym wynosi $+36,5...+36,9^{\circ}\text{C}$. Natomiast temperatura narządów wewnętrznych jest wyższa, na przykład w wątrobie ona wynosi $+38...+38,5^{\circ}\text{C}$. Na powierzchni skóry głowy i tułowia temperatura jest nieco wyższa, a na kończynach w miarę oddalenia od tułowia ona stopniowo obniża się. Otóż temperatura w okolicy stawu piszczelowego wynosi około $+30^{\circ}\text{C}$, a na palcach nogi – $+24,5^{\circ}\text{C}$.

Wspominaliśmy już, że temperatura ciała może zmieniać się podczas zwiększonego wysiłku fizycznego. Na przykład przy długotrwałym biegu temperatura ciała może podwyższyć się do $+38...+39^{\circ}\text{C}$ i wyżej. Po wysiłku fizycznym temperatura ciała prędko wraca do normy. Temperatura ciała zmienia się również w ciągu doby: w nocy (o 2–4 godz.) ona jest najniższa i obniża się do $+36,4...+36,5^{\circ}\text{C}$, a wieczorem (o 16–19 godz.) jest najwyższa – $+37...+37,5^{\circ}\text{C}$ (ryc. 109).



Ryc. 109. Rytm dobowy temperatury ciała człowieka. **Zadanie.** Rozpatrz na rycinie wykres zmiany temperatury ciała człowieka w ciągu doby. Dlaczego to zachodzi? Kiedy temperatura jest najwyższa? Dlaczego?

(niektóre z nich są wodoodporne) i zdolne do wyznaczania temperatury od 6–10 sek do 3 min (zależnie od modelu). Często one posiadają sygnalizację dźwiękową (po ukończeniu mierzenia brzmi sygnał dźwiękowy), pamięć (w nich można zachowywać wyniki poprzednich pomiarów).

Zakłócenie mechanizmów termoregulacji powoduje przegrzewanie lub ochłodzenie organizmu, które przede wszystkim zależy od temperatury środowiska zewnętrznego.

Wysoka zdolność organizmu człowieka do termoregulacji umożliwia mu istnienie w różnych warunkach: Skrajnej Północy, gorących pustyń Afryki i Azji oraz in.

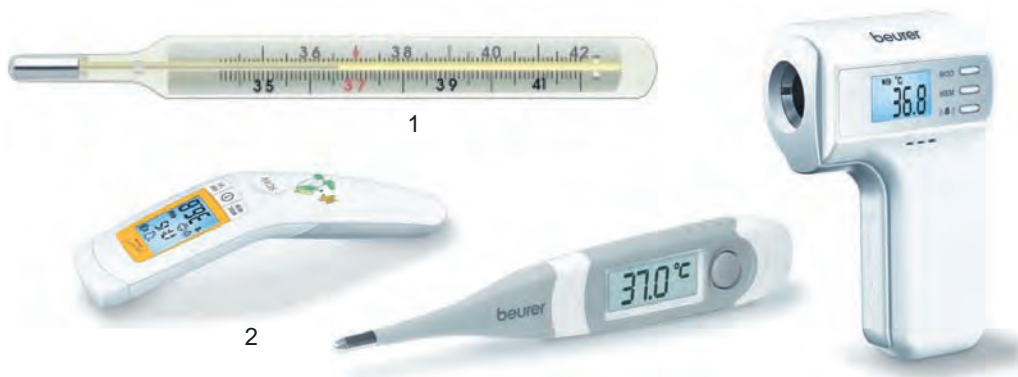
Jak skóra bierze udział w termoregulacji? O ile skóra bezpośrednio kontaktuje ze środowiskiem zewnętrznym, to „rozgrzana” krew, napływając do skóry, może ochładzać się, oddając przy tym znaczną ilość ciepła. Jednak krew skóry oddaje nadmierne ciepło tylko pod warunkiem, że temperatura środowiska zewnętrznego jest niższa niż powierzchnia skóry. Przy temperaturze pokojowej (+20...+22°C) przez skórę z organizmu wyprowadza się około 70–80% nadmiernego ciepła.

Ilość ciepła, które organizm oddaje do środowiska zewnętrznego zależy od ilości krwi, która płynie w naczyniach skóry. Dlatego w chłodną pogodę, kiedy należy zmniejszyć straty ciepła, naczynia krwionośne odruchowo zwężają się i ilość krwi,

Temperaturę ciała człowieka mierzymy za pomocą termometru medycznego (ryc. 110) przeważnie w dołku pachowym (7–8 min.).

ZAPAMIĘTAJ! Należy zachować ostrożność podczas używania termometru medycznego, ponieważ on zawiera rtęć. Ten ciekły metal, dostając się do organizmu, może spowodować ciężkie zatrucie człowieka.

TO CIEKAWE! Współczesne termometry automatyczne posiadają czujnik elektronowy, którego wartości są wyświetlane na displeju. Dokładność mierzenia może sięgać setnych części stopnia. Takie termometry są bezpieczne, odporne na uderzenia



Ryc. 110. Termometry do mierzenia temperatury ciała: 1 – medyczny; 2 – elektroniczne



która przepływa w nich za jednostkę czasu, zmniejsza się. W ten sposób organizm zaoszczędza ciepło. W upalną pogodę odwrotnie, średnica naczyń krwionośnych skóry odruchowo zwiększa się: ilość krwi płynącej w nich za jednostkę czasu zwiększa się. Tak samo zwiększa się ilość promieniowanego do środowiska zewnętrznego ciepła. Kiedy naczynia krwionośne rozszerzają się, skóra czerwienieje, a kiedy w chłodnym powietrzu zwężają się – blednie.

Nadmierne ciepło skutecznie wyprowadza się do środowiska zewnętrznego dzięki parowaniu wody z powierzchni skóry. Ma to szczególne znaczenie przy wysokich temperaturach środowiska zewnętrznego, ponieważ w takich warunkach wydalanie ciepła przez skórę jest ograniczone lub w ogóle niemożliwe. W ciągu doby w temperaturze pokojowej z powierzchni ciała człowieka wyparowuje około 800 ml potu, natomiast w upalną pogodę (przy temperaturze +35°C i wyżej) – około 4,5 l, a gdy przy tym człowiek wykonuje ciężką pracę fizyczną – około 10 l. W warunkach niskich temperatur wydzielanie potu obniża się lub całkiem ustaje. Dodatkowo woda wydziela się z organizmu przez płuca podczas częstego oddychania w upalną pogodę.

Na intensywność parowania potu wywiera wpływ wilgotność powietrza. Jeżeli zawartość pary wodnej w powietrzu jest niska – człowiek wyparowuje więcej potu i lepiej znosi upał. I odwrotnie, w warunkach wilgotnego powietrza człowiek trudniej znosi wysokie temperatury środowiska zewnętrznego, ponieważ parowanie potu obniża się.

Przeżranie organizmu może doprowadzić do porażenia cieplnego.

ZAPAMIĘTAJ! Porażenie cieplne – to stan patologiczny spowodowany ogólnym przeżraniem organizmu wskutek oddziaływania zewnętrznych czynników cieplnych.

Przy nadmiernym oddziaływaniu promieniowania słonecznego może powstać **porażenie słoneczne**. Przy tym człowiek odczuwa ból głowy, osłabienie, zawroty głowy, rozwija się duszność, tętno staje się częste, powstaje szum w uszach, mroczki przed oczyma. Człowiek może stracić przytomność.

Zdrowie człowieka. W przypadku porażenia słonecznego lub cieplnego poszkodowanego należy przenieść w chłodne miejsce, rozpiąć kołnierz, położyć na głowę zwilżony zimną wodą ręcznik, nieco podnieść ku górze nogi, podkładając pod nich wałek (ryc. 111). Najlepiej owinąć go w mokre prześcieradło, stworzyć ruchy powietrza, zwiększając w ten



Ryc. 111. Podstawowe czynności, które należy wykonać w przypadku przeżrania się (porażenia cieplnego lub słonecznego). **Zadania.** Podaj charakterystykę działań przy nadaniu pierwszej pomocy poszkodowanemu



sposób parowanie potu. Jeżeli uszkodzony nie oddycha i u niego nie wyczuwa się tętna, należy wykonać sztuczne oddychanie, masaż serca i niezwłocznie wywołać lekarza. Aby zapobiec porażeniu słonecznemu i cieplnemu, trzeba nosić jasne, przewiewne nakrycie głowy, nie przebywać za długo na słońcu in.

Oddawaniu ciepła do środowiska zewnętrznego przeszkadza warstwa podskórna. Im ta warstwa jest grubsza, tym mniej ciepła dostaje się do środowiska zewnętrznego. Dlatego ludzie z dobrze rozwiniętą warstwą podskórną łatwiej znoszą chłodną pogodę, natomiast upały – gorzej.

Włosowe pokrycie głowy też ma określone znaczenie dla termoregulacji, ponieważ nieruchoma warstwa powietrza powstająca między włosami jest zdolna do obniżania oddawanie ciepła. W ten sposób ono w pewnym stopniu chroni mózgowie od przegrzewania lub ochłodzenia.

Zdrowie człowieka. Skuteczność oddawania ciepła zależy od prawidłowo dobranej odzieży, ponieważ pomiędzy ubraniem a ciałem powstaje warstwa nieruchomego powietrza, która pełni rolę izolatora ciepła. Odzież wykonana z materiałów naturalnych, zachowując ciepło, częściowo przepuszcza powietrze i wchłania wilgoć. Natomiast odzież nie przepuszczająca powietrza przeszkadza parowaniu potu. W takiej odzieży wokół ciała człowieka powstaje warstwa powietrza nasycona parą wodną.

Jak zachodzi regulacja procesów termoregulacji? Procesy tworzenia się i oddawania ciepła są regulowane przez układ nerwowy i substancje biologicznie aktywne. Zmiany temperatury środowiska zewnętrznego pobierają receptory skóry. Od nich impulsy nerwowe po drogach nerwowych czuciowych kierują się do ośrodka termoregulacji rozmieszczonego w mózgowiu, a stąd po nerwach – do mięśni i narządów. Odpowiednio odruchowo zmienia się intensywność przemiany materii i procesów oddawania ciepła. Czynność ośrodka termoregulacji kontroluje kora dużych półkul mózgowia.

Na termoregulację wywierają wpływ także hormony produkowane przez gruczoły dokrewne. Na przykład w stanie gniewu lub strachu naczynia krwionośne skóry rozszerzają się pod wpływem hormonu adrenaliny. Dzięki temu zwiększa się oddawanie ciepła.

Zdrowie człowieka. Procesy termoregulacji w organizmie człowieka można doskonalić, hartując się. Przypomnij z lekcji podstaw zdrowia sposoby hartowania organizmu człowieka: **przebywanie na świeżym powietrzu, procedury wodne, kąpiele słoneczne**. W celu skuteczności hartowania należy przestrzegać określonych zasad. Pierwsza z nich – to stopniowe zwiększenie obciążeń na organizm. Druga zasada – regularność.

Jakie bywają schorzenia skóry? Normalne funkcjonowanie skóry może być zakłócone wskutek różnych jej schorzeń (*patrz tabelę 10*).

Tabela 10

Niektóre rozpowszechnione choroby skóry

Choroby skóry	Przyczyny powstawania	Cechy	Profilaktyka
Zapalenie skóry – dermatitis	Wpływ czynników środowiska zewnętrznego (słońce, mróz, wiatr, substancje chemiczne, niektóre bakterie)	Zaczerwienienie, swędzenie, stan zapalny skóry	Unikanie wpływu tych czynników, w przypadku zakażenia – zgłosić się do lekarza

Choroby skóry	Przyczyny powstawania	Cechy	Profilaktyka
Łupież – zapalenie gruczołów łojowych skóry	Schorzenia układu nerwowego i dokrewnego, nieracjonalne odżywianie się	Zapalenie gruczołów łojowych (trądzik), przy korzeniach włosów na głowie (łupież)	Dotrzymywanie się zbilansowanego racjonalnego odżywiania się
Grzybice poszczególnych odcinków skóry lub jej tworów	Zaatakowanie zarazkiem podobnym do drożdży – grzybem rodzaju <i>Kandida</i>	Zaczerwienienie skóry, świąd, tworzenie się wrzodów, niszczenie się blaszek paznokci	Zabiegi profilaktyczne po odwiedzeniu basenu, łaźni
Wszawica – zaatakowanie wszami poszczególnych odcinków skóry okrytych włosami, przeważnie głowy	Kontakt z ludźmi zaższonymi lub ich rzezcami	Dokuczliwy świąd skóry	Utrzymywanie włosów w czystości, unikanie korzystania z cudzego grzebienia lub ręcznika
Świerzb – schorzenie, które jest spowodowane świerzbowcem	Kontakt z chorymi na świerzb	Wysypka, zaczerwienienie, dokuczliwy świąd	Unikanie kontaktu z chorymi na świerzb i używania cudzych rzeczy

Zadanie. Na podstawie tabeli 10 wymień choroby skóry, przyczyny ich powstawania i cechy; zabiegi dotyczące ich profilaktyki.

ZAPAMIĘTAJ! Złuszczone komórki naskórka skleją się potem i łojem skórnym, zaczopowując przewody gruczołów łojowych i potowych. Skutkiem tego może być pojawienie się na skórze gnojących się tworów – trądzików. Na skórze brudnej namnażają się drobnoustroje, które mogą spowodować trudno poddające się leczeniu choroby. Tylko skóra czysta jest potrafi wykonywać wszystkie swoje funkcje, z których podstawową jest funkcja ochronna. Regularne mycie skóry gorącą wodą z mydłem oczyszcza ją od brudu, drobnoustrojów i produktów ich czynności życiowych.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** termoregulacja, tworzenie się ciepła, oddawanie ciepła, porażenie cieplne, porażenie słoneczne.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

● Człowiek należy do organizmów stałocieplnych; dzięki doskonałym mechanizmom termoregulacji w normalnych warunkach temperatura jego ciała jest stała (+36,5...+36,9°C). Ważnym narządem zabezpieczającym procesy termoregulacji jest skóra. Procesy termoregulacji są regulowane jak przez układ nerwowy, tak i substancje biologicznie aktywne – hormony. Przestrzeganie zasad higieny skóry, unikanie przechłodzenia i przegrzewania się organizmu, a także hartowanie zapobiegają schorzeniom skóry i polepszają jej stan, a także poprawiają i zachowują zdrowie człowieka.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jak zmienia się oddawanie ciepła przez organizm, kiedy obniża się lub podwyższa się temperatura środowiska otaczającego?
2. Co to jest termoregulacja?
3. Jaka jest normalna temperatura ciała człowieka i jak się ją mierzy?
4. Jak zachodzi nerwowa i humoralna regulacja tworzenia się i oddawania ciepła?
5. Co to jest



porażenie ciepłe? Jakie zabiegi wykonuje się przy udzielaniu pierwszej pomocy w przypadku porażenia ciepłego? 6. Jakie znasz choroby skóry? Jak im zapobiec?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

Wskaż zmiany zachodzące w naczyniach krwionośnych skóry przy podwyższeniu temperatury środowiska zewnętrznego: a) zwężają się; b) rozszerzają się; c) jedne zwężają się, inne – rozszerzają się; d) ich średnica nie zmienia się.

Wyznacz poprawną kolejność mechanizmu oddawania ciepła przy obniżonej temperaturze środowiska zewnętrznego: a) do skóry nadchodzi mniej krwi; b) naczynia krwionośne zwężają się; c) oddawanie ciepła obniża się.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Wyjaśnij mechanizm i znaczenie termoregulacji. II grupa. Jaka jest rola skóry w regulacji wymiany ciepła.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Na czystej skórze człowieka w ciągu 10 min ginie 85% bakterii chorobotwórczych, a na brudnej – tylko 5%. Co jest przyczyną tego, że bakterie giną? Jaki wniosek higieniczny wynika z tego faktu? 2. Dlaczego w nocy temperatura ciała człowieka obniża się? 3. U mieszkańców Skrajnej Północy (Czukczów, Eskimosów, Jakutów i in.) warstwa podskórna jest szczególnie gruba? Jak to pomaga im przetrwać w warunkach niskich temperatur?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż notatkę „Środki służące zapobieganiu schorzeniom skóry”.

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

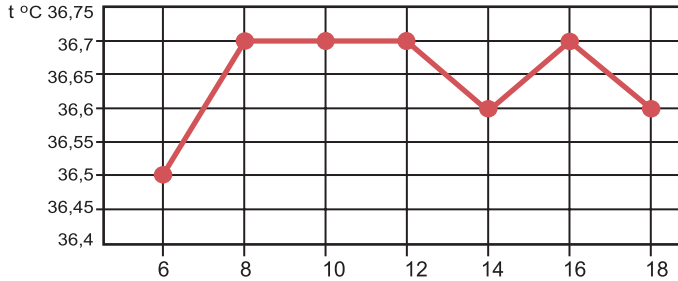
Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż narząd układu moczowego, w którym gromadzi się mocz: a) moczowód; b) pęcherz moczowy; c) cewka moczowa.
2. Zaznacz zmiany zachodzące w naczyniach krwionośnych skóry przy obniżeniu temperatury środowiska zewnętrznego: a) zwężają się; b) rozszerzają się; c) jedne zwężają się, inne – rozszerzają się; d) ich średnica nie zmienia się.
3. Wybierz grupę tkanek wchodzących w skład naskórka skóry: a) nabłonkowe; b) środowiska wewnętrznego; c) mięśniowe; d) nerwowe.
4. Wskaż część skóry zawierającą pigment, który chroni organizm przed promieniami nadfioletowymi: a) górna warstwa naskórka; b) skóra właściwa; c) warstwa podskórna; d) paznokcie.
5. Wybierz proces, którego kosztem organizm człowieka ogrzewa się: a) skurcz mięśnia podnoszącego włos; b) wydzielanie łoju gruczołami łojowymi; c) wydzielanie potu; d) podwyższenie intensywności przemiany materii.
6. Co to jest miedniczka nerkowa: a) całokształt nefronów; b) całokształt kanalików nerkowych; c) całokształt piramid nerkowych; d) wnęka w środku nerki.
7. Wskaż warstwę skóry, w której brak naczyń krwionośnych: a) naskórek; b) skóra właściwa; c) warstwa podskórna; d) naczynia krwionośne są we wszystkich warstwach skóry.
8. **Wyznacz poprawną kolejność** procesu powstawania moczu pierwotnego: a) filtracja osocza krwi do jamy torebki nefronu; b) krew nadchodzi do kłębuszka naczyń włosowatych nefronu; c) z torebki nefronu mocz nadchodzi do kanalików nefronów; d) w świetle torebki nefronu powstaje mocz pierwotny.
9. **Wyznacz poprawną kolejność** procesu powstania moczu wtórnego: a) przesącz krwi wychodzi z torebki nefronu; b) krew nadchodzi do torebki nefronu; c) przesącz oczyszcza się w kanalikach nefronu; d) mocz wtórny wychodzi z nerek.
10. **Wyznacz poprawną kolejność** mechanizmu oddawania ciepła przy podwyższonej temperaturze środowiska zewnętrznego: a) do skóry nadchodzi więcej krwi; b) naczynia krwionośne rozszerzają się; c) oddawanie ciepła zwiększa się.



11. **Rozwiąż zadanie.** Oblicz, ile krwi (%) przepływającej przez nerki przechodzi w przesącz, jeżeli w ciągu minuty przez nerki przepływa 1250 ml krwi, co prowadzi do powstania 125 ml przesączu. Wybierz poprawną odpowiedź: a) 0,001%; b) 0,01%; c) 0,1%; d) 10%.

12. **Praca z wykresem.** Na wykresie podano wskaźniki rytmu temperatury ciała człowieka w ciągu dnia.



A. Dokonaj analizy wykresu. B. Dlaczego temperatura ciała człowieka zmienia się w ciągu doby? Kiedy ona jest najwyższa? Dlaczego? C. Jak zmiana temperatury ciała człowieka wpływa na wydajność pracy?

ZASTANÓW SIĘ.

13. Wiadomo, że w upalne dni ilość wydalanego przez organizm moczu w ciągu doby zmniejsza się. Wyłumacz, dlaczego tak się odbywa?

14. W upalne dni potu wydziela się więcej niż moczu, a w chłodną pogodę – odwrotnie. Jak się to tłumaczy?

15. Na czym polega związek między układem krwionośnym i moczowym? Jakie to ma znaczenie dla funkcjonowania organizmu?



Temat 6

OPORA I RUCH

Co oznacza powiedzenie „Ruch – to życie”? Jaki jest związek między budową i funkcjami różnych części układu narządów ruchu? Jak zachować zdrowy szkielet? Jak prawidłowo udzielić pierwszej pomocy przy uszkodzeniu narządów ruchu i jakie to ma znaczenie?

§ 28. ZNACZENIE UKŁADU NARZĄDÓW RUCHU

Przypomnij sobie, co to jest szkielet zewnętrzny i wewnętrzny u zwierząt. Jakie są właściwości budowy układu narządów ruchu u ssaków? Jakie są rodzaje tkanki mięśniowej?

Jakie jest znaczenie układu narządów ruchu? Układ narządów ruchu składa się z części pasywnej i aktywnej. Jego część pasywna – to szkielet wewnętrzny (jak u wszystkich zwierząt kręgowych), aktywna – mięśnie szkieletowe. One funkcjonują jako jedna całość.

Układ narządów ruchu obejmuje układ szkieletowy, który **stanowi rusztowanie i zapewnia ochronę dla narządów wewnętrznych**, oraz układ mięśniowy **powodujący ruchy całego ciała i poszczególnych jego części**. Układ połączonych między sobą kości i mięśni podtrzymuje ciało człowieka w pionowym położeniu. Oprócz tego poszczególne części szkieletu zapewniają określone położenie narządów wewnętrznych. Dzięki swoim skurczom i rozkurczom mięśnie zapewniają ruchy różnych części szkieletu: kończyn, żuchwy, żeber i in. Przy tym kości wykonują rolę dźwigni, która powoduje ruch przymocowanych do nich mięśni. Zgodnie z tym poruszają się różne części naszego ciała; ono porusza się w przestrzeni (chodzenie, bieg, pływanie). Układ narządów ruchu **wyznacza kształt i rozmiary naszego ciała**.

Jeszcze jedna funkcja układu narządów ruchu – **ochronna**. Szkielet w całości i poszczególne jego części chronią narządy wewnętrzne przed uszkodzeniami mechanicznymi. Na przykład kości czaszki chronią mózgowie, łuki kręgow – rdzeń kręgowy, koście klatki piersiowej – płuca i serce. Mięśnie brzucha chronią narządy jamy brzusznej (żołądek, jelita, wątrobę i in) przed wstrząsami, uderzeniami i in.

Ważną rolę pełnią kości szkieletu w **procesach krwiotwórczych**. Czerwony szpik kostny, który jest rozmieszczony w ich środku, bierze udział w powstawaniu morfotycznych elementów krwi (przypomnij je).

Układ narządów ruchu bierze udział w przemianie materii. W kościach odkładają się sole nieorganiczne (przeważnie węglany i ortofosforany wapnia)



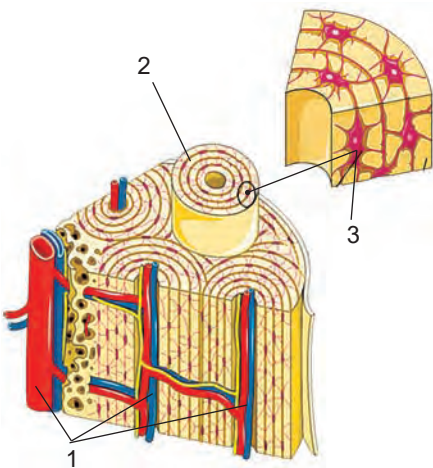
oraz niektóre inne mikroelementy. One mogą uwalniać się i z prądem krwi docierać do tych narządów, które je potrzebują. W mięśniach szkieletowych zachodzi przemiana węglowodanów. Tak więc w mięśniach magazynuje się glikogen. W razie zapotrzebowania on rozszczepia się do glukozy, która jest podstawowym źródłem energii w organizmie. Z krwią glukoza transportuje się do różnych tkanek i narządów, w których rozszczepia się, uwalniając energię. W ten sposób energia wiązań chemicznych przekształca się w energię mechaniczną (skurcze mięśni) i ciepłą (przy rozszczepieniu glukozy uwalnia się ciepło, ważne do podtrzymywania stałej temperatury ciała).

Z jakich tkanek składa się szkielet człowieka? Szkielet – to całokształt wzajemnie połączonych kości i chrząstek. Podstawą szkieletu człowieka jest tkanka kostna i chrzęstna. Jeśli popatrzymy na przekrój poprzeczny kości przez łupę, to możemy zobaczyć elementy strukturalne **tkanki kostnej** nazywane osteonami (ryc. 112). Każdy osteon jest zbudowany z koncentrycznie ułożonych blaszek kostnych (substancji międzykomórkowej złożonej z włókien kolagenowych), które tworzą cienkościenne tuleje nałożone jedna na drugą. Wewnątrz blaszek kostnych lub pomiędzy nimi leżą **osteocyty** – komórki kostne. Środek osteonu stanowi kanał, w którym biegną naczynia krwionośne (ryc. 112).

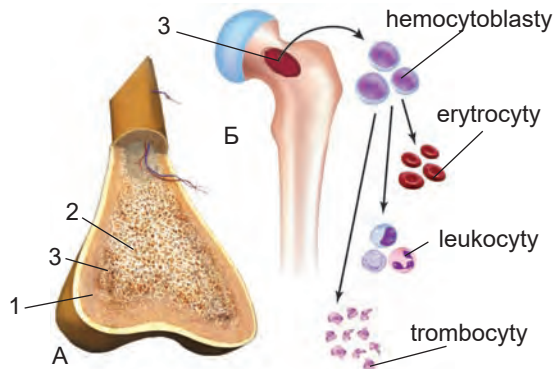
Ze względu na różną strukturę tkanki kostnej (sposób ułożenia blaszek kostnych) wyróżniamy istotę (kość) zbitą i istotę (kość) gąbczastą. W **sistocie zbitej** blaszki kostne są ułożone w sposób zwarty i uporządkowany. W **istocie gąbczastej** – w sposób mniej zwarty i mniej uporządkowany. Blaszkki kostne układają się w delikatne beleczki tworzące rodzaj siatki (ryc. 113). Połączenie w kościach istoty zbitej i gąbczastej zapewnia im wielką wytrzymałość przy ściskaniu i rozciąganiu.

Przestrzenie między beleczkami w istocie gąbczastej wypełnia **szpik kostny czerwony**, który jest miejscem tworzenia komórek krwi (ryc. 113, 3).

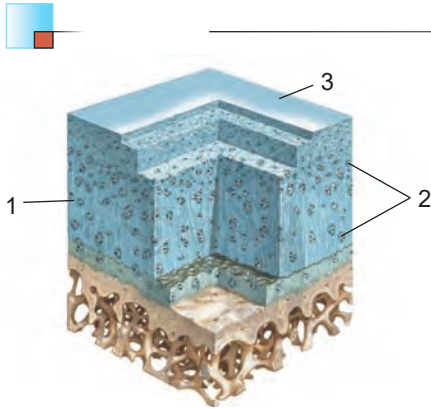
TO CIEKAWE! Blaszkki kostne zarówno w istocie zbitej, jak i w gąbczastej są rozmieszczone w kierunku sił rozciągania lub ściskania. Taka budowa zapewnia kościom wytrzymałość.



Ryc. 112. Budowa tkanki kostnej:
1. naczynia krwionośne; 2. osteon;
3. osteocyt



Ryc. 113. A. Zbita (1) i gąbczasta (2) istota kości; czerwony szpik kostny (3). B. Rola czerwonego szpiku kostnego w procesach tworzenia krwi



Ryc. 114. Budowa chrząstki: 1. chrząstowa tkankina; 2. chondrocyty; 3. ochrzęstia

Tkanka chrzęstna jest złożona z komórek i organicznej substancji międzykomórkowej, która decyduje o jej wytrzymałości i sprężystości (ryc. 114). Ona nie zawiera naczyń krwionośnych. Komórki chrzęstne – **chondrocyty** – mają okrągły lub owalny kształt, często wypustki; są zdolne do podziału. Chrzęstki są otoczone błoną – **ochrzęstną**, której komórki wydzielają białko- kolagen. Włókna kolagenowe tworzą zewnętrzną warstwę ochrzęstnej, w której rozmieszczone są naczynia krwionośne i nerwy. Kosztem ochrzęstnej jest możliwa regeneracja tkanki chrzęstnej.

Budowę tkanki kostnej i chrzęstnej poznamy, wykonując doświadczenie laboratoryjne.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Mikroskopowa budowa tkanki kostnej i chrzęstnej

Przyrządy i materiał biologiczny: mikroskopy, preparaty trwałe tkanki kostnej i chrzęstnej.

Przebieg pracy

1. Obejrzyj pod mikroskopem preparat trwały tkanki kostnej. Narysuj obraz preparatu, który zobaczyłeś. Zaznacz właściwości tkanki kostnej, które zapewniają pełnienie jej funkcji.
2. Obejrzyj pod mikroskopem preparat trwały tkanki chrzęstnej. Narysuj obraz preparatu, który zobaczyłeś. Zaznacz właściwości tkanki chrzęstnej, które zapewniają pełnienie jej funkcji.
3. Porównaj cechy budowy i funkcji tkanki kostnej i chrzęstnej.

Jaki jest skład chemiczny kości? Koście są złożone z substancji nieorganicznych i organicznych. Substancje organiczne, przede wszystkim białka (kolagen), nadają kościom giętkości i sprężystości. Upewnić się w tym można, wykonując proste doświadczenie. Jeżeli na 20–24 godz. położymy kość do 10% roztworu kwasu solnego, to substancje nieorganiczne stopniowo rozpuszczą się i pozostaną tylko substancje organiczne. Kość zrobi się tak giętka i rozciągliwa, że można z niej zawiązać węzeł (ryc. 115).

Związki nieorganiczne (przeważnie wapnia) nadają kościom twardości. Przy powolnym prażeniu kości na ogniu, substancje organiczne spalają się, a woda wyparowuje się. Nawet przy nieznacznym dotknięciu taka kość rozsypuje się na bardzo twarde i drobne cząsteczki.

Zdrowie człowieka. Z wiekiem proporcja substancji organicznych i nieorganicznych w kościach zmienia się. U dzieci w tkance kostnej jest więcej substancji organicznych. Ich kości są giętke i elastyczne, lecz przy nadmiernych fizycznych obciążeniach lub nieprzestrzeganiu zasad higieny (na przykład, w przypadku niepo-



Ryc. 115. Kość zwykła (1) i kość z usuniętymi substancjami nieorganicznymi (2)

prawnej postawy ciała podczas siedzenia) one mogą wykrzywiać się. Jednak dzieci rzadziej łamią kości niż dorośli. Z wiekiem w kościach wzrasta zawartość substancji nieorganicznych. Dlatego kości dorosłych ludzi stają mocniejsze, ale bardziej kruche, częściej łamią się, a złamane kości gorzej się zrastają.

TO CIEKAWE! Kości człowieka mogą wytrzymać obciążenie na jednostkę powierzchni 2,5 razy większe niż granit i prawie 30 razy większe niż cegła. Kość udowa człowieka, znajdująca się w położeniu pionowym, może wytrzymać nacisk 1,5 tony (ryc. 116). Pod względem twardości i sprężystości kości są podobne do betonu.



Ryc. 116. Wytrzymałość kości udowej

❁ Podstawowe terminy i pojęcia: osteon, osteocyty, chondrocyty, chrzęstna, kolagen, substancja gąbczasta i zbita.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Układ narządów ruchu człowieka składa się ze szkieletu wewnętrznego i mięśni szkieletowych działających jako jedna całość. Szkielet wykonuje funkcję podporową, ochronną i krwiotwórczą, bierze udział w przemianie substancji mineralnych.
- Do składu chemicznego kości wchodzi substancje nieorganiczne i organiczne. Substancje organiczne nadają kościom giętkość i sprężystość, a nieorganiczne – twardość. Tkanka kostna składa się z blaszek kostnych, które są utworzone z komórek i substancji międzykomórkowej. W tkance kostnej wyróżniamy istotę gąbczastą i istotę zbitą. Istota zbita zwykle rozmieszczona jest z zewnątrz, a gąbczasta – pod nią i zawiera czerwony szpik kostny.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie jest znaczenie układu narządów ruchu człowieka? 2. Jakie są szczegóły budowy tkanki kostnej? 3. Co nadaje kościom twardości i mocności? 4. Czym jest tkanka chrzęstna? 5. Jaki jest skład chemiczny kości? 6. Jaką rolę w kościach pełnią substancje organiczne i nieorganiczne? 7. Co to jest istota zbita i istota gąbczasta?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż tkanki, które są elementami składowymi układu szkieletowego człowieka: a) kostna i mięśniowa; b) chrzęstna i mięśniowa; c) kostna i chrzęstna; d) chrzęstna i włóknista zbita.
2. Wskaż nazwę komórek tkanki kostnej: a) chondrocyty; b) leukocyty; c) osteocyty; d) trombocyty.
3. Wskaż nazwę komórek tkanki chrzęstnej: a) chondrocyty; b) osteocyty; c) leukocyty; d) erytrocyty.
4. Wskaż element składowy kości, w którym znajduje się czerwony szpik kostny: a) okostna; b) istota zbita; c) istota gąbczasta; d) warstwy chrzęstne.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Znaczenie układu narządów ruchu.



ZASTANÓW SIĘ. Jakie cechy wspólne i różnice budowy, właściwości i funkcji gąbczastej i zbitej istoty kości?

§ 29. RODZAJE KOŚCI SZKIELETU CZŁOWIEKA I SPOSOBY ICH POŁĄCZEŃ

Przypomnij sobie szczegóły budowy tkanki kostnej.

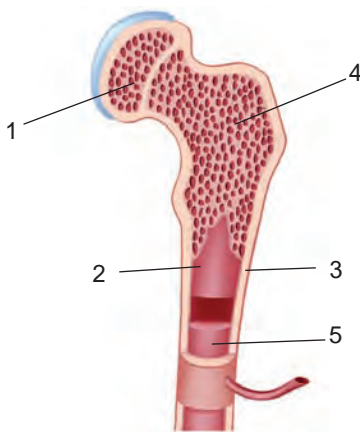
Jakie rodzaje kości są wyróżniane w szkielecie człowieka ze względu na ich kształt i pełnione funkcje? Szkielet dorosłego człowieka składa się z ponad 200 różnych kości. Tworzy sztywną część aparatu ruchowego. Ze względu na kształt, rozmiary i funkcje kości dzieli się na długie, krótkie, płaskie, różnokształtne i pneumatyczne.

Kości długie mają budowę rurkowatą (kość ramienna i udowa, kości przedramienia i podudzia) i wykonują funkcję dźwigni, która wprawia mięśnie w ruch. Środkowa część kości długiej nosi nazwę trzonu, końce zaś są nazywane nasadami (ryc. 117).

We wnętrzu nasad dominuje kość gąbczasta, w której pomiędzy beleczkami kostnymi znajduje się czerwony szpik kostny, a warstwa zbita jest bardzo delikatna. Trzony są utworzone przez kość zbitą, a w ich wnętrzu znajduje się jama szpikowa wypełniona *żółtym szpikiem kostnym* – bogatą w tłuszcz tkanką włóknistą wiotką. W określonych warunkach ten tłuszcz może być wykorzystywany jako źródło energii. Rurkowata budowa kości długich zapewnia im trwałość i lekkość.

W młodym wieku kości nie są całkowicie uwapniane. W pobliżu ich zakończeń znajdują się strefy tkanki chrzęstnej, bardziej miękkiej; nosi ona nazwę *chrząstki wzrostowej*, ponieważ począwszy od niej formuje się nowa tkanka kostna, której ilość określa przyrost kości na długość. Kiedy następuje wysycenie wapniem i kostnienie pomiędzy dwudziestym a dwudziestym piątym rokiem życia, przyrost kości zostaje zahamowany. Pod wpływem fizycznych obciążeń tkanka kostna jest zdolna do przebudowy. Im większe i dłuższe obciążenia fizyczne są na kości, tym aktywniej odnawia się w nich tkanka kostna i staje się mocniejsza.

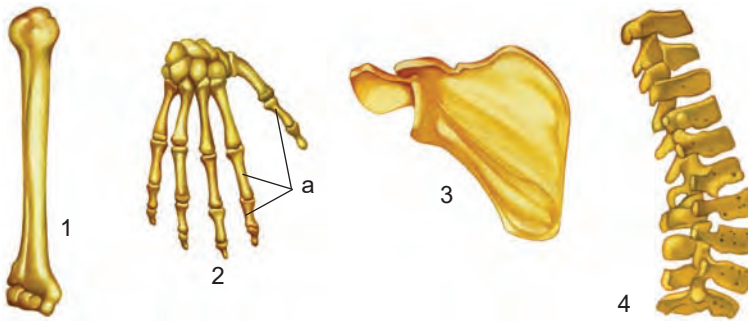
Powierzchnię kości, oprócz powierzchni stawowych, okrywa błona zwana **okostną**. Jest to cienka warstwa tkanki łącznej włóknistej zrosniętej z tkanką kostną. Okostna zawiera dużo naczyń krwionośnych, limfatycznych oraz zakończeń włókien nerwowych. Tu też znajdują się komórki kościotwórcze zdolne do podziału i tworzenia nowych komórek tkanki kostnej. Dzięki temu kość grubieje. W przypadku złamania te komórki aktywnie namnażają się i zapewniają zrastanie kości.



Ryc. 117. Budowa kości długiej:
1. nasada górna; 2. trzon;
3. okostna; 4. czerwony szpik kostny;
5. żółty szpik kostny

Kości krótkie przeważnie są złożone z tkanki kostnej gąbczastej okrytej cienką warstwą istoty zbitej. Do tego typu zaliczamy kości nadgarstka, stępu, kręgi itp. (ryc. 118, 4).

Kości płaskie są zbudowane przeważnie z istoty gąbczastej okrytej cienką warstwą istoty zbitej. Do tego typu należą kości sklepienia czaszki, łopatką, mostek (ryc. 118, 3) itp.



Ryc. 118. Różne rodzaje kości: 1, 2 (a). kości długie; 2. kości krótkie nadgarstka; 3. kość płaska; 4. kości krótkie, kręgi

Różnokształtne kości są złożone z części o różnym kształcie i budowie (na przykład kości części twarzowej czaszki). W osobną grupę wyodrębniamy **kości pneumatyczne**, które zawierają jamy wypełnione gazami, jak na przykład kość klinowa, sitowa, skroniowa.

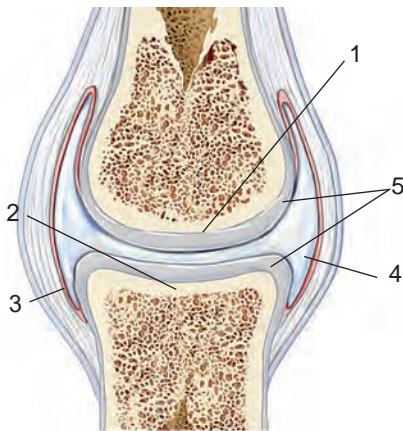
Jak rosną kości? U noworodków szkielet składa się przeważnie z chrząstki. Skostnienie chrząstki zachodzi w ciągu całego okresu rozwoju organizmu i kończy się w wieku 20–24 lat. Jak pamiętasz, na długość kości rosną kosztem podziału komórek tkanki chrzęstnej, rozmieszczonej na nasadach kości. Na grubość kości rosną dzięki rozmnażaniu się komórek wewnętrznej warstwy okostnej. W okresie rozwoju organizmu wzrost kości jest regulowany przez hormon wzrostu. Tkanka kostna odnawia się w ciągu całego życia człowieka.

Jak kości są połączone między sobą? Rozróżnia się dwa podstawowe typy połączeń kości: ścisłe i wolne. Przy *połączeniach wolnych* między kośćmi jest przestrzeń w postaci szczeliny. Takie połączenie umożliwia kościom zmienianie położenia względem siebie. Przy *połączeniach ścisłych* szczeliny między kośćmi nie ma i one nie mogą przemieszczać się względem siebie. Połączenia kości ścisłe pełnią ochronną lub podporową funkcję.

Jest kilka rodzajów połączenia ścisłego kości. Na przykład, znaczna większość kości czaszki połączona jest szwami piłowatymi w taki sposób, że zazębione krawędzie jednej kości pod względem kształtu i rozmiaru odpowiadają zagłębieniom na innej (jak klucz i zamek). Często połączenie zachodzi za pomocą odcinków chrząstki (połączenia półściśle kości). Tak są połączone między sobą kręgi (krążki międzykręgowe). Dzięki zdolności odcinków chrząstki do ściskania się i rozciągania zachodzi pewna ruchliwość kręgosłupa.

Połączenie wolne zapewnia kościom **staw** (ryc. 119). Pod względem budowy rozróżniają stawy proste i złożone. *Stawy proste* łączą dwie kości, *złożone* – trzy i więcej. Stawy są ruchomymi połączeniami kości, w których między ślizgającymi się po sobie powierzchniami stawowymi występuje szczelina w postaci jamy stawowej. Podstawowe elementy składowe stawu: powierzchnie stawowe; torebka stawowa, będąca osłoną łącznotkankową otaczającą staw i odgraniczającą go od otoczenia ; wypełniona cieczą jama stawowa. Do torebki stawowej są przymocowane więzadła i mięśnie, które ją wzmacniają.

Powierzchnie stawowe pokryte są szklistą chrząstką stawową ułatwiającą ruch, ponieważ ona zmniejsza tarcie przy przesuwaniu się jednej powierzchni



Ryc. 119. Budowa stawu: 1. główka stawowa; 2. panewka stawowa; 3. torebka stawowa; 4. jama stawowa; 5. chrząstka

stawowej kości względem drugiej. Powierzchnia stawowa jednej z kości wchodzącej do stawu jest wypukła – to *główka stawowa*. Inna kość ma powierzchnię wklęsłą stawową i nazywa się *panewką stawową*. Taka budowa powierzchni stawowych zapewnia szczelne przyleganie kości do siebie. Sprzyja temu także to, że jama stawowa jest hermetycznie izolowana i ciśnienie w niej jest mniejsze od atmosferycznego, wskutek czego główka jednej kości przyciska się do panewki innej.

Jama stawowa jest otoczona łącznotkankową torebką stawową, która ogarnia powierzchnie stawowe kości. Warstwa zewnętrzna torebki przechodzi w okostną, a wewnętrzna – zawiera komórki gruczołowe, które wydzielają do jamy stawowej ciecz, która nazywa się *mazią stawową*.

Maż stawowa pełni rolę smaru i zawiera substancje odżywcze dla komórek chrząstki stawowej.

✿ Podstawowe terminy i pojęcia: kości długie, krótkie, płaskie i różnokształtne; okostna, staw.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Kości bywają długie, krótkie, płaskie i różnokształtne. Kości długie składają się z nasad i trzonu, w którego środku jest jama wypełniona żółtym szpikiem kostnym; kości krótkie, płaskie i różnokształtne takiej jamy nie posiadają.
- Kości są okryte błoną łącznotkankową – okostną. Na długość kości długie rosną kostki tkanki chrzęstnej rozmieszczonej na nasadach kości, a na grubość – kostkami okostnej.
- Kości mogą być połączone przy pomocy chrząstki, szwów lub zrosnięte, a dlatego są to połączenia mało ruchome lub nieruchome. Natomiast stawy zapewniają te lub inne ruchy połączonych kości w określonych płaszczyznach.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie znasz rodzaje kości? 2. Jak są połączone między sobą kości w szkieletcie? 3. Jakie znasz połączenia kości ściste? 4. Jaka jest budowa stawów?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż strukturę, która bierze udział w grubieniu kości człowieka: a) okostna; b) istota zbita; c) istota gąbczasta; d) żółty szpik kostny.
2. Wskaż, dzięki czemu kości rosną na długość: a) okostna; b) ochrząstka; c) istota gąbczasta; d) tkanka chrzęstna rozmieszczonej na nasadach kości.
3. Wskaż rodzaj kości, do których należą kości ramienne i udowe: a) długie; b) krótkie; c) płaskie; d) różnokształtne.



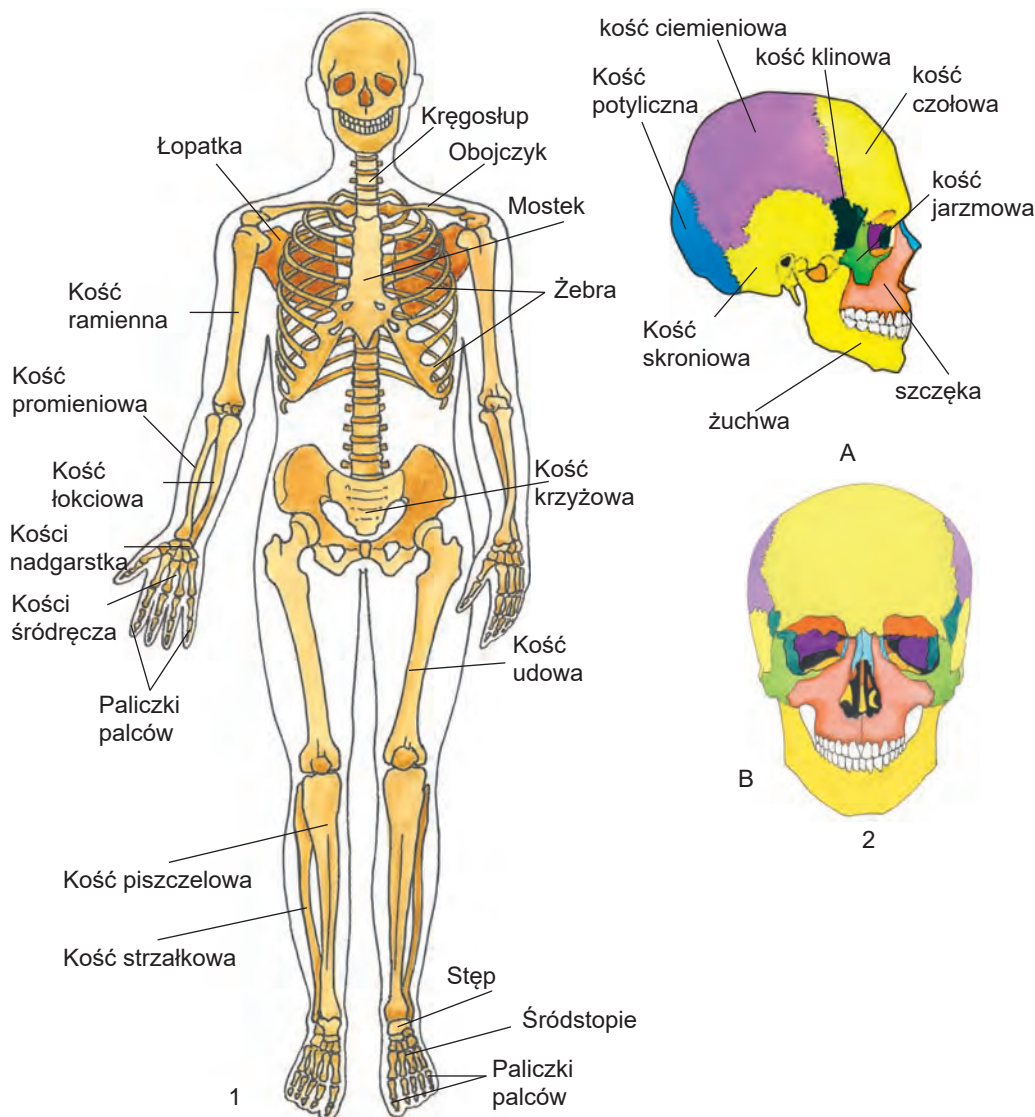
PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Uzasadnij powiązanie wzajemnej budowy zewnętrznej i wewnętrznej kości z ich funkcjami.

§ 30. BUDOWA SZKIELETU CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie szczegóły budowy szkieletu ssaków.

Szkielet człowieka, jak i szkielet ssaków dzieli się na szkielet osiowy i szkielet kończyn (ryc. 120). **Szkielet osiowy** z kolei składa się ze szkieletu głowy (czaszki), kręgosłupa i klatki piersiowej.

Z jakich kości jest złożony szkielet głowy? Szkielet głowy – to **czaszka** (ryc. 120, 2). W czaszce wyróżniamy dwie części: czaszkę mózgową (mózgoczaszkę) i czaszkę twarzową (trzewioczaszkę). W mózgoczaszce są rozmieszczone : mózg, narządy wzroku, słuchu i równowagi. Twarzoczaszka tworzy rusztowanie



Ryc. 120. Szkielet człowieka (ogólny widok). 2. Kości czaszki z boku (A) i od przodu (B).

Zadanie. Wyznacz kości części twarzowej czaszki



kostne aparatu oddechowego (górnych dróg oddechowych) i przewodu pokarmowego (jama nosowa i jama ustna). Obie części złożone są z poszczególnych kości połączonych między sobą nieruchomo, oprócz żuchwy.

W skład *czaszki mózgowej* wchodzi dwie parzyste i cztery nieparzyste kości połączone przy pomocy szwów (ryc. 120, 2 A). Tworzą one niezawodną ochronę mózgu. Podstawą czaszki jest kość potyliczna. Ona ma otwór wielki, który łączy jamę czaszki z kanałem kręgowym kręgosłupa. Przez otwór potyliczny przechodzi rdzeń kręgowy biegnący od mózgowia do wnętrza kręgosłupa. Kość potyliczna ma połączenie stawowe z kręgosłupem za pośrednictwem pierwszego kręgu szyjnego. Do innych kości części mózgowej czaszki należą: ciemieniowe, skroniowe, czołowa, klinowe i in.

Do kości *części twarzowej* należy sześć parzystych i trzy nieparzyste kości (ryc. 120, 2 B). Są to między innymi parzyste kości szczęki, jarzmowe, nosowe i in. Żuchwa – jedyna ruchoma kość czaszki. Szczeka i żuchwa mają otwory (zębodoły), w których są osadzone korzenie zębów.

Kości podstawy czaszki mają drobne otwory, przez które przechodzą naczynia krwionośne i nerwy czaszkowe.

Jaka jest budowa kręgosłupa? Kręgosłup człowieka ma S-podobny kształt (ryc. 121). On składa się z pięciu odcinków zawierających łącznie 33 lub 34 kręgi: szyjny – 7 kręgów, piersiowy – 12 kręgów, lędźwiowy – 5 kręgów, krzyżowy – 5 kręgów i ogonowy = guziczny – 4 lub 5 kręgów.

Każdy kręg składa się z *trzonu*, *łuku* i *wyrostków*. Między trzonami kręgów rozmieszczone są krążki międzykręgowe zbudowane z tkanki chrzęstnej. Te krążki, a także więzadła biorą udział w połączeniu sąsiednich kręgów między sobą. Takie połączenie zapewnia znaczną elastyczność kręgosłupa.

Pomiędzy trzonem kręgu a łukiem znajduje się otwór kręgowy. Otwory kolejnych kręgów tworzą kanał kręgowy, w którym umieszczony jest rdzeń kręgowy. Od łuku kręgu odchodzi 7 wyrostków: z nich cztery służą do łączenia kręgów między sobą, a



Ryc. 121. 1. Budowa kręgosłupa. 2. Budowa kręgu. 3. Połączenie kręgów między sobą.
Zadanie. Zaznacz różnice w budowie kręgów różnych odcinków kręgosłupa. Wytlumacz je



trzy – do przymocowania mięśni. Największy z tych wyrostków – *kolczysty*. On jest nieparzysty i skierowany do tyłu. Można go łatwo wyczuć, dotykając grzbietu w postaci pagórka.

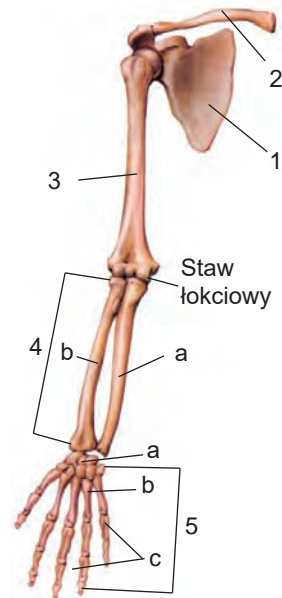
Rozmiary trzonów kręgów zwiększają się od odcinka szyjnego do krzyżowego. Związane to jest ze zwiększeniem obciążenia na kręgi znajdujące się niżej (ryc. 121, 2). Najmniejsze rozmiary mają siedem kręgów szyjnych. Nietypową budowę mają dwa pierwsze kręgi szyjne zapewniające ruch głowy. Pierwszy krąg szyjny nie ma trzonu. On składa się z dwóch łuków. Drugi krąg szyjny ma wyrostek podobny do zęba (wyrostek zębowy), który wchodzi do otworu między łukami pierwszego kręgu. Właśnie wokół tego wyrostka obraca się głowa.

TO CIEKAWIE! Pierwszy krąg szyjny nazwano atlasem. Nazwa jego wywodzi się od imienia mitycznego bohatera – Atlasa, który został ukarany przez bogów i musiał na swoich ramionach wiecznie podtrzymywać nieboskon. Ten krąg podobnie jak Atlas podtrzymuje naszą głowę.

Kręgi piersiowe (jest ich dwanaście) różnią się od reszty kręgów tym, że do nich ruchomo za pomocą chrząstek są przymocowane żebra. Kręgi piersiowe, żebra i mostek tworzą **klatkę piersiową** (ryc. 121, 1), która ogranicza jamę piersiową. Pierwszych siedem par żeber łączy się bezpośrednio z mostkiem za pomocą chrząstek (żebra prawdziwe). Następne trzy pary zrastają się chrząstkami z chrząstką żebra leżącego wyżej (żebra rzekome), pozostałe dwie pary (XI, XII) żeber nie zrastają się z mostkiem (żebra wolne). Takie połączenie kości klatki piersiowej umożliwia jej ruchy podczas oddychania. Klatka piersiowa chroni serce i płuca, a także częściowo wątrobę, śledzionę i żołądek.

TO CIEKAWIE! Pięć kręgów lędźwiowych ma największe wymiary. Pięć zrośniętych ze sobą kręgów krzyżowych tworzy kość krzyżową. Do bocznych części kości krzyżowej przymocowują się kości miednicy. Ostatnim odcinkiem kręgosłupa jest odcinek ogonowy – kość guziczna, złożony z 1–5 (najczęściej 4) zrośniętych ze sobą niewielkich kręgów. Ten odcinek kręgosłupa człowieka odpowiada odcinkowi ogonowemu większości ssaków.

Jaka jest budowa szkieletu kończyn? Szkielet kończyny górnej i dolnej składa się ze szkieletu pasów (odpowiednio barkowego i miednicowego) i szkieletu kończyny wolnej. **Pas barkowy** zbudowany jest z dwóch parzystych kości: łopatek i obojczyków (ryc. 122, 1, 2). Przy pomocy tych kości kończyny górne są połączone z tułowiem. *Łopatki* – to płaskie trójkątne kości, które są rozmieszczone w tylnej części klatki piersiowej. One są połączone z obojczykami i kością ramienną. Kość ramienna i łopatka tworzą staw *ramienny*. Obojczyk, oprócz połączenia z łopatką, swoją drugą stroną łączy się z mostkiem. Dzięki temu obojczyk utrzymuje staw ramienny na odpowiedniej odległości od klatki piersiowej, zapewniając w ten sposób znaczną swobodę ruchu kończyn górnych.



Ryc. 122. Pas barkowy: 1. łopatka; 2. obojczyk. Szkielet górnej kończyny wolnej: 3. kość ramienna; 4. kości przedramienia (a – łokciowa, b – promieniowa); 5. ręka (a – nadgarstek, b – śródręcze, c – paliczki palców). **Zadanie.** Znajdź na rycinie staw ramienny.

Wymień kości, które on łączy



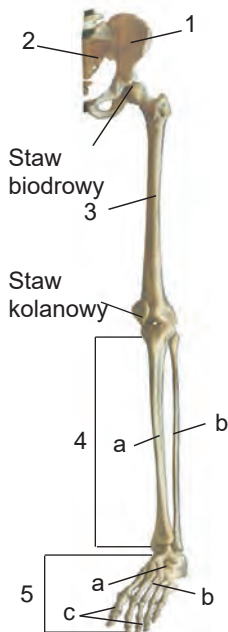
Złamanie obojczyka prowadzi do tego, że staw ramienny zostaje przyciśniętym do klatki piersiowej, wskutek czego ruchy górnej kończyny stają się ograniczone i bolesne.

Szkielet wolnej kończyny górnej (ryc. 122) składa się z trzech części: ramienia, przedramienia i ręki. Ramię tworzy kość ramienna, która w górnej części łączy się z łopatką, a w dolnej – z kośćmi przedramienia, tworząc staw łokciowy. Do składu przedramienia wchodzi dwie kości: łokciowa i promieniowa.

W ręce wyróżnia się trzy części: nadgarstek, śródreczę i kości palców (ryc. 122). **Nadgarstek** utworzony jest z ośmiu krótkich kosteczek ułożonych w dwóch szeregach. One są połączone między sobą oraz z kośćmi przedramienia i śródreczę. Pięć długich kości śródreczę łączy się ruchomo z kośćmi palców. Każdy palec ma swoją nazwę: **kciuk**, **wskazujący**, **serdeczny**, **mały**. Kciuk ma dwie kości i jest ustawiony przeciwstawnie do innych palców. Pozostałe palce są złożone z trzech kości zwanych **paliczkami**. Taka budowa ręki zapewnia jej wykonywanie najdokładniejszych ruchów.

TO CIEKAWIE! Ręka człowieka jest unikalnym narządem. Przy pomocy ręki, która urzeczywistnia wszystko, co rodzi myśl, człowiek sam stwarza swój świat. Duże miasta, sztuczne morza, statki kosmiczne – wszystko to dzieła stworzone rękami człowieka.

Pas miednicowy tworzą dwie masywne kości miednicze, które od przodu są połączone między sobą spojeniem łonowym, a z tyłu – zrosnięte z odcinkiem krzyżowym kręgosłupa. U dzieci miednica składa się z trzech parzystych kości (łonowej, kulszowej i biodrowej) połączonych między sobą chrząstką (ryc. 123). Po 16 latach one zrastają się w jedną – miedniczą. Na każdej kości miedniczej, po stronie zewnętrznej jest panewka stawu biodrowego, do której wchodzi głowa kości udowej, tworząc staw biodrowy.



Dzięki temu ona przenosi masę ciała na kończyny dolne, zapewniając oporę i ruch. Oprócz tego kości miednicy chronią i podtrzymują narządy wewnętrzne jamy brzusznej.

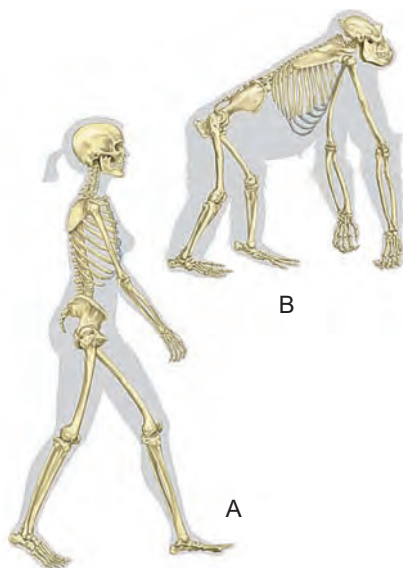
W szkielecie kończyny dolnej wolnej wyróżniamy udo, goleń i stopę. **Udo** jest utworzone przez najdłuższą kość szkieletu człowieka – **kość udową** (jej długość stanowi około 25% długości ciała). Górna główka kości udowej łączy się z kośćmi miednicy, tworząc staw biodrowy, a część dolna – staw kolano- wy z rzepką (specjalna kosteczka krótka) i kością piszczelową. Goleń składa się z dwóch kości: **piszczelowej** i **strzałkowej**. Ona tworzą staw **skokowo-goleniowy** z kośćmi stopy.

Stopa pełni funkcję podporową przy staniu i chodzeniu. W jej skład wchodzi **kości stępu**, **śródstopia** i **palców**.

Ryc. 123. Pas miednicowy: 1. kość miednicza; 2. kość krzyżowa. Szkielet kończyny dolnej wolnej: 3. kość udowa; 4. goleń (a – kość piszczelowa, b – kość strzałkowa); 5. stopa (a – stęp, b – śródstopie, c – paliczki palców). **Zadanie.** Znajdź na rycinie staw skokowo-gole



Jakie są różnice w budowie szkieletu człowieka i ssaków? CWśród ssaków najbardziej podobny do szkieletu człowieka jest szkielet małpy człekokształtnej (ryc. 124). Jednak czaszka człowieka ma większą objętość, a część twarzowa nie wystaje do przodu jak u małp człekokształtnych. Wielka wewnętrzna objętość czaszki człowieka jest uwarunkowana znacznym rozwojem mózgowia. Pod względem masy ono znacznie przewyższa mózgowie małp człekokształtnych. Wygładzona twarzowa część czaszki człowieka jest uwarunkowana mniej rozwiniętymi w porównaniu z małpami człekokształtnymi szczękami. To jest związane z tym, że w procesie rozwoju historycznego człowiek przeszedł od spożywania grubego surowego pokarmu do spożywania pokarmu poddanego obróbce kulinarnej. Kręgosłup człowieka nie jest prosty tak, jak u małp, a ma cztery łagodne wygięcia w postaci literki S (taki kształt sprzyja łagodzeniu wstrząsów ciała przy chodzeniu lub skokach). Oprócz tego wygięcia kręgosłupa pomagają w podtrzymywaniu równowagi przy chodzeniu w pozycji wyprostowanej.



Ryc. 124. Porównanie szkieletu człowieka (A) i małpy człekokształtnej (B). **Zadanie.** Wytłumacz, czym są uwarukowane różnice w budowie szkieletu człowieka i małpy

U małp klatka piersiowa jest ściśnięta po bokach i skierowana do przodu. U człowieka – ma kształt ściętego stożka spłaszczonego od przodu ku tyłowi. Taki kształt zwiększa objętość klatki piersiowej i pozwala lepiej zachowywać równowagę ciała przy chodzeniu. Górne kończyny człowieka są nieco skrócone w porównaniu z kończynami małp. One są uwolnione od funkcji podporowej przy poruszaniu się i przeważnie są wykorzystywane do pracy. W związku z chodzeniem w pozycji wyprostowanej całe obciążenie ciała jest skierowane na dolne kończyny. Dlatego człowiek w porównaniu z małpami ma mocniejsze kości miednicy. Miednica człowieka jest dość szeroka i ma wygląd czaszy służącej podporą dla narządów wewnętrznych.

Dostatecznie masywne są też kości kończyn dolnych. Oprócz tego zgrubiał pierwszy palec u nogi (paluch) nie jest przeciwstawiony innym palcom, jak u małp. To nie tylko pomaga zachowaniu pozycji pionowej, lecz umożliwia szybsze bieganie. Wysklepiony kształt stopy człowieka zmniejsza wstrząsy przy bieganiu i skokach, obniża zmęczenie przy długotrwałym poruszaniu się.

❁ Podstawowe terminy i pojęcia: czaszka, kręgosłup, klatka piersiowa, szkielet kończyn i ich pasów.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Szkielet człowieka składa się z następujących odcinków: szkieletu głowy (czaszka), tułowia (kręgosłup i klatka piersiowa), kończyn (szkielet kończyn wolnych i ich pasów). Czaszka ma odcinek twarzowy i mózgowy. Wszystkie kości czaszki, oprócz żuchwy, są połączone nieruchomo. Kręgosłup składa się z odcinka szyjnego, piersiowego, lędźwiowego, krzyżowego i guziczego. Klatka piersiowa zbudowana jest z mostka, dwunastu par żeber i kręgów piersiowych. Szkielet kończyn górnych – to kości pasu barkowego (łopatki i obojczyki) i szkielet kończyn górnych wolnych (kości



ramienia, przedramienia i ręki). Szkielet kończyn dolnych – to kości miednicy i szkielet kończyny dolnej wolnej (kości uda, goleni i stopy).

● Pionowa pozycja ciała, wygięcia kręgosłupa, wysklepienie stopy, położenie jej palucha, spłaszczony kształt klatki piersiowej i szczególnie budowa ręki człowieka – to podstawowe różnice jego szkieletu w porównaniu ze szkieletem małp człekokształtnych.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Na jakie odcinki dzielimy szkielet człowieka? Z jakich kości one są złożone?
2. Jaka jest budowa kręgosłupa i jakie jest jego znaczenie? 3. Z jakich kości utworzona jest klatka piersiowa? Jakie są jej funkcje? 4. Jakie są cechy budowy pasa barkowego? 5. Z jakich kości składa się szkielet kończyny górnej wolnej? 6. Jaka jest budowa kości miednicy? Jakie są ich funkcje? 7. Jakie są cechy budowy szkieletu kończyny dolnej wolnej?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż szereg kości, które wchodzi w skład klatki piersiowej: a) żebra, mostek, kręgi piersiowe; b) obojczyk, żebra, mostek; c) obojczyk, mostek, kręgi piersiowe; d) mostek, kręgi piersiowe, łopatka.
2. Na czym polega różnica w budowie szkieletu człowieka i małpy człekokształtnej: a) wysklepieniu stopy; b) ilości paliczków palców; c) ilości kręgów szyjnych; d) rozmieszczeniu kciuka?

Utwórz logiczne pary

Ustal odpowiedniość pomiędzy kośćmi i stawami, które one tworzą.

- | | |
|--------------------|--|
| 1. Staw ramieniowy | A. Kość miednicowa i kość udowa |
| 2. Staw łokciowy | B. Kość udowa oraz kość piszczelowa i strzałkowa |
| 3. Staw biodrowy | C. Łopatka i kość ramienna |
| 4. Staw kolanowy | D. Kość ramienna oraz kość łokciowa i promieniowa |



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj charakterystykę funkcji różnych odcinków szkieletu człowieka.



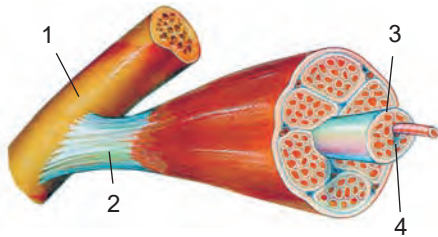
ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego stopa człowieka ma wysklepienie i jakie to ma znaczenie?

§ 31. BUDOWA I FUNKCJE MIĘŚNI SZKIELETOWYCH

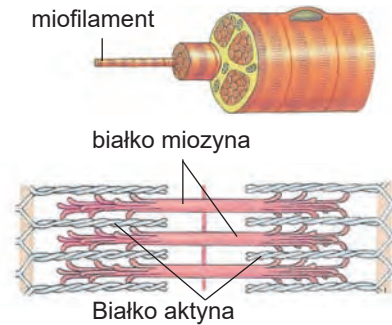
Przypomnij sobie sobie rodzaje tkanki mięśniowej i ich właściwości. Co to jest przepona? Jakie są jej funkcje?

Tkanka kostna razem z tkanką chrzęstną tworzą tylko rusztowanie ciała – szkielet, który samodzielnie poruszać się nie może. Ruchy całego ciała (bieganie, chodzenie, skakanie) lub poszczególnych jego części (na przykład ruchy palców) zapewniają skurcze i rozkurcze mięśni szkieletowych. Oprócz tego te mięśnie utrzymują określone położenie ciała, jego postawę (na przykład podczas siedzenia lub stania).

Jakie są cechy budowy mięśni szkieletowych? Wiesz już, że mięśnie szkieletowe należą do mięśni poprzecznie prążkowanych. Mięsień szkieletowy jest utworzony z grupy wydłużonych komórek mięśniowych – włókien, zebranych



Ryc. 125. Ogólna budowa mięśnia szkieletowego:
1. kość; 2. ścięgno; 3. błona łącznotkankowa
włókna mięśniowego; 4. włókno mięśniowe



Ryc. 126. Budowa schematyczna
włókna mięśniowego

w pęczki i połączonych ze sobą warstwami tkanki łącznej (ryc. 125). Warstwy łącznotkankowe na końcach mięśni przechodzą w ścięgno mięśnia, za którego pomocą mięsień przyczepia się do kości. Z góry każdy mięsień jest okryty błoną łącznotkankową – **omięsną**. Omięsne oddzielają jeden mięsień od drugiego, co umożliwia ich niezależne skurcze.

Mięsień zbudowany jest z *brzuśca* i ze *ścięgna* utworzonego z tkanki łącznej. Na ogół ścięgna znajdują się na obu końcach mięśnia i łączą go ze szkieletem.

Część kurczliwa mięśnia jest złożona z tysięcy wydłużonych cylindrycznych komórek rozmieszczonych równolegle względem siebie – **włókien mięśniowych** (ryc. 125). Każde włókno mięśniowe – to wydłużona wielojądrowa komórka otoczona błoną łącznotkankową. Podstawową objętość komórek mięśniowych stanowią elementy kurczliwe – **miofibryle**. One są złożone z dużej ilości jednakowych wzdłużnych segmentów oddzielonych od siebie błonami. W każdym segmencie w sposób uporządkowany są rozmieszczone cienkie i grube nici. Cienkie nici składają się z kurczliwego białka *aktyny*, a grube – z kurczliwego białka *miozyny* (ryc. 126). Odcinki nakładania się nici aktynowych i miozynowych pod mikroskopem świetlnym wyglądają jak ciemne smugi. Pomiedzy nimi są rozmieszczone odcinki jaśniejsze, w których znajduje się tylko białko miozyna. Odcinki sąsiednich segmentów, które zawierają tylko nici aktynowe, też są jasne. Ciemne i jasne smugi w miofibrylach występują naprzemiennie, co warunkuje prążkowanie mięśni szkieletowych.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Mikroskopowa budowa mięśni szkieletowych

Przyrządy i materiał biologiczny: mikroskopy, preparaty trwałe tkanek mięśniowych: poprzecznie prążkowanych (szkieletowej i serca) i gładkiej.

1. Obejrzyj pod mikroskopem preparat trwały tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej i gładkiej. Porównaj to, co zobaczyłeś.

2. Zaznacz cechy budowy tkanki mięśniowej szkieletowej, które zapewniają jej wykonanie funkcji.

Układ krwionośny dostarcza mięśniom szkieletowym substancje odżywcze i tlen, które są wykorzystywane do produkcji energii niezbędnej do ich pracy. Skurczom mięśniowym towarzyszy wydzielanie znacznej ilości ciepła. To jest ważne dla podtrzymywania normalnej temperatury ciała. Końcowe produkty przemiany materii wyprowadzają się z mięśnia również przy udziale układu krwionośnego. Otóż



w mięśniach zachodzi intensywne przemiana materii i przekształcenie energii.

Jakie wyróżniamy podstawowe grupy mięśni? Pod względem kształtu mięśnie szkieletowe dzielą się na długie, krótkie i szerokie. **Mięśnie długie** są rozmieszczone przeważnie na kończynach. Mają one wrzecionowaty kształt i posiadają 2–4 końce. Pomiędzy poszczególnymi żebrami, kręgami lub w głębszych warstwach koło kręgosłupa rozmieszczone są **mięśnie krótkie**. **Mięśnie szerokie** znajdują się przeważnie na tułowiu i mają kształt warstw o różnej grubości (mięśnie brzucha, przepony i in.).

Najczęściej mięśnie dzielimy pod względem czynności, które one wykonują. Mięśnie zginające kończynę w stawie nazywane są **zginaczami** (np. mięsień dwugłowy ramienia), a te, które je rozginają – **prostownikami** (mięsień trójgłowy ramienia i in.). Mięśnie, które zbliżają kończynę do linii środkowej ciała, nazywają się **przywodzicielami** (np. duży mięsień przywodziciel kończyny dolnej); te, które oddalają – **odwodzicielami** (niektóre mięśnie ręki i stopy). Mięśnie, które współdziałają w wykonywaniu tego samego rodzaju ruchu w określonym stawie, nazywają się **synergistami**, a mięśnie grupy przeciwstawnej – **antagonistami**. Na przykład mięśnie, które wspólnie zginają przedramię, są synergistami; natomiast te, które je wyprostowują – ich antagonistami.

Zgodnie z podziałem topograficznym (rozmieszczenie) mięśnie szkieletowe dzielimy na mięśnie głowy, szyi, tułowia (klatki piersiowej, brzucha, grzbietu), kończyny górnej oraz kończyny dolnej. **Mięśnie głowy** człowieka pod względem pełnionych funkcji dzielą się na mimiczne i żwacze. **Mięśnie mimiczne** – to cienkie pęczki włókien mięśniowych, które są przymocowane jednym swoim końcem do kości czaszki, a drugim – do skóry twarzy. Niektóre z nich, na przykład określone mięśnie ust i oczu, są przymocowane tylko do skóry. Powtarzające się skurcze mięśni mimicznych powodują powstawanie fałdów skórnych na różnych odcinkach twarzy, nadają pewnego kształtu ustom, nozdrzom, brwiom, powiekom. W związku z tym powstaje określony wyraz twarzy – **mimika**. Oprócz tego mięśnie współuczestniczą w wytwarzaniu dźwięków.

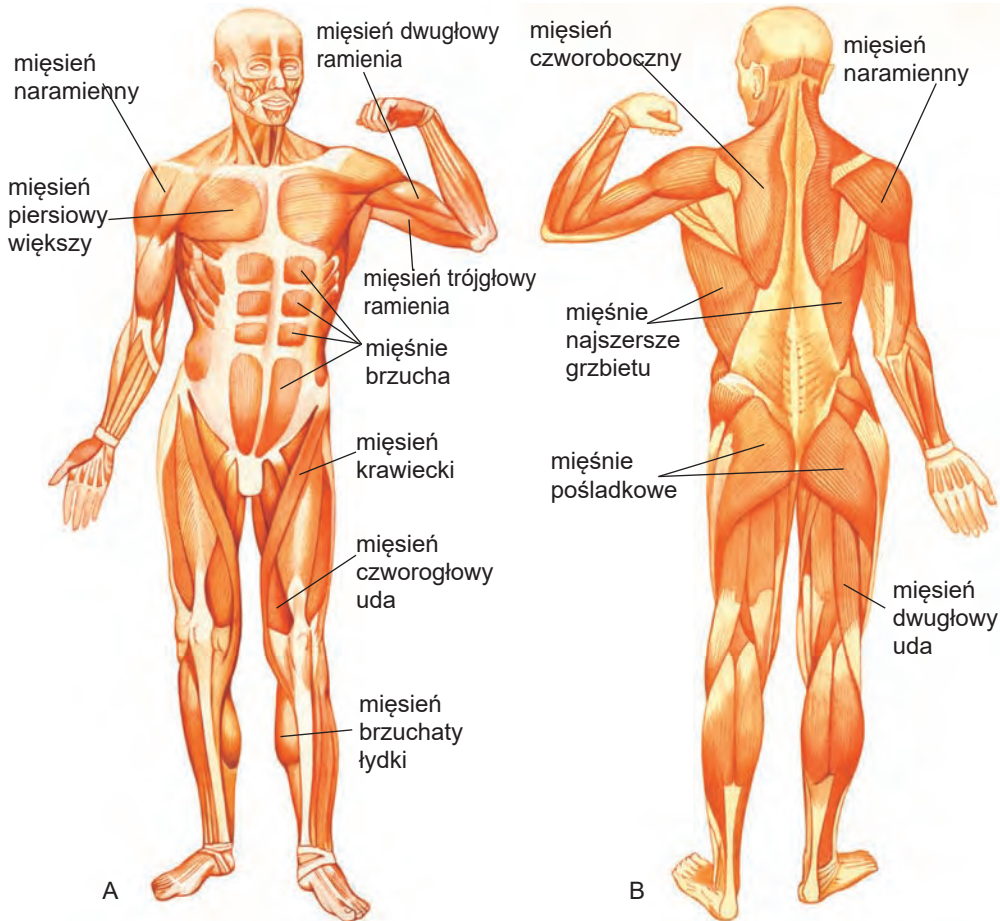
Żwacze zapewniają różnorodne ruchy żuchwy podczas żucia, połykania pokarmu, mówienia.

Mięśnie szyi zapewniają ruch głowy (powracają, zginają i in.) i szyi.

Do **mięśni tułowia** zaliczamy mięśnie klatki piersiowej, grzbietu i brzucha (ryc. 127). **Mięśnie klatki piersiowej** dzielą się na mięśnie, które jednym końcem są przymocowane do klatki piersiowej, a drugim – do kości pasu barkowego i kończyn górnych oraz właściwie mięśnie piersiowe. Pierwsza grupa mięśni porusza kości pasa barkowego i kończyny górnej wolnej (mięsień piersiowy większy i mięsień piersiowy mniejszy). Druga grupa (mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne i wewnętrzne) zapewnia ruchy oddechowe. W ruchach oddechowych, jak już wiesz, bierze też udział przepona oddzielająca jamę piersiową od jamy brzusznej.

Mięśnie brzucha tworzą ścianę jamy brzusznej. Całokształt mięśni ścian brzucha nazywa się tłocznią brzucha (przy jednoczesnym ich skurczu one cisną na narządy jamy brzusznej). One też zapewniają zginanie tułowia do przodu i w boki. Te mięśnie swoimi skurczami podtrzymują określone ciśnienie w jamie brzusznej, co umożliwia podtrzymywanie narządów w stałym położeniu.

Mięśnie grzbietu dzielą się na powierzchniowe (mięsień czworoboczny, mięsień najszerszy grzbietu) i głębokie (ryc. 127). Mięśnie powierzchniowe zapewniają ruchy łopatk i częściowo rąk, a przy nieruchomym pasie barkowym – ruchy głowy,



Ryc. 127. Mięśnie szkieletowe człowieka: A – wygląd od przodu; B – wygląd od tyłu

a także biorą udział w ruchach oddechowych. Mięśnie głębokie grzbietu są rozmieszczone po obydwie strony kręgosłupa i rozginają go, podtrzymując ciało w pozycji pionowej.

Do mięśni kończyny górnej i dolnej zaliczamy mięśnie określonego pasa i mięśnie kończyny wolnej. Największym mięśniem pasa barkowego jest mięsień naramienny, który podnosi rękę do poziomego położenia. *Mięśnie kończyny górnej* wolnej są podzielone na mięśnie ramienia, przedramienia i ręki. Każda z tych grup dzieli się na grupę przednią i tylną: wszystkie mięśnie przedniej grupy są zginaczami, a tylnej – prostownikami. Największym mięśniem przedniej grupy jest mięsień dwugłowy, a tylnej – trójgłowy.

Największymi mięśniami *pasa barkowego* są mięśnie pośladkowe, które razem z innymi mięśniami tej grupy wyprostowują schylony do przodu tułów i zapewniają ruchy uda (ryc. 127). *Mięśnie kończyny dolnej* są podzielone na mięśnie uda, goleni i stopy. Wśród nich są zginacze i prostowniki, które zapewniają odpowiednie ruchy kończyn dolnych. Na przedniej powierzchni uda znajduje się największy pod względem masy wśród wszystkich mięśni człowieka mięsień czworogłowy uda, który prostuje nogę w stawie kolanowym. Na tylnej powierzchni



uda rozmieszczony jest mięsień dwugłowy. Najdłuższy u człowieka jest mięsień krawiecki rozmieszczony na udzie od przodu. On zgina nogę w stawie biodrowym i kolanowym. Ten mięsień wraz z innymi bierze udział w prostowaniu tułowia i zapewnia ruchy goleni. Na goleni wyodrębniamy przednią, tylną i boczną grupę mięśni. Do grupy przedniej zaliczamy: mięsień piszczelowy przedni (prostuje stopę) oraz mięśnie – prostowniki palców. Największym mięśniem tylnej grupy jest mięsień brzuchaty łydki, który zgina stopę.

TO CIEKAWIE! W ciele człowieka nalicza się 639 mięśni. One stanowią prawie 44% masy ciała.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: omięsna, miofibryle, miozyna, aktyna.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Kurczenie się mięśni szkieletowych zapewnia ruch całego ciała lub poszczególnych jego części, a także utrzymywanie postawy ciała. Mięsień szkieletowy jest złożony z części kurczliwej i nieruchomej. Ze względu na kształt rozróżniamy mięśnie szkieletowe długie, krótkie i szerokie.
- Mięśnie, które współdziałają w wykonywaniu tego samego rodzaju ruchu w określonym stawie, nazywają się synergistami, a mięśnie przeciwstawnej grupy – antagonistami.
- Ze względu na rozmieszczenie mięśni człowieka dzielimy na: mięśnie głowy, szyi, tułowia (klatki piersiowej, brzucha, grzbietu), kończyny górnej i dolnej.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jaka jest budowa mięśni szkieletowych? 2. Jakie funkcje pełnią mięśnie szkieletowe w organizmie człowieka? 3. Na jakie grupy pod względem kształtu są podzielone mięśnie szkieletowe? 4. Na jakie grupy pod względem pełnionych funkcji są podzielone mięśnie szkieletowe? Co to są mięśnie synergistyczne i antagonistyczne? 5. Jakie znasz grupy mięśni ciała człowieka ze względu na ich rozmieszczenie?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż białka, które są elementem kurczliwym włókien mięśniowych: a) aktyna, miozyna; b) hemoglobina, mioglobina; c) miozyna, kolagen; d) kolagen, hemoglobina.
2. Wskaż podstawowe części mięśnia szkieletowego człowieka: a) ścięgna, brzusiec; b) początek, środek, koniec; c) ścięgna, ciało; d) początek, koniec, brzusiec.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Scharakteryzuj powiązanie funkcjonalne kości i mięśni na przykładzie pasa kończyn górnych.



ZASTANÓW SIĘ. Jakie istnieje powiązanie pomiędzy kształtem mięśni szkieletowych i funkcjami, które one pełnią?



TWÓRCZE ZADANIE. Ułóż tabelę „Stawy i mięśnie, które zapewniają ich ruch”.

§ 32. PRACA MIĘŚNI I PRZYCZYNY ICH ZMĘCZENIA

Przypomnij sobie, jakie białka wchodzą w skład mięśni. Jakie są funkcje tych białek? Dlaczego mięśnie poprzecznie prążkowane mają taką nazwę? Co to jest siła i jak ją mierzywo? Jakie są funkcje ATP w komórce?



Co to jest siła i praca mięśni? Do właściwości mięśni szkieletowych zaliczamy: siłę, napięcie, wytrzymałość, tonus, pracę. Wiesz już, że skurczom mięśni towarzyszy wydzielanie znacznej ilości ciepła, niezbędnego do podtrzymywania stałej temperatury ciała.

Kurcząc się, mięsień grubieje i wykonuje określoną pracę. Mięsień może znacznie skracać się, rozwijając nieduże napięcie lub znaczne napięcie przy niedużym skurczu. **Napięciem** nazywa się stan mięśnia szkieletowego, przy którym on w ciągu długiego czasu może stale utrzymywać stan skurczu.

ZAPAMIĘTAJ! Wielkość wykonywanej mięśniem pracy mechanicznej jest równa iloczynowi masy ciężaru i odległości, na którą dana siła przemieści ciężar. Jeżeli mięsień kurczy się bez ciężaru albo wysokość podnoszenia lub odległość przemieszczenia dorównuje 0, to wielkość wykonanej pracy będzie równa 0.

Wielkość pracy mięśnia zależy od jego siły. **Siła mięśnia** charakteryzuje się wielkością maksymalnego napięcia, które może rozwinąć mięsień przy pobudzeniu. Ona jest oceniana albo na podstawie maksymalnego ciężaru, który mięsień może podnieść, albo na podstawie maksymalnego napięcia, które on może rozwinąć.

Poszczególne włókno mięśniowe zdolne jest do rozwijania napięcia 100–200 mg. Biorąc pod uwagę fakt, że ogólna ilość włókien mięśniowych w ciele człowieka wynosi około 15–30 mln, one mogłyby przy jednoczesnej skierowanej pracy rozwinąć napięcie 20–30 t. Wiadomo, że im większy jest poprzeczny przekrój mięśnia, tym większą siłę on może rozwijać. Grubość włókien mięśniowych podczas treningu może się zwiększać wskutek zwiększenia w nich ilości białek kurczliwych. Przy tym ilość włókien mięśniowych w każdym mięśniu zostaje niezmienna.

Zdrowie człowieka. Każdy młody człowiek pod warunkiem odpowiedniego treningu może osiągnąć znacznego rozwoju mięśni szkieletowych. Uprawianie sportów siłowych należy rozpoczynać nie wcześniej niż w wieku 14–15 lat.

Pracę mięśni szkieletowych dzielimy na statyczną i dynamiczną (ryc. 128). **Praca statyczna** mięśni związana jest z tym, że one przez pewien okres czasu przebywają w napięciu. Dzięki pracy statycznej mięśni szkieletowych w pewnym położeniu utrzymują się kończyny lub ciężar, zachowuje się odpowiednie położenie ciała w przestrzeni, pokonuje się siła ciężkości Ziemi i in.



Ryc. 128. Przykład statycznej (1) i dynamicznej (2) pracy mięśni



Praca dynamiczna zapewnia ruchy ciała lub poszczególnych jego części. Ona jest związana z okresową przemiennością skurczów i rozkurczów mięśni. Prędkość skurczów mięśni zależy od częstotliwości nadchodzenia impulsów nerwowych, a także od budowy i właściwości mięśni.

Wszystkie mięśnie szkieletowe stale znajdują się w stanie częściowego skurczu – **tonusu mięśniowego**. On jest podtrzymywany kosztem ciągłych potoków impulsów nerwowych, które nadchodzą od rdzenia kręgowego.

Zdrowie człowieka. Dzięki tonusowi mięśni zachowuje się postawa ciała i narządy wewnętrzne utrzymują się w określonym położeniu. Obniżenie tonusu mięśni ujemnie wpływa na czynność całego organizmu. Przyczynami obniżenia tonusu mięśni mogą być negatywne emocje, zakłócenie reżimu dnia, szczególnie niedosypianie, przemęczenie, niedostateczna ilość witamin. Dlatego podtrzymuj tonus swoich mięśni za pomocą ciągłych dozowanych obciążeń fizycznych, dotrzymywania reżimu pracy i aktywnego odpoczynku.

Co to jest wytrzymałość i zmęczenie mięśni? Wytrzymałość mięśni – to ich zdolność do podtrzymywania w ciągu długiego czasu zadanego tempa pracy. Im większa jest wytrzymałość mięśni, tym później następuje ich zmęczenie. **Zmęczenie mięśni** – to tymczasowe obniżenie lub utrata ich zdolności do pracy powstające wskutek nadmiernej aktywności. Przy zwiększeniu masy ciężaru praca mechaniczna, którą wykonuje mięsień, wzrasta. Lecz przy nadmiernym obciążeniu objętość wykonywanej pracy prędko zmniejsza się i w końcu wielkość pracy dorównuje zeru. Przy tym mięsień nawet przy maksymalnym swym napięciu nie jest zdolny do podniesienia ciężaru.

ZAPAMIĘTAJ! Na zmęczenie mięśni wywiera wpływ również rytm ich skurczów: zbyt powolne lub bardzo szybkie skurcze obniżają wytrzymałość prędkiej niż skurcze o średniej szybkości (optymalne). Przy optymalnym obciążeniu i rytmie skurczów mięśni zmęczenie następuje później, dlatego że pomiędzy skurczami zdolność mięśni do pracy częściowo odnawia się.

Rosyjski fizjolog I. Siczonow swoimi badaniami ustalił, że przy aktywnym odpoczynku zdolność do pracy zmęczonego mięśnia odnawia się prędkiej, niż w warunkach odpoczynku pasywnego. Tłumaczy się to tym, że kiedy pewna grupy mięśni pracuje, to przyspiesza się krwiobieg i przemiana substancji. Dlatego przyspiesza się utlenienie i wydalanie z mięśni, które odpoczywają, resztek produktów przemiany materii. Równocześnie krew prędkiej dostarcza tym mięśniom substancje odżywcze i tlen.

Zdrowie człowieka. Zbyt długotrwała lub intensywna praca może doprowadzić do przemęczenia, ponieważ wyczerpują się rezerwy energetyczne komórek mięśniowych. Żeby zapobiec przemęczeniu, należy unikać nadmiernego wysiłku bez odpowiedniego przygotowania fizycznego. Stosowanie wysiłku fizycznego naprzemiennie z odpoczynkiem jest jednym z sposobów utrzymywania wysokiej zdolności do pracy i zapobiegania przemęczeniu.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Rozwój zmęczenia podczas obciążeń statycznych i dynamicznych

Przyrządy: hantle, sekundomierz, zegarek.

Zadanie 1. Wyznaczyć zmęczenie podczas obciążenia statycznego.

1. Weź do rąk hantle o masie 1 kg. Rozłóż ręce na boki, podnieś do poziomu ramion i trzymaj w takim położeniu tyle czasu, ile wystarczy ci sił.
2. Zaznacz czas stracony na wykonanie pracy statycznej.



Zadanie 2. Wyznaczyć zmęczenie podczas obciążenia dynamicznego.

1. Weź do rąk takie same hantle, a potem rytmicznie podnoś je i opuszczaj, dopóki nie odczujesz zmęczenia.
2. Zaznacz czas stracony na wykonanie pracy dynamicznej.
3. Powtórz ćwiczenie z hantlami w przyspieszonym tempie, aż do odczucia zmęczenia.
4. Porównaj otrzymane wyniki. Wyłutnac, kiedy zmęczenie następuje szybciej.

Na czym polega nerwowa i humoralna regulacja ruchów? W rdzeniu kręgowym są ośrodki nerwowe, które regulują skurcze mięśni i wykonanie prostych ruchów odruchowych, na przykład zginanie nogi w stawie kolanowym. Złożone ruchy, takie jak gra na pianinie lub pisanie tekstu, są kontrolowane przez ośrodki nerwowe półkul mózgowia. Ważną rolę w regulacji ruchów i tonusie mięśni odgrywa mózdzek, który koordynuje czynności wyższych i niższych ośrodków ruchowych.

Tonus mięśni podwyższa hormon adrenalina (przypomnij sobie rolę tego hormonu w regulacji innych układów organizmu).

Niektóre biologicznie aktywne substancje mogą wstrzymać pracę mięśni (trucizna niektórych żmij, pajaków i in.).

***Podstawowe terminy i pojęcia: siła napięcia, wytrzymałość, tonus, zmęczenie mięśni, statyczna i dynamiczna praca mięśni.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Podczas pracy mięśni kolejno zmieniają się okresy ich skurczów i rozkurczów. To zjawisko polega na odruchu mięśniowym – skurczu mięśnia w odpowiedzi na nadchodzenie impulsu nerwowego. Pracy mięśni towarzyszą straty energii. Do właściwości mięśni zaliczamy siłę i napięcie. Napięciem nazywa się stan mięśnia szkieletowego, przy którym on w ciągu długiego okresu czasu może stałe utrzymywać stan skurczu.
- Praca mięśni bywa statyczna i dynamiczna. Zdolność do podtrzymywania w ciągu długiego okresu czasu zadanego tempa pracy nazywa się wytrzymałością mięśni. Im większa wytrzymałość mięśni, tym później następuje zmęczenie. Zmęczenie mięśni – to tymczasowe obniżenie lub utrata ich zdolności do pracy, które powstaje wskutek ich nadmiernej aktywności. Najbardziej wydajna praca będzie przy średnim obciążeniu i średnim tempie.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie znasz fizyczne właściwości mięśni? 2. Co to jest napięcie i siła skurczu mięśni? 3. Od czego zależy siła skurczu mięśni? 4. Jak wyznacza się pracę mięśni? Na czym polega różnica pomiędzy pracą statyczną a dynamiczną? 5. Jakie znaczenie biologiczne mają naprzemienne stany skurczu i rozkurczu mięśni? 6. Co to jest wytrzymałość mięśni? 7. Co to jest zmęczenie mięśni i jakie są jego przyczyny?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż właściwość fizyczną mięśni, dzięki której zachowuje się właściwa postawa ciała, narządy wewnętrzne utrzymują się w określonym położeniu: a) siła; b) prędkość skurczów; c) wytrzymałość; d) tonus.
2. Wytrzymałość mięśni – to: a) zdolność do kurczenia się; b) zdolność do utrzymywania w ciągu dłuższego czasu zadanego tempa pracy; c) zdolność do pobudzenia; d) zdolność do zachowania w ciągu dłuższego okresu czasu niebudliowości.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Jak tempo i obciążenia wywierają wpływ na rozwój zmęczenia? Jak uniknąć zmęczenia?



ZASTANÓW SIĘ. 1. Ludzie, którzy aktywnie rozwijają mięśnie, nazywają się kulturystami. W jakim stanie znajdują się mięśnie u kulturystów? Dzięki czemu zwiększa się masa mięśni kulturystów? 2. Dlaczego praca statyczna jest bardziej męcząca niż dynamiczna? 3. Dlaczego u człowieka, który odpoczywa aktywnie, zmęczenie mija szybciej, niż u tego, który odpoczywa pasywnie?



ZADANIE TWÓRCZE. W obecności dorosłego wykonaj pod rząd 10 pompek. Jakie odczucie w nogach obserwujesz po 1, 2, 15 min.? Wyłumacz, dlaczego powstają takie uczucia.

§ 33. PIERWSZA POMOC PRZY USZKODZENIACH UKŁADU NARZĄDÓW RUCHU

Przypomnij sobie, jakie mięśnie przymocowują się do kości. W jakim celu zastosowuje się metodę rentgenograficzną? Dlaczego u ludzi w podeszłym wieku kości są łamliwe, a złamania ciężko się zrastają?

Jakie są przyczyny uszkodzenia układu narządów ruchu? Podczas wykonywania pracy fizycznej, codziennych czynności, uprawiania sportu często zachodzą sytuacje, które zmuszają nas do wykonywania gwałtownych, nie zawsze skoordynowanych ruchów, co może doprowadzić do uszkodzenia narządów ruchu.

Uszkodzenie organizmu spowodowane wpływem czynników zewnętrznych (mechanicznych, chemicznych, elektrycznych i in.) nazywamy urazem. Przyczynami urazu układu narządów ruchu mogą być: niewiedza dotycząca znajomości zasad bezpieczeństwa, zasad prawidłowej eksploatacji sprzętu gospodarstwa domowego, uprawiania sportu; nieprzestrzeganie zasad ruchu drogowego, używanie alkoholu lub narkotyków. Urazy często są skutkiem wybryków: gier na placu budowlanym, nurkowania do wody z dużej wysokości, bójek i in.

Jakie bywają urazy układu narządów ruchu? Najbardziej rozpowszechnione urazy układu narządów ruchu – to rozciągnięcia więzadeł, zwichnięcia, zamknięte i otwarte złamania. **Rozciągnięcie** – to uszkodzenie więzadeł. Często wskutek rozciągnięcia powstają naderwania poszczególnych włókien ścięgien. W miejscu rozciągnięcia powstaje obrzęk, wylew krwi, następuje silny ból.

Zdrowie człowieka. Pierwsza pomoc przy rozciągnięciu: na uszkodzone miejsce trzeba niezwłocznie przyłożyć chłód, na przykład woreczek z lodem, zwilżoną zimną wodą tkaninę;

potem szczelnie zabandażować uszkodzony staw (ryc. 129.) i zgłosić się do lekarza. Jeżeli rozciągnięcia są leczone poprawnie, to one mijają bez skutków. Profilaktyka rozciągnięć polega na bandażowaniu podczas gier sportowych lub pracy fizycznej uprzednio uszkodzonych stawów.



Ryc. 129. Przykład pierwszej pomocy w wypadku rozciągnięcia

Czasem wskutek urazu dochodzi do całkowitego **rozerwania więzadeł**. W tym przypadku należy niezwłocznie zgłosić się do lekarza: rozerwane więzadła zszywa się tylko w klinice. Jeżeli w przypadku urazu narusza się hermetyczność jamy stawowej, to może powstać zapalenie stawu, które wymaga długotrwałego leczenia.



Zwichnięcie – to uszkodzenie stawów. Przy tym zachodzi przemieszczenie końców kości, które wchodzi w skład stawu. Czasem zwichnięciu towarzyszy rozciągnięcie więzadeł i mięśni, rozerwanie torebki stawowej.

Zdrowie człowieka. Nastawiać i leczyć zwichnięty staw może tylko lekarz. Jednak poszkodowanemu należy niezwłocznie okazać pierwszą pomoc. Staw, w którym doszło do zwichnięcia, należy unieruchomić: rękę zawiesić na szyi za pomocą bandaża lub chusty trójkątnej, a na nogę nałożyć szynę. Szyny medyczne sprzedaje się w aptekach. W przypadku ich braku najprostszą szynę można przyrządzić z materiałów podręcznych: cienkich drewnianych deseczek, dykty, pałeczek, mocnej tektury in. Aby zapewnić całkowitą nieruchomość kończyny, szyna powinna zachodzić nie tylko na uszkodzony staw, lecz i na sąsiednie odcinki kończyny. Zapobiegnie to przemieszczeniu się kości. Szynę przywiązujemy do kończyny szerokimi bandażami, ręcznikami i in. Aby szyna nie uwierała uszkodzony narząd, podkłada się pod nią miękki materiał. Po wyzdrowieniu należy wzmocnić mięśnie i więzadła uszkodzonego stawu za pomocą specjalnych ćwiczeń fizycznych.

Złamaniu kości towarzyszy naruszenie jej całości. Do złamania przeważnie dochodzi w wyniku urazu. Przy złamaniu kości może dojść także do uszkodzenia tkanek miękkich. Najczęściej zdarzają się złamania długich kości kończyn, rzadziej – kości czaszki, obojczyków, kości miedniczej. **Złamaniom zamkniętym** (kiedy kość nie przerywa skóry) towarzyszy silny ból, obrzęk uszkodzonego miejsca. Czasem zmienia się kształt kończyny wskutek przemieszczenia złamanej kości. Złamanie zamknięte można wykryć, robiąc zdjęcie rentgenowskie uszkodzonego miejsca. Przy złamaniach otwartych dochodzi także do uszkodzenia tkanek miękkich i skóry.

Zdrowie człowieka. Pierwsza pomoc przy złamaniach polega na unieruchomieniu uszkodzonej kości za pomocą szyny (ryc. 130).

ZAPAMIĘTAJ! Nie wolno transportować nawet na nieduże odległości poszkodowanych ze złamanymi kośćmi bez ich uprzedniego unieruchomienia. Może to doprowadzić do przemieszczenia kości, rozerwania włókien nerwowych i naczyń krwionośnych. Nakładając szynę, należy unieruchomić co najmniej dwa dwa sąsiadujące ze sobą stawy – wyżej i niżej miejsca złamania. W przypadku złamania ramienia lub uda unieruchamia się trzy stawy (dla ramienia – ramienny, łokciowy, promiennie-nadgarstkowy, a dla uda – biodrowy, kolano-owy i goleniowo-stopowy staw). Na przykład nakłada się szynę na przedramię i unieruchamia rękę na szyi przy pomocy szerokiego bandaża lub chustki (ryc. 131). Gdy szyny nie ma i nie ma czym jej zamienić, złamaną rękę przybanda-



Ryc. 130. Przykład nałożenia szyny w przypadku złamania uda



Ryc. 131. Nałożenie szyny w przypadku złamania przedramienia i unieruchomienie ręki



zowujemy do tułowia, a złamaną nogę – do nogi zdrowej. W przypadku złamania otwartego z silnym krwawieniem należy zatamować krwotok, nakładając opaskę uciskającą powyżej miejsca krwotoku, a na ranę – czysty bandaż.

Jednakże nie przy każdym złamaniu kości można nałożyć szynę. Przy złamaniu żeber uszkodowanemu poleca się, aby wykonał głęboki wydech i przy takim położeniu klatki piersiowej mocno ją zabandażowuje się, żeby ograniczyć jej ruchy przy oddychaniu.

Zdrowie człowieka. Przy złamaniu kręgosłupa należy niezwłocznie wezwać pogotowie i okazać pierwszą pomoc uszkodowanemu. Uszkodowanego należy ostrożnie położyć na brzuchu na twardej, równej powierzchni, na przykład na desce lub na zdjętych drzwiach. Pod głowę i ramiona podłożyć coś miękkiego, żeby je podnieść. Przy złamaniu kości miedniczej uszkodowanego też należy położyć na twardej, równej powierzchni, lecz na plecach. Pod głowę podkładamy coś miękkiego, a pod kolana -zwinięty w rulon koc.

Uszkodowanego ze złamaniem czaszki ostrożnie przenosimy na noszach, unieruchamiając przy tym głowę i bardzo ostrożnie przewozimy do szpitala.

Złamania leczy się w szpitalu, wykorzystując w tym celu specjalne urządzenia i metody.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: rozciągnięcia zwichnięcia, złamania.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

• Urazy – to uszkodzenia organizmu spowodowane wpływem czynników zewnętrznych (mechanicznych, chemicznych, elektrycznych i in.). Najczęściej zdarzające się urazy układu narządów ruchu – rozciągnięcia więzadeł, zwichnięcia, złamania zamknięte i otwarte. W przypadku urazu uszkodowanemu należy okazać pierwszą pomoc i niezwłocznie wezwać lekarza.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie są przyczyny uszkodzenia układu narządów ruchu człowieka? 2. Co to jest uraz? 3. Jakie są objawy rozciągnięcia i zwichnięcia? Jaką pierwszą pomoc należy okazać w przypadku tych urazów? 4. Jakie bywają złamania kości? Jaką pierwszą pomoc należy okazać w przypadku złamania kości? 5. Jaką pierwszą pomoc należy okazać w przypadku złamania kręgosłupa?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wybierz oznaki zwichnięcia: a) przemieszczenie części uszkodowanych kości względem siebie; b) przemieszczenie końców kości wchodzących w skład stawu; c) naruszenie całości kości; d) uszkodzenie skóry przez kość.

2. Wybierz cechy złamania zamkniętego: a) przemieszczenie części uszkodowanych kości względem siebie; b) wyjście główki stawowej z panewki; c) uszkodzenie skóry przez złamaną kość; d) uszkodzenie tylko więzadeł.

Ustal poprawną kolejność okazania pierwszej pomocy przy uszkodzeniu kręgosłupa: a) położyć uszkodowanego na brzuchu; b) unieruchomić kręgosłup; c) transportować leżącego na brzuchu; d) podać środki znieczulające.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Okazanie pierwszej pomocy w przypadku rozciągnięć i uderzeń. II grupa. Nałożenie bandaża na różne części ciała. III grupa. Okazanie pierwszej pomocy w przypadku złamania kości.

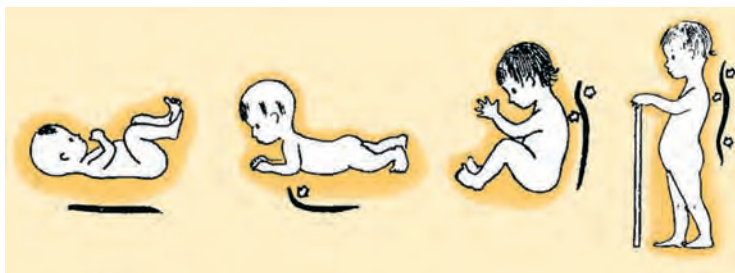


ZADANIE TWÓRCZE. Zmodeluj sytuacje ukazujące uszkodzenia różnych części ciała i zademonstruj nakładanie na nich bandaży. Przygotuj odpowiedź w postaci notatki „Zachowanie ucznia podczas wykonywania ćwiczeń na różnym sprzęcie sportowym”.

§ 34. ROZWÓJ UKŁADU NARZĄDÓW RUCHU W PROCESIE ROZWOJU INDYWIDUALNEGO

Przypomnij sobie osobliwości budowy układu narządów ruchu człowieka. Jakie znaczenie dla normalnego funkcjonowania organizmu człowieka mają wygięcia kręgosłupa? Co to jest praca statyczna i dynamiczna?

Jakie są osobliwości wiekowe układu narządów ruchu? W procesie wzrostu i rozwoju człowieka zachodzą znaczne zmiany układu narządów ruchu. U niego stopniowo wykształcają się cztery łagodne wygięcia kręgosłupa (ryc. 132).



Ryc. 132. Schemat kształtowania się pionowej postawy ciała i wygięć kręgosłupa w pierwszym roku życia dziecka

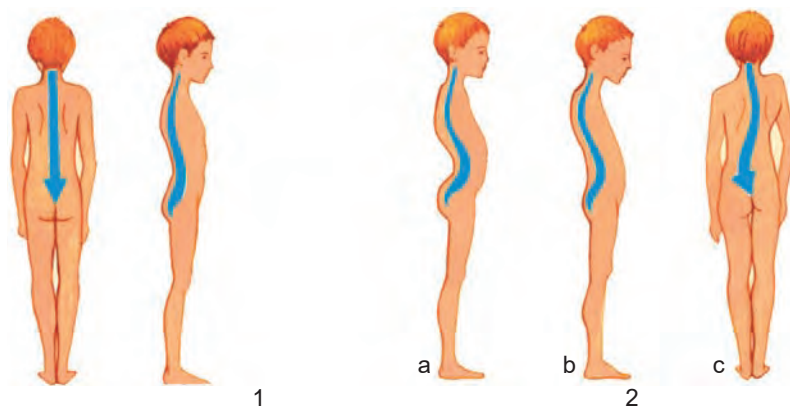
Stopniowo zachodzi również wzrost kości. Na długość kości rosną nierównomierne. Najintensywniej – w pierwszych dwóch latach życia. Następne zwiększenie intensywności wzrostu zachodzi w wieku 7–8 lat, a potem u dziewczynek – w wieku 12–13 lat, a u chłopców – 13–14 lat (wydłużenie kości w ciągu roku może wynosić 7–17 cm). W wieku 22–24 lat wzrost kości na długość ustaje. Masa mięśni do 13–14 roku życia zwiększa się powoli, ona znacznie wzrasta w wieku od 14 do 16 roku życia. Jest to najlepszy okres do rozpoczęcia uprawiania sportów siłowych (ryc. 133).

ZAPAMIĘTAJ! W wieku dziecięcym i nastoletkowym zmiany układu narządów ruchu są związane przede wszystkim ze wzrostem kości, ich kostnieniem i kształtowaniem postawy.

Co to jest postawa? Jakie są warunki jej poprawnego formowania? Każdemu człowiekowi właściwa jest określona **postawa**, to znaczy położenie ciała w czasie stania, siedzenia, chodzenia. Postawa kształtuje się od wczesnego dzieciństwa w okresie wzrostu organizmu oraz rozwoju szkieletu i mięśni. Ona



Ryc. 133. Różne rodzaje sportu. **Zadanie.** Uzupełnij listę własnymi przykładami



Ryc. 134. 1. Prawidłowa postawa człowieka. 2. Naruszenie postawy: a – patologiczna lordoza; b – kifoza piersiowa (garb), c – skolioza

może zmieniać się w ciągu życia człowieka. Dla kształtowania prawidłowej postawy wielkie znaczenie ma rozwój układu mięśniowego, szczególnie mięśni tułowia. Dobrze rozwinięte mięśnie zapobiegają zniekształceniu kości kręgosłupa przy obciążeniach.

Prawidłowa postawa wpływa na ładną sylwetkę człowieka. Charakterystyczne cechy prawidłowej postawy: umiarkowane wygięcia kręgosłupa, symetrycznie rozmieszczone rozprostowane ramiona i łopatki, dobrze rozwinięte mięśnie ciała, proste nogi z normalnym wysklepieniem stop, ładny sposób poruszania się (ryc. 134, 1). U ludzi ze smukłą postawą głowa zawsze jest wyprostowana, klatka piersiowa wystaje nad brzuchem, brzuch jest wciągnięty. U człowieka z nieprawidłową postawą głowa jest nachylona lub wysunięta do przodu, klatka piersiowa wciśnięta, ramiona wystają do przodu, brzuch jest wypięty itd.

ZAPAMIĘTAJ! Prawidłowa postawa ma nie tylko znaczenie estetyczne¹, lecz irównież wywiera wpływ na funkcjonowanie całego organizmu. W przypadku naruszenia postawy, szczególnie w okresie wzrostu, mogą powstawać znaczne naruszenia kształtu szkieletu, co pogarsza krwiobieg, pracę serca, płuc, trawienia, powoduje zaburzenia czynności układu nerwowego itd. A to z kolei nie sprzyja zdolności organizmu do normalnej pracy.

Wady postawy u dzieci mogą powstać wskutek schorzeń (krzywicy, otyłości i in.), niedotrzymywania prawidłowego reżimu pracy i odpoczynku, źle dobranej odzieży, obuwia i z innych powodów. Przykładem nieprawidłowej postawy może być **garbienie się** spowodowane słabym rozwojem mięśni grzbietu. Przy tym odcinek piersiowy kręgosłupa jest znacznie wsunięty do tyłu, tworząc tak zwane plecy okrągłe, głowa jest pochylona do przodu, a klatka piersiowa spłaszcza się.

Zdrowie człowieka. Podstawowe przyczyny garbienia się: małowruchliwy tryb życia, długotrwałe siedzenie podczas pracy przy nieprawidłowo dobranym pod względem wysokości biurkiem, spanie na bardzo miękkim łóżku i in.

Naruszeniu postawy mogą towarzyszyć nadmierne lub patologiczne wygięcia kręgosłupa. Wśród takich patologicznych wygięć kręgosłupa wyróżniamy wygięcia

¹ Estetyczny (gr. – odczucie, uczucie) – ten, co zadowalnia wymagania estetyki (nauki o pięknym, o sztuce i twórczości artystycznej)



do przodu (*lordoza lędźwiowa*), do tyłu (*kifoza piersiowa lub garb*) i boczne wygięcia (*skolioza*) (ryc. 134, 2). Przeważnie takie wygięcia powstają u dzieci w wieku od 5 do 10 lat, kiedy w kręgach i innych kościach klatki piersiowej jest jeszcze dużo tkanki chrzęstnej. Najbardziej rozpowszechnionymi przyczynami tych wad jest nieprzestrzeganie zasad higieny (ryc. 135): nieodpowiednia wysokość ławki do wzrostu dziecka, spanie na bardzo miękkim lub wgiętym łóżku; nieprawidłowa pozycja ciała podczas siedzenia przy biurku lub w ławce. To powoduje nierównomierne obciążenie kręgosłupa i mięśni grzbietu; może spowodować wykrzywienie kręgosłupa.

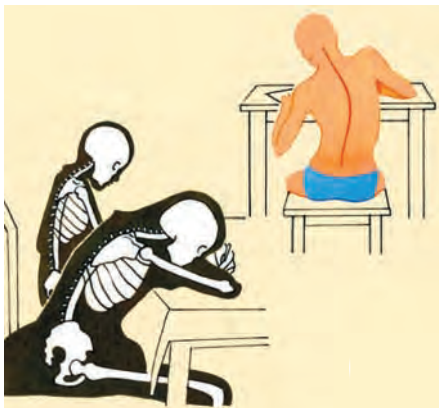
Rozwójowi wad postawy sprzyja także niedostateczne odżywianie, niedobór witamin. Trwałe emocje negatywne, przemęczenie obniżają tonus mięśni i ich rolę w utrzymywaniu postawy.

ZAPAMIĘTAJ! W przypadku wykrzywienia kręgosłupa zmniejsza się jego ruchliwość. Powstają bóle mięśni w grzbiecie. W szczególnie ciężkich przypadkach zmienia się położenie narządów wewnętrznych, co powoduje zakłócenie ich pracy. Odpowiednio obniża się zdolność człowieka do pracy.

Zdrowie człowieka. Leczenie wykrzywień kręgosłupa opiera się na wykonywaniu specjalnych ćwiczeń gimnastycznych pod kontrolą fachowca. Żeby zapobiec wykrzywieniom, należy unikać nadmiernych obciążeń kręgosłupa; łóżko ma być twarde i równe, sen – dostateczny, jedzenie różnorodne i bogate w witaminy. Oświetlenie miejsca pracy ma być dobre, a pozycja przy ławce – prawidłowa.

ZAPAMIĘTAJ! Przenosząc ciężary, obciążaj równomiernie obydwie ręce; przy stole siedź prosto, nie zginaj się w bok; regularnie wykonuj ćwiczenia fizyczne w celu poprawienia postawy. Pamiętaj: zapobiec naruszeniom postawy łatwiej, niż ich pozbyć się.

Do zakłóceń rozwoju układu narządów ruchu w wieku dziecięcym zaliczamy również **płaskostopie** (ryc. 136, 2) – spłaszczenie podbicia stopy, w wyniku czego ono zmniejsza się. Skutkiem tego jest uciskanie naczyń krwionośnych, naruszenie krwioobiegu stopy, ciągłe pobudzenie jej nerwowych zakończeń, co jest przyczyną uczucia bólu w nogach i zmiany charakteru ruchu. Płaskostopie rozwija się wskutek słabo rozwiniętych mięśni stopy, zbyt wielkiej masy ciała, stałego noszenia



Ryc. 135. Przyczyny powstawania wad postawy.

Zadanie. Wymień profilaktykę naruszeń postawy



Ryc. 136. Stopa prawidłowa (1), płaskostopie (2)



obuwia na wysokich obcasach. Płaskostopie może być jak wrodzone (bardzo rzadko), tak i nabyte.

ZAPAMIĘTAJ! Do płaskostopia może doprowadzić noszenie zbyt ciasnego obuwia. W celu profilaktyki płaskostopia należy dbać o swoją postawę, prawidłowo dobierać obuwie. Korzystne są zajęcia gimnastyką i sportem, a także chodzenie boso po piasku. Przy pierwszych objawach płaskostopia należy zgłosić się do lekarza-ortopedy¹. Do obuwia wkłada się specjalne wkładki. Im wcześniej jest rozpoznana ta wada, tym łatwiej ją leczyć.

Co to jest hipodynamia? Jaki wpływ na rozwój układu narządów ruchu ona wywiera? Obecnie jednym z najbardziej szkodliwych czynników, który ujemnie oddziałuje na procesy wzrostu i rozwoju człowieka i powoduje różne choroby przewlekłe jest **hipodynamia**. Jest to obniżenie poziomu aktywności ruchowej. Szczególnie niebezpieczna jest ona w wieku dziecięcym i szkolnym, ponieważ wywiera negatywny wpływ na kształtowanie się aparatu ruchowego, układów krążenia, gruczołów dokrewnych itd., obniża odporność na choroby infekcyjne.

Negatywny wpływ hipodynamii przejawia się przede wszystkim w obniżonej intensywności przemiany materii i energii i nawet przy normalnym odżywianiu powoduje zwiększenie tkanki tłuszczowej. Pamiętaj, że nadmierny rozwój tkanki tłuszczowej wywiera ujemny wpływ na funkcjonowanie naszego organizmu. Zbyt duża koncentracja tłuszczu we krwi powoduje powstawanie jego związków nierozpuszczalnych z solami, osadzających się na ścianach naczyń krwionośnych, których światło przy tym zwęża się, powodując naruszenia obiegu krwi. Odpowiednio zmniejsza się zaopatrzenie tkanek w substancje odżywcze i tlen.

Przy hipodynamii obniża się intensywność wydzielania soków trawiennych, wskutek czego pogarsza się trawienie i przyswajanie substancji odżywczych. Jeżeli choroby przewlekłe narządów wewnętrznych przy hipodynamii rozwijają się tylko w wieku dojrzałym, to obniżenie odporności przejawia się w ciągu całego życia człowieka.

Hipodynamia powoduje obniżenie nie tylko fizycznej, lecz i rozumowej zdolności do pracy, życiowego tonusu, a to powoduje obniżenie aktywności społecznej, pragnienia i woli do zwalczania trudności. Pojawia się niestałość emocjonalna.

Jaki istnieje związek między wychowaniem fizycznym i zdrowiem? Zgrabna postawa, harmonijnie rozwinięte ciało zawsze zwracały na siebie uwagę. Ośpiwują je poeci, ukazują w licznych utworach malarze i rzeźbiarze. W połączeniu ze wspaniałomyślnością, rozumem i zdrowiem harmonia ciała jest największym skarbem, który może posiadać człowiek.

Prawidłowe kształtowanie układu narządów ruchu przede wszystkim wymaga systematycznej pracy mięśni. Prowadzi to do zwiększenia ich masy, co z kolei stymuluje wzmożony wzrost kości, do których te mięśnie są przymocowane. Aktywna praca mięśni uwarunkowuje intensywny krwiobieg – kości otrzymują więcej sub-

¹Ortopeda – lekarz, który zajmuje się profilaktyką i leczeniem trwałych zakłóceń kształtu kręgosłupa i kończyn.



stancji odżywczych i tlenu. Otóż, im lepiej rozwinięte są mięśnie szkieletowe, tym mocniejszy jest szkielet.

ZAPAMIĘTAJ! Nawet krótkotrwałe ćwiczenia wykonywane codziennie powodują zwiększenie siły mięśni. Prawidłowo dawkowana praca fizyczna i ćwiczenia, a także okresy nauczania się zapewniają rozwój harmonijny osobowości: one podwyższają fizyczną i rozumową zdolność do pracy.

Zdrowie człowieka. Systematyczne wykonywanie ćwiczeń fizycznych zwiększa zdolność mięśnia sercowego do pracy. Trenowane serce w stanie spokoju kurczy się powolniej, co pozwala mu lepiej odpocząć, pracować oszczędniej, zwiększać objętość minutową krwi podczas pracy oraz nadchodzenie tlenu i substancji odżywczych.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: postawa, lordoza, kifoza, skolioza, płaskostopie, hipodynamia.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Prawidłowa postawa jest warunkiem normalnego rozwoju i funkcjonowania narządów wewnętrznych i profilaktyki powstawania zakłóceń układu narządów ruchu. Kształtowanie normalnej postawy zapewnia normalny wzrost i rozwój organizmu. Główna rola w kształtowaniu prawidłowej postawy należy wychowaniu fizycznemu i przestrzeganiu zasad higieny.
- Słabe mięśnie nie są zdolne do podtrzymywania tułowia w prawidłowej pozycji, co może doprowadzić do garbienia się, wygięć kręgosłupa, płaskiej stopy i innych zakłóceń harmonijnego rozwoju organizmu człowieka, a znaczy wywiera negatywny wpływ na czynności układu krążenia, narządów oddychania, trawienia itd.
- Hipodynamia – to obniżenie poziomu aktywności ruchowej. Ona ujemnie wpływa na wszystkie funkcje fizjologiczne i procesy zachodzące w organizmie. Aktywność ruchowa pobudza procesy wzrostu i rozwoju organizmu, sprzyja normalnym czynnościom życiowym.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie zmiany wiekowe zachodzą w układzie ruchowym człowieka? 2. Co to jest postawa? Jakie są cechy prawidłowej i nieprawidłowej postawy? 3. Wymień zasady zapobiegające powstaniu wad postawy. 4. Jakie są warunki normalnego kształtowania układu ruchowego człowieka? 5. Dlaczego i jak płaskostopie wpływa na organizm? 6. Jak hipodynamia wpływa na rozwój układu narządów ruchu i czynności narządów wewnętrznych?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

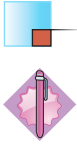
1. Wskaż najlepszy okres wiekowy do rozpoczęcia uprawiania sportów siłowych dla chłopców: a) 4 lata; b) 7 lat; c) 14 lat; d) 21 lat.
2. Wskaż skutki hipodynamii: a) choroby układu narządów krążenia; b) płaskostopie; c) harmonijny rozwój ciała; d) zdrowie fizyczne.
3. Wybierz znaczenie wykonywania ćwiczeń fizycznych: a) podwyższają odporność organizmu na choroby; b) obniżają odporność organizmu na choroby; c) sprzyjają płaskostopiu; d) hamują rozwój organizmu.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Scharakteryzuj czynniki ujemne wywierające wpływ na rozwój układu narządów ruchu. II grupa. Wyjaśnij związek między wychowaniem fizycznym a zdrowiem człowieka.

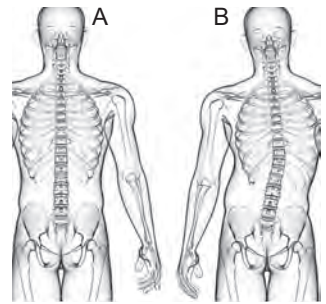


ZASTANÓW SIĘ. 1. Jednym ze skutków hipodynamii są ograniczone czynności mięśniowe. Wyłutucz, jak one są powiązane z przemianą materii w organizmie? 2. Dlaczego nie należy stale nadmiernie obciążać mięśnie w wieku dziecięcym?



ZADANIE TWÓRCZE 1. Zwróć uwagę na rycinę i napisz, u którego ucznia (A czy B) powstało schorzenie układu narządów ruchu. Czym ono jest spowodowane?

ZADANIE TWÓRCZE 2 (praca w grupach). Wykonaj projekt (do wyboru), wykorzystując prezentację multimedialną. 1. Hipodynamia – wróg współczesnej cywilizacji. 2. Aktywność ruchowa – podstawą zdrowia fizycznego.



SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż substancję zapewniającą kościom giętkość: a) węglan wapnia; b) fosforan wapnia; c) związki żelaza; d) substancje organiczne.
2. Co nadaje kościom twardość: a) tkanka kostna; b) tkanka chrzęstna; c) tkanka nabłonkowa; d) ścięgna?
3. Wskaż mięsień zginający łokieć: a) mięsień dwugłowy ramienia; b) mięsień trójgłowy ramienia; c) mięsień czworoboczny; d) mięsień naramienny.
4. Wskaż mięsień zginający kolano: a) mięsień dwugłowy uda; b) mięsień krawiecki; c) mięsień czworogłowy uda; d) mięsień brzuchaty łydki.
5. Wskaż funkcje czerwonego szpiku kostnego: a) niszczenie kości; b) wzrost kości na grubość; c) tworzenie komórek krwi; d) wzrost kości na długość.
6. Wskaż, jaki staje się mięsień przy kurczeniu się: a) grubszy; b) cieńszy; c) dłuższy; d) jego kształt nie zmienia się.
7. Wskaż, jakie części składowe kości zapewniają ich odżywianie: a) okostna; b) czerwony szpik kostny; c) zakończenia nerwowe; d) chrząstka.
8. Zaznacz czynniki, które zapewniają wzrost kości na długość: a) obecność żółtego szpiku kostnego; b) podział komórek tkanki chrzęstnej; c) podział komórek okostnej; d) obecność czerwonego szpiku kostnego.
9. Wskaż czynniki, od których zależy siła mięśni: a) ilość naczyń krwionośnych; b) ilość włókien mięśniowych; c) częstotliwość impulsów nerwowych nadchodzących do mięśnia; d) ilość tkanki tłuszczowej.

Utwórz logiczne pary

10. Zaznacz odpowiedniość między częściami szkieletu kończyn (cyfry) i kośćmi, które wchodzi w ich skład (litery).

- | | |
|---------------|---------------------|
| 1. Udo | A. Kości nadgarstka |
| 2. Przedramię | B. Kość strzałkowa |
| 3. Goleń | C. Kość łokciowa |
| 4. Stopa | D. Kości śródstopia |
| | E. Kość udowa |

11. Ustal odpowiedniość między ruchami w stawach i mięśniami, które ich poruszają.

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Zginanie przedramienia w stawie łokciowym | A. Mięsień dwugłowy |
| 2. Rozginanie przedramienia w stawie łokciowym | B. Mięsień trójgłowy |
| 3. Zginanie stawu kolanowego | C. Mięsień brzuchaty łydki |
| 4. Rozginanie stawu kolanowego | D. Czterogłowy mięsień uda |
| | E. Mięsień krawiecki |

ZASTANÓW SIĘ

12. Rozpatrz na rysunkach szkielety: A – psa, B – goryla, C – człowieka. Wyłóż, jak ich budowa jest związana z charakterem poruszania się.



A



B



C

13. Do jakiego schorzenia układu narządów ruchu może doprowadzić stałe naruszenie zasad higienicznych siedzenia przy ławce? Jaki wpływ ono wywiera na czynności narządów wewnętrznych?

14. Najdłuższa kość – to kość udowa, zwykle ona wynosi do 25% od wzrostu człowieka. Wyznacz rozmiar swojej kości udowej.

15. W ciele dziecka jest 300 kości, a w ciele człowieka dorosłego jest ich 206. Z czym to jest związane?

16. Wytlumacz powiązanie układu narządów ruchu z układem narządów krążenia. Ułóż schemat.

17. Ustal powiązanie między ćwiczeniami fizycznymi i rozwojem układu narządów ruchu.

PRACA SAMODZIELNA. Przeprowadź obserwacje dotyczące wpływu ćwiczeń fizycznych na kształtowanie mięśni szkieletowych. Jeżeli nie wykonujesz ćwiczeń fizycznych i nie uprawiasz sportu, to zacznij to robić regularnie. Jeżeli uprawiasz sport regularnie, to stopniowo zwiększaj obciążenie na mięśnie. Przed rozpoczęciem obserwacji zmierz objętość ramienia w najszerszym miejscu mięśnia dwugłowego podczas skurczu. Zmierz także objętość goleni nogi wyprostowanej w najszerszym miejscu mięśnia brzuchatego łydki. Co miesiąc powtarzaj pomiary, wpisując wyniki do tabeli.



Temat 7

ŁĄCZNOŚĆ ORGANIZMU CZŁOWIEKA ZE ŚRODOWISKIEM ZEWNĘTRZNYM. UKŁAD NERWOWY

Co zapewnia uzgodnioną pracę wszystkich narządów organizmu człowieka? Jak funkcjonalnie powiązany jest ośrodkowy i obwodowy układ nerwowy? Jaka jest rola kory mózgowia w wyznaczeniu zachowania człowieka?

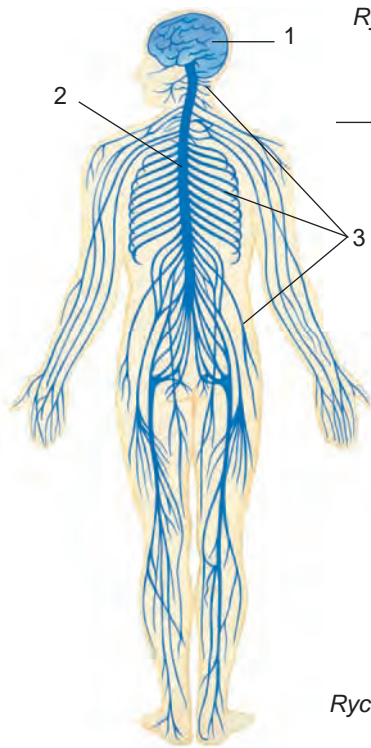
§ 35. BUDOWA UKŁADU NERWOWEGO CZŁOWIEKA. UKŁAD NERWOWY OŚRODKOWY I OBWODOWY

Przypomnij sobie, jakie są cechy charakterystyczne budowy układu nerwowego ssaków. Co to jest neuron i jaka jest jego budowa? Na czym polega nerwowa i humoralna regulacja funkcji życiowych organizmu? Co to jest impuls nerwowy? Co to są receptory?

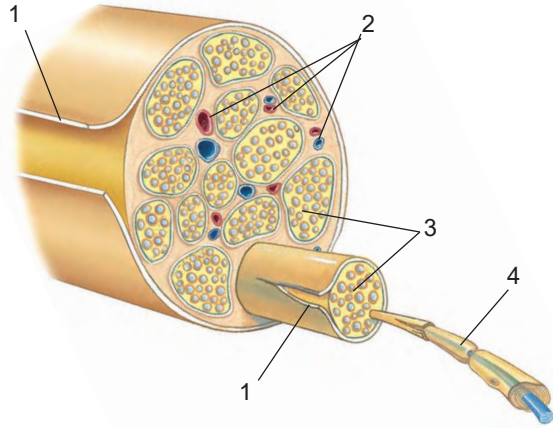
Jaka jest budowa i znaczenie układu nerwowego człowieka? Układ nerwowy – to najbardziej złożony i najważniejszy układ sterowania i łączności w organizmie człowieka. Ogólna budowa układu nerwowego człowieka nie różni się od budowy układu nerwowego innych ssaków. Pod względem rozmieszczenia tkanki nerwowej rozróżniamy część ośrodkową i obwodową (*ryc. 137*). Tkanka nerwowa, która jest rozmieszczona w jamie czaszki i kanale kręgowym, układa się w **układ nerwowy ośrodkowy**. Jest to mózgowie i rdzeń kręgowy.

Układ nerwowy ośrodkowy zapewnia wzajemne powiązanie wszystkich komórek, tkanek i narządów organizmu. On wywiera wpływ na ich czynności i reguluje zachodzące w nich procesy. Oprócz tego ośrodkowy układ nerwowy zapewnia łączność organizmu ze środowiskiem zewnętrznym. Przy pomocy receptorów ośrodkowy układ nerwowy otrzymuje informacje o wszystkich zjawiskach zachodzących w otaczającym środowisku i w samym organizmie. Pobudzenie nadchodzące do niego zostaje obrabiane i w postaci impulsu nerwowego przekazane do narządu pracującego.

Tkanka nerwowa, która jest rozmieszczona poza granicami czaszki i kanału kręgowego, tworzy **układ nerwowy obwodowy**. Są to nerwy odchodzące od mózgowia i rdzenia kręgowego, a także ich zwoje i węzły. Nerwy odchodzące od mózgowia nazywamy czaszkowymi (jest ich 12 par), a od rdzenia kręgowego – rdzeniowymi (31 par). Nerwy czaszkowe unerwiają narządy czuć, niektóre mięśnie poprzecznie prążkowane,



Ryc. 137. Ogólny schemat układu nerwowego człowieka. Układ nerwy ośrodkowy: 1. mózgowie; 2. rdzeń kręgowy. Układ nerwy obwodowy: 3. nerwy czaszkowe i rdzeniowe



Ryc. 138. Budowa nerwu: 1. błona łącznotkankowa; 2. naczynia krwionośne; 3. włókna nerwowe; 4. akson neuronu

gruczoły łzowe i ślinowe. Nerwy rdzeniowe unerwiają wszystkie odcinki ciała człowieka rozmieszczone poniżej szyi.

Przypomnij sobie: podstawową jednostką strukturalną i funkcjonalną układu nerwowego jest komórka nerwowa – neuron (*patrz ryc. 9*). On składa się z ciała, licznych wypustek krótkich (nazywamy je dendrytami) i jednej długiej (akson). Wypustki długie, które odchodzą od neuronów rozmieszczonych w mózgowiu i rdzeniu kręgowym, tworzą **włókna nerwowe**. One są zdolne do generowania i przewodzenia impulsów nerwowych.

Większość włókien nerwowych otoczona jest błoną łącznotkankową wykonującą funkcję izolacyjną. Takie włókna nerwowe przewodzą impulsy nerwowe o wiele szybciej niż te, które takiej błony nie posiadają.

Włókna nerwowe zbierają się w wiązki – **nerwy** wychodzące za granicę mózgowia i rdzenia kręgowego. Zarówno poszczególne wiązki, jak i cały nerw są otoczone błonami łącznotkankowymi (*ryc. 138*).

Nerwy zapewniają łączność między układem nerwowym ośrodkowym i tkankami z narządami ciała człowieka. Pobudzenie po nerwach kieruje się z układu nerwowego ośrodkowego do określonego narządu lub z różnych odcinków ciała do nerwowego układu ośrodkowego.

Rozróżniamy nerwy czuciowe, ruchowe i mieszane. **Nerwy czuciowe** przewodzą pobudzenie od różnych narządów do ośrodkowego układu nerwowego. **Nerwy ruchowe** przewodzą pobudzenie od układu nerwowego ośrodkowego do narządu odpowiadającego na pobudzenie (efektora). Obydwa rodzaje włókien nerwowych często znajdują się w jednym nerwie. Takie nerwy nazywamy nerwami **mieszanymi**. One wykonują podwójną funkcję: przewodzą pobudzenie w obydwu kierunkach, co przypomina dwukierunkowy ruch drogowy.



W rdzeniu kręgowym i mózgowiu wyróżniamy istotę białą i szarą. **Istota (substancja) szara** – to skupienie ciał neuronów i ich wypustek krótkich, a **biała** – skupienie długich wypustek neuronów. Istota biała też wchodzi w skład nerwów. Skupienia ciał neuronów w granicach istoty białej nazywamy jądrami. Skupienia ciał neuronów poza układem nerwowym ośrodkowym nazywamy **zwojami nerwowymi**. One są rozmieszczone w środku narządów wewnętrznych lub koło nich.

Już wiesz, że właściwością tkanki nerwowej jest pobudliwość i przewodność. **Pobudliwość** – to zdolność neuronów do zmiany swoich właściwości (pobudzania się) pod wpływem określonych bodźców, a **przewodność** – przewodzenia i przekazywania pobudzenia przez wypustki do innych neuronów. Najmniejszą siłą bodźca zdolną do wywołania pobudzenia (impulsu nerwowego) nazywamy **progiem pobudliwości**.

Właściwością układu nerwowego jest odruchowa zasada pracy. Już wiesz, że **odruch** – to reakcja organizmu na pobudzenie, która zachodzi przy udziale układu nerwowego. Pobudzenie pobierają **receptory** – wyspecjalizowane twory czuciowe, które przekształcają określone bodźce środowiska zewnętrznego i wewnętrznego na impulsy nerwowe. Każdy rodzaj receptorów pobiera tylko określone pobudzenia (na przykład receptory oka – światło, ucha – dźwięk i in.). Ze względu na miejsce rozmieszczenia receptory dzielimy na zewnętrzne, rozmieszczone na powierzchni ciała (receptory skóry, oka, ucha itd.) i wewnętrzne, które znajdują się na narządach wewnętrznych (płucach, sercu, przewodzie pokarmowym, mięśniach, ścięgnach itd.).

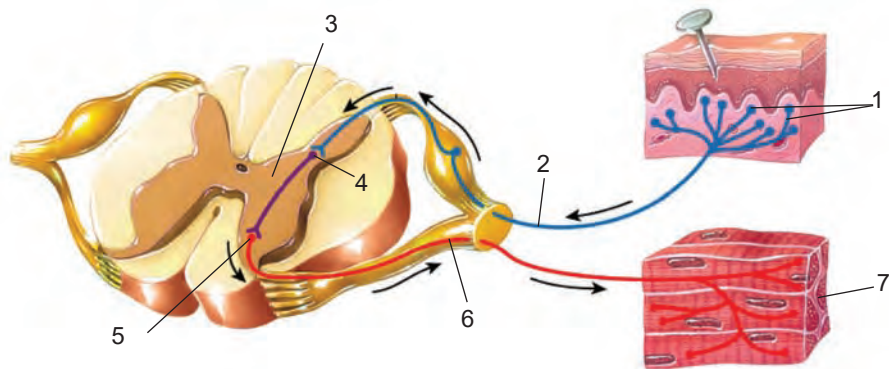
W receptorach w odpowiedzi na pobudzenie powstają impulsy nerwowe, które nadchodzą do ośrodka nerwowego, powodując jego pobudzenie. To są fale pobudzenia rozpowszechniające się po włóknach nerwowych. Ośrodek nerwowy analizuje sygnał i następnie nadśyła impulsy nerwowe. Skutkiem tego są odpowiednie reakcje określonych narządów lub całego organizmu. Odruchy, które powstają przy pobudzeniu receptorów zewnętrznych, umożliwiają organizmowi reagowanie na zmiany środowiska zewnętrznego. Odruchy powstające podczas pobudzenia receptorów wewnętrznych regulują pracę narządów wewnętrznych i podtrzymują stałość środowiska wewnętrznego organizmu.

Przypomnij sobie: całość struktur układu nerwowego, które biorą udział w wykonywaniu odruchu, nazywamy **łukiem odruchowym**. W jego skład wchodzi:

- receptory;
- czuciowe włókno nerwowe, po którym pobudzenie jest przekazywane do ośrodkowej części układu nerwowego;
- ośrodek nerwowy analizujący otrzymaną informację;
- ruchowe włókno nerwowe, po którym impulsy nerwowe nadchodzą do efektorów (narządów pracujących).

Jest to przykład dwuneuronowego łuku odruchowego (*patrz ryc. 22*). W organizmie człowieka łuki odruchowe przeważnie są trójneuronowe (*ryc. 139*). W takim łuku odruchowym pobudzenie przekazuje się od neuronu czuciowego na ruchowy przez **neuron wstawkowy (pośredniczący)**.

Otóż układ nerwowy zapewnia jedność i całość organizmu, względną stałość środowiska wewnętrznego (homeostazę), reakcję organizmu na działanie różnych bodźców i jego dostosowanie do zmian warunków otaczającego środowiska.



Ryc. 139. Trójneuronowy łuk odruchowy: 1. receptory; 2. nerw czuciowy; 3. istota szara rdzenia kręgowego; 4. neuron wstawkowy; 5. neuron ruchowy; 6. nerw ruchowy; 7. efektor.

Zadanie. Porównaj łuki odruchowe podane na ryc. 22 i ryc. 148. Co między nimi jest wspólnego i na czym polega różnica?

Pod względem funkcjonalnym układ nerwowy (ośrodkowy i obwodowy) składa się z układu somatycznego i układu autonomicznego (wegetatywnego).

Układ nerwowy somatyczny steruje ruchami mięśni szkieletowych, pobiera i przewodzi sygnały od narządów czuć, zapewniając łączność organizmu ze środowiskiem zewnętrznym.

Układ nerwowy wegetatywny reguluje przemianę materii, pracę narządów wewnętrznych (żołądka, wątroby, nerek, serca, naczyń i in.) i ogólny stan układu nerwowego. Czynność tej części, w odróżnieniu od części somatycznej, nie podlega woli człowieka, stąd jej druga nazwa – autonomiczny **układ nerwowy**.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** istota szara, istota biała, nerwy czaszkowe, nerwy rdzeniowe, nerwy czuciowe, ruchowe, mieszane.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Układ nerwowy – to całokształt powiązanych wzajemnie struktur regulujących wszystkie procesy fizjologiczne w organizmie i umożliwiających organizmowi uzgodnione funkcjonowanie jako całości. Anatomicznie układ nerwowy dzieli się na ośrodkowy (mózgowie i rdzeń kręgowy) i obwodowy (12 par nerwów czaszkowych i 31 par nerwów rdzeniowych).
- Nerwy – to długie wypustki komórek nerwowych, które są zebrane w wiązki. One mogą być czuciowe, ruchowe i mieszane. Pod względem pełnionych funkcji układ nerwowy dzieli się na układ somatyczny i wegetatywny (autonomiczny).



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie funkcje pełni układ nerwowy? 2. Co to jest układ nerwowy ośrodkowy i obwodowy? 3. Co to są nerwy? Jakie znasz rodzaje nerwów? 4. Jakie funkcje pełnią różne rodzaje nerwów? 5. Co to jest istota szara i biała układu nerwowego? 6. Jaki układ nerwowy nazywamy somatycznym, a jaki – wegetatywnym? Jakie funkcje one pełnią?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wybierz części składowe ośrodkowego układu nerwowego: a) mózgowie i rdzeń kręgowy; b) mózgowie i nerwy czaszkowe; c) rdzeń kręgowy i nerwy rdzeniowe; d) nerwy czaszkowe i rdzeniowe.



- Wybierz części składowe obwodowego układu nerwowego: a) mózgowie i rdzeń kręgowy; b) mózgowie i nerwy czaszkowe; c) rdzeń kręgowy i nerwy rdzeniowe; d) nerwy czaszkowe i rdzeniowe.
- Wskaż ilość nerwów czaszkowych człowieka: a) 10; b) 12; c) 24; d) 31.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Scharakteryzuj budowę i rodzaje nerwów. II grupa. Wyjaśnij budowę i funkcje istoty szarej i białej mózgowia i rdzenia kręgowego.



ZASTANÓW SIĘ. Na czym polega różnica pomiędzy układem nerwowym somatycznym a wegetatywnym (autonomicznym)?



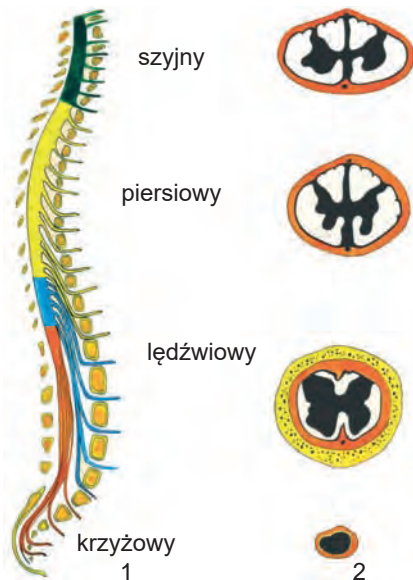
ZADANIE TWÓRCZE. Narysuj schemat łuku odruchowego na przykładzie reakcji cofania ręki od gorącego przedmiotu.

§ 36. BUDOWA I FUNKCJE RDZENIA KRĘGOWEGO CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie odcinki kręgosłupa człowieka, budowę kręgow. Z jakich części składa się układ nerwowy ośrodkowy i obwodowy człowieka? Jakie neurony nazywamy ruchowymi, a jakie – czuciowymi? Co to są odruchy warunkowe i bezwarunkowe, ośrodek nerwowy? Co to jest istota biała i szara? Co to jest łuk odruchowy? Z jakich części składowych jest on złożony?

Już wiesz, że jedną z części składowych ośrodkowego układu nerwowego jest rdzeń kręgowy.

Jaka jest budowa rdzenia kręgowego? Rdzeń kręgowy mieści się w kanale kręgowym kręgosłupa, który jest utworzony przez łuki kręgow. Rdzeń kręgowy ma kształt grubego sznura. U dorosłego człowieka rdzeń kręgowy ma długość 41–45 cm i średnicę około 1 cm. Jego masa wynosi tylko 30–32 g. Rdzeń kręgowy posiada dwa zgrubienia: szyjne i lędźwiowe. Te odcinki odpowiadają wyjściu nerwów skierowanych do kończyn górnych i dolnych.



Ryc. 140. Odcinki rdzenia kręgowego:

- widok z boku; 2. przekrój przez odpowiednie odcinki

Rdzeń kręgowy zaczyna się u nasady czaszki, gdzie łączy się z rdzeniem przedłużonym (strukturą mózgowia), a kończy się na poziomie drugiego kręgu lędźwiowego wiązką odchodzących od niego nerwów (stożkiem rdzeniowym). Dlatego jest on nieco krótszy od kręgosłupa.

Już wiesz, że od rdzenia kręgowego odchodzi 31 par nerwów rdzeniowych. Odcinek, od którego zaczyna się określona para nerwów rdzeniowych, nazywa się segmentem. W rdzeniu kręgowym wyróżniamy następujące segmenty (ryc. 140):

- szyjne – od nich biorą początek 8 par nerwów rdzeniowych;
- segmenty piersiowe – 12 par;
- segmenty lędźwiowe – 5 par;
- segmenty krzyżowe – 5 par;
- segmenty ogonowe – 1 para nerwów rdzeniowych.

Poznamy budowę rdzenia kręgowego podczas wykonywania doświadczenia laboratoryjnego.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Poznanie budowy rdzenia kręgowego człowieka (na podstawie atrap, modeli anatomicznych)

Przyrządy i materiały: atrapy, modele anatomiczne, szkielet.

Rozpatrz na przekroju poprzecznym rdzenia kręgowego istotę białą i szarą, kanał środkowy.

Na poprzecznym przekroju rdzenia kręgowego można zobaczyć, że on jest złożony z istoty białej (rozmieszczonej na zewnątrz) i szarej. Włókna istoty białej łączą między sobą różne odcinki rdzenia kręgowego i kształtują drogi przewodzące, zapewniające dwustronne połączenie między nim a mózgowiem.

Przez środek rdzenia kręgowego biegnie kanał środkowy (średnicą do 1mm), wypełniony przezroczystym płynem mózgowo-rdzeniowym (ryc. 141). Dzięki stałej wymianie z krwią on zapewnia odżywianie tkanki nerwowej, dostarczając substancje odżywcze i wyprowadzając produkty przemiany. Prócz tego płyn mózgowo-rdzeniowy pełni funkcję ochronną: on zawiera specyficzne komórki, które niszczą zarazki chorób.

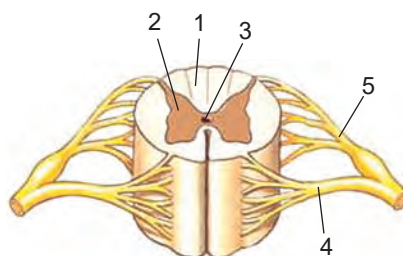
Istota szara otacza kanał środkowy, tworząc na przekroju poprzecznym kształt przypominający leżącego motyla lub literkę „H” (ryc. 141). Ona tworzy parzyste wypustki – rogi, dzielące istotę białą na odcinki z nerwowymi drogami przewodzącymi (wstępującymi i zstępującymi) (znajdź je na rycinie 141). Po drogach wstępujących impulsy nerwowe przechodzą do mózgowia, a po zstępujących – pobudzenie przekazuje się od mózgowia do ośrodków rdzenia kręgowego, a od nich – do pracującego narządu.

W rogach przednich są rozmieszczone ciała neuronów ruchowych, których długie wypustki dochodzą do mięśni szkieletowych. Te wypustki tworzą przednie, tzw. *ruchowe korzenie* (ryc. 141). Do tylnych rogów podchodzą wypustki neuronów czuciowych, które tworzą tylne, tzw. *czuciowe korzenie*. Po nich nadchodzą impulsy nerwowe od receptorów skóry, mięśni, stawów, narządów wewnętrznych. W piersiowym i lędźwiowym odcinkach rdzenia kręgowego są jeszcze rogi boczne. Ciała neuronów czuciowych są rozmieszczone poza rdzeniem kręgowym w zgrubieniach – węzłach na tylnych korzeniach. W otworach między dwoma sąsiednimi kręgami przednie i tylne korzenie zlewają się między sobą w mieszane nerwy rdzeniowe, od których biegną odgałęzienia do różnych narządów. W istocie szarej rozmieszczone są przeważnie neurony wstawkowe, które zapewniają łączność między neuronami czuciowymi i ruchowymi.

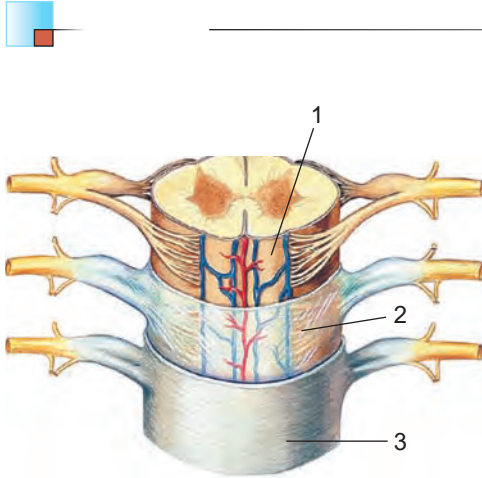
TO CIEKAWIE! Ogólnie w rdzeniu kręgowym człowieka nalicza się około 13 mln neuronów, z których 97% – to neurony wstawkowe.

Jakie opony okrywają rdzeń kręgowy?

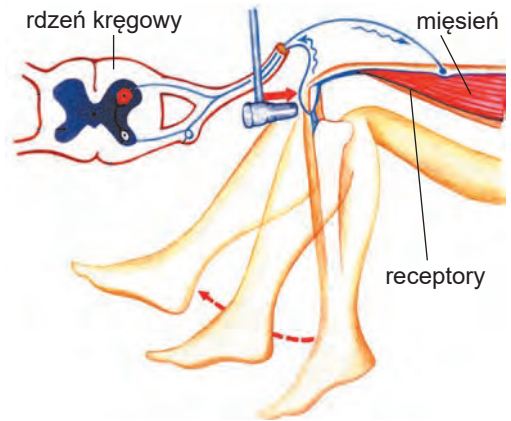
Rdzeń kręgowy okrywają trzy błony łącznotkankowe, zwane oponami: twarda, pajęczynówka i miękka (ryc. 142). Opona twarda znajduje się na zewnątrz. Ona jest utworzona z tkanki włóknistej zbitej ukształtowanej. Głębiej jest rozmieszczona pajęczynówka, zbudowana z tkanki włóknistej zbitej nieukształtowanej. Bezpośrednio powierzchnię rdzenia kręgowego



Ryc. 141. Budowa rdzenia kręgowego: 1. istota biała; 2. istota szara; 3. kanał środkowy; 4. korzeń ruchowy; 5. korzeń czuciowy



Ryc. 142. Opony rdzenia kręgowego:
1. miękka; 2. pajęczynówka; 3. twarda



Ryc. 143. Odruch kolanowy. **Zadanie.** Zbadaj drogę przekazywania pobudzenia

pokrywa opona miękka (błona naczyniowa). Ona też jest utworzona z tkanki łącznej włóknistej, lecz zawiera sieć naczyń krwionośnych. Wraz z nimi ta opona wnika do tkanki mózgowej. Wszystkie trzy opony tworzą jednolitą, całkowitą okrywą otaczającą jak rdzeń kręgowy, tak i mózgowie. Między pajęczynówką i błoną naczyniową jest szeroka przestrzeń wypełniona płynem mózgowo-rdzeniowym.

Jakie są funkcje rdzenia kręgowego? Rdzeń kręgowy wykonuje dwie podstawowe funkcje – odruchową i przewodzącą. **Funkcja odruchowa** polega na tym, że w rdzeniu kręgowym znajdują się ważne ośrodki odruchów bezwarunkowych. W nich zamyka się znaczna liczba łuków odruchowych. Każdy segment rdzenia kręgowego reguluje czynności skóry, mięśni szkieletowych (oprócz mięśni głowy) lub narządów wewnętrznych. Na przykład ośrodek wydalania moczu jest rozmieszczony w odcinku krzyżowym, ośrodek rozszerzania źrenic – w górnym piersiowym segmencie, odruchu kolanowego (ryc. 143) – w odcinku lędźwiowym (ten odruch przejawia się w podnoszeniu nogi przy gwałtownym uderzeniu po ścięgnię poniżej rzepki).

Jeszcze jedna funkcja rdzenia kręgowego – to funkcja **przewodząca**. Wiesz już, że włókna nerwowe, które tworzą istotę białą, łączą różne odcinki rdzenia kręgowego między sobą oraz rdzeń kręgowy z mózgiem. Impulsy nerwowe, nadchodzące do rdzenia kręgowego od receptorów po wstępujących drogach przewodzących, przekazują się do mózgowia, z niego przewodzącymi drogami zstępującymi powracają do rdzenia kręgowego, a stąd – do efektorów. Włókna nerwowe przekazujące pobudzenie od rdzenia kręgowego do mózgowia nazywają się wstępującymi, natomiast przekazujące pobudzenie w kierunku odwrotnym – zstępującymi.

Włókna nerwowe, pełniąc funkcję przewodzącą, zapewniają łączność i skoordynowaną pracę wszystkich odcinków ośrodkowego układu nerwowego.

W ten sposób rdzeń kręgowy odgrywa rolę dwukierunkowej drogi przewodzącej między mózgiem a układem nerwowym obwodowym, steruje prostymi czynnościami odruchowymi (na przykład cofaniem ręki od gorącego przedmiotu).

Czynność rdzenia kręgowego znajduje się pod kontrolą mózgowia regulującego odruchy rdzeniowe.



Jakie bywają zaburzenia czynności rdzenia kręgowego? Zaburzenia czynności rdzenia kręgowego najczęściej są związane z urazami. Na przykład w przypadku złamania kręgosłupa uszkadzają się połączenia rdzenia kręgowego z mózgowiem. Przy tym człowiek może rozmawiać, powracać głową, jeść i pić, jednak czynność mięśni szkieletowych i pobudliwość odcinków ciała, które są unerwiane segmentami rdzenia kręgowego rozmieszczonymi niżej złamania, całkowicie zanikają. Gdy rdzeń kręgowy jest uszkodzony na przykład w odcinku szyjnym, to człowiek nie jest zdolny świadomie poruszać ani rękoma, ani nogami – następuje **paraliż**. Jest to brak dowolnych ruchów wskutek porażenia ośrodków ruchowych ośrodkowego układu nerwowego lub ruchowych dróg nerwowych ośrodkowego lub obwodowego układu nerwowego.

Niebezpieczną chorobą jest zapalenie opon rdzenia kręgowego, któremu towarzyszy znaczne podwyższenie temperatury ciała. Najczęściej jego przyczyną są drobnoustroje lub ochłodzenie ciała. To schorzenie może doprowadzić do utraty pobudliwości i ruchowej aktywności.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: rdzeń kręgowy, kanał środkowy, neurony wstawkowe, funkcja odruchowa i przewodząca rdzenia kręgowego.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

● Rdzeń kręgowy – to część układu nerwowego ośrodkowego, który ma kształt długiego sznura rozmieszczonego w kanale kręgowym. Od niego odchodzi 31 par nerwów rdzeniowych. Odcinek, od którego zaczyna się każda para tych nerwów, nazywa się segmentem. Istota biała rdzenia kręgowego znajduje się z zewnątrz, a pod nią – istota szara. Po środku biegnie kanał wypełniony płynem mózgowo-rdzeniowym. Rdzeń kręgowy pełni funkcję odruchową i przewodzącą.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jaka jest budowa rdzenia kręgowego? 2. Co to jest segment rdzenia kręgowego? 3. Do jakiego rodzaju należą nerwy rdzeniowe? Ile jest par nerwów rdzeniowych? 4. Jakie funkcje pełni rdzeń kręgowy? Jak one są związane z jego budową? 5. Jakie są funkcje płynu mózgowo-rdzeniowego?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż miejsce rozmieszczenia ciał neuronów czuciowych powiązanych z rdzeniem kręgowym: a) w przednich rogach istoty szarej; b) w tylnych rogach istoty szarej; c) w istocie białej; d) w węzłach nerwowych rozmieszczonych poza rdzeniem kręgowym.
2. Wskaż rodzaj nerwów, do których należą nerwy rdzeniowe: a) ruchowe; b) czuciowe; c) mieszane.
3. Wskaż ilość par nerwów odchodzących od szyjnych segmentów rdzenia kręgowego: a) 5; b) 7; c) 8; d) 12.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Ustal powiązania wzajemne między budową i funkcjami rdzenia kręgowego.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Do czego może doprowadzić uszkodzenie odcinka lędźwiowego rdzenia kręgowego? 2. Co może spowodować zaburzenia czynności rdzenia kręgowego? Jakie są skutki tego zaburzenia?



ZADANIE TWÓRCZE. Narysuj schemat łuku odruchowego odruchu kolanowego i wytłumacz go.



§ 37. MÓZGOWIE CZŁOWIEKA: PIEŃ MÓZGU, MÓZDZEK

Przypomnij sobie, co to jest istota szara i biała. Jakie są cechy budowy mózgowia u przedstawicieli różnych gromad zwierząt kręgowych?

Mózgowie – to wyższy odcinek układu nerwowego człowieka. Ono wraz z rdzeniem kręgowym jest częścią ośrodkowego układu nerwowego. Mózgowie mieści się w mózgowcaszce i przez duży otwór potyliczny jest połączone z rdzeniem kręgowym. Mózgowie i rdzeń kręgowy okrywają trzy ochronne opony (miękka, pajęczynówka i twarda). Od niego odchodzi 12 par nerwów czaszkowych. Masa mózgowia noworodka średnio waha się od 330 do 400 g. Zwiększenie masy mózgowia człowieka trwa do 20–25 roku życia. U dorosłego człowieka masa mózgowia wynosi około 1350 g.

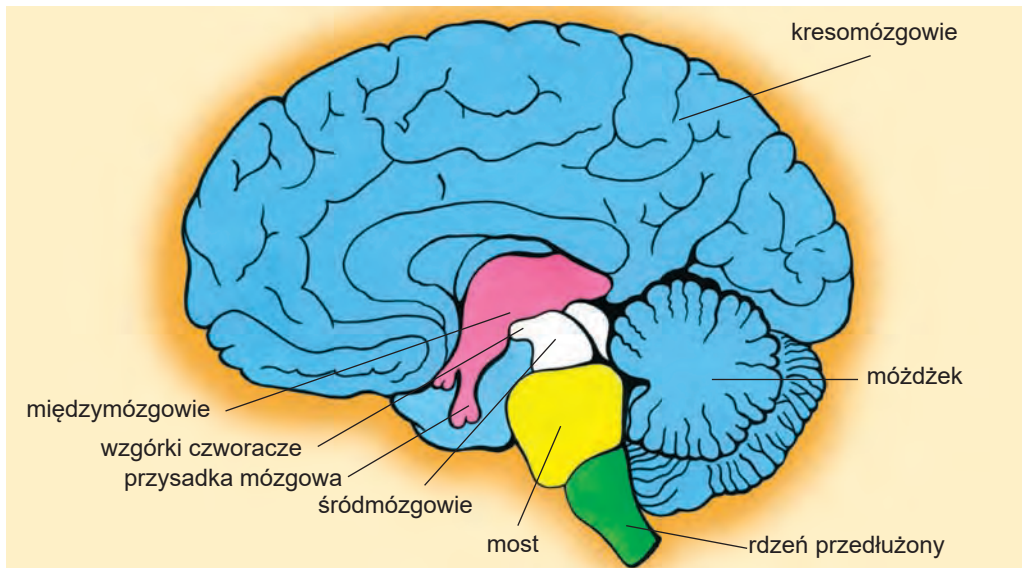
TO CIEKAWIE! Masa mózgowia małp człekokształtnych średnio stanowi: u szympansa – 420g, u goryla – 500 g. U takich olbrzymów, jak słoń indyjski lub płetwal błękitny ona jest znacznie większa – odpowiednio 5000g i 7000 g. Masa mózgowia u różnych ludzi może różnić się, jednak to nie wywiera wpływu na ich zdolności intelektualne. Na przykład mózgowie wybitnego uczonego-chemika Dmitrija Mendielejewa miało wagę 1571 g, a poety George Byrona (czyt. Bajrona) – 2238 g.

W mózgowiu jak też w rdzeniu przedłużonym jest istota biała i szara. Istota biała tworzy jego drogi przewodzące, które łączą różne odcinki mózgowia między sobą i z rdzeniem kręgowym. Istota szara tworzy korę półkul mózgowych oraz mózdzka i w postaci poszczególnych skupień neuronów – jąder podkorowych – leży w istocie białej.

W środku mózgowia znajdują się cztery jamy – **komory**, które są połączone między sobą, z przestrzenią pod pajęczynówką i z kanałem środkowym rdzenia kręgowego. Komory wypełnia płyn, który wykonuje ważną rolę w zapewnieniu normalnej czynności mózgowia. Ten płyn stwarza stosunkowo stałe wewnętrzne ciśnienie, razem z krwią zapewnia przemianę substancji i pełni funkcję ochronną.

Jaka jest budowa i funkcje odcinków mózgowia? W mózgowiu wyróżniamy pień mózgu, mózdzek i przodomózgowie. Pień mózgu zawiera następujące części składowe: rdzeń przedłużony, most i śródmózgowie (ryc. 144).

Pamiętasz, że **rdzeń przedłużony** jest przedłużeniem rdzenia kręgowego (ryc. 144). Jest to historycznie najdawniejszy odcinek mózgowia. Rdzeń przedłużony składa się z istoty białej, w której masie rozmieszczona jest istota szara tworząca poszczególne jądra. Od nich biorą początek ostatnie cztery pary nerwów czaszkowych. W rdzeniu przedłużonym są rozmieszczone ośrodki zapewniające regulację pracy serca, krwioobiegu i oddychania. Niszczenie rdzenia przedłużonego powoduje ustanie oddychania i śmierć. Dlatego tę część mózgowia czasem nazywamy „węzłem życia”. Rdzeń przedłużony reguluje również przemianę materii, wydzielanie soków trawiennych, połykanie, ssanie. Przy udziale rdzenia przedłużonego zachodzą takie reakcje ochronne, jak kichanie, kaszel, wydzielanie łez i in. oraz odruchy niezbędne do utrzymywania określonej postawy. On przewodzi impulsy między rdzeniem kręgowym i rozmieszczonymi wyżej odcinkami mózgowia.



Ryc. 144. Części składowe mózgowia. **Zadanie.** Na podstawie ryciny wymień części składowe pnia mózgu

TO CIEKAWIE! W rdzeniu przedłużonym jak też w innych odcinkach pnia mózgowia jest rozmieszczony *twór siatkowy* – skupienie komórek nerwowych różnego kształtu i rozmiaru z długimi i bardzo rozgałęzionymi krótkimi wypustkami, które tworzą gęstą sieć. Twór siatkowy ciągnie się od rdzenia kręgowego przez pień mózgowy do kresomózgowia i odpowiednio łączy je między sobą. Przez niego „przesiewa się” cała informacja, która ma nadejść do półkul mózgowych. Twór siatkowy odgrywa ważną rolę w regulacji pobudliwości i tonusu wszystkich odcinków ośrodkowego układu nerwowego.

Most łączy między sobą rdzeń przedłużony i śródmózgowie (ryc. 144). Przez niego przechodzą drogi przewodzące wstępujące i zstępujące impulsów nerwowych. Pod względem budowy wewnętrznej most przypomina rdzeń przedłużony – w istocie białej są jądra istoty szarej. Od nich odchodzą V–VIII pary nerwów czaszkowych. Są tu ośrodki kontrolujące mimikę i żucie, postawę i równowagę. Poprzez nerw słuchowy do mostu nadchodzą impulsy od ucha wewnętrznego. Uszkodzeniu w obszarze mostu mogą towarzyszyć zaburzenia zgodności skurczów mięśni-zginaczy i prostowników, słuchu i równowagi.

Między mostem i międzymózgowiem rozmieszczone jest **śródmózgowie** (ryc. 144). Jego górna część składa się z istoty szarej, tworzącej wzgórki czworacze. Jego dwa pierwsze wzgórki zapewniają automatyczne reakcje orientacyjne (ruchy oczu, powracania głowy) na światło, a tylne – na dźwięk. Dolna część śródmózgowia zbudowana jest z istoty białej, zawierającej w środku jądra III i IV pary nerwów czaszkowych, a także jądra pełniące ważną rolę w regulacji tonusu mięśni, szczególnie tych, które utrzymują pionową postawę ciała, przeciwdziałając siłom grawitacyjnym. Są tu też jądra, które regulują odczucie bólu, dokonują odruchy ochronne zgięcia kończyn.

Przez śródmózgowie do góry i w dół przechodzą drogi nerwowe, przekazujące impulsy nerwowe od międzymózgowia do półkul mózgu i odwrotnie.

Zaburzeniom śródmózgowia towarzyszą: utrata zgodności ruchu gałek ocznych, dwojenie się obrazu, niezdolność do wyraźnego widzenia bliskich i dalekich przedmiotów.



Co to jest mózdzek? Jakie są jego funkcje? *Mózdzek* u zarodka kształtuje się jako robakowaty wyrostek mostu, z tego też powodu ich łączy się ich w ogólny zespół – **tyłomózgowie**. U dorosłego człowieka mózdzek jest rozmieszczony bezpośrednio nad mostem i rdzeniem przedłużonym. Mózdzek składa się z dwóch półkul, połączonych między sobą niedużą częścią środkową – robakiem. Powierzchnię mózdzka okrywa istota szara tworząca **korę**. W głębi półkul i robaka jest rozmieszczona istota biała, zawierająca skupienia istoty szarej w postaci jąder. Powierzchnia mózdzka posiada wąskie fałdy, które są rozdzielone licznymi bruzdami (*ryc. 153*).

Podstawowe funkcje mózdzka – to koordynacja ruchów, wyznaczanie ich dokładności, płynności, zachowanie równowagi ciała, utrzymywanie tonusu (stałego przykurczu) mięśni. W przypadku porażenia mózdzku ruchy człowieka stają się niedokładne, niezgrabne, zakłóca się równowaga ciała. Mózdzek jest połączony przez drogi przewodzące z rdzeniem kręgowym, przedłużonym i śródmózgowiem, a także – z korą półkul mózgu.

❖ **Podstawowe terminy i pojęcia: mózgowie, pień mózgu, rdzeń przedłużony, most, śródmózgowie, mózdzek.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Mózgowie rozmieszczone jest w jamie czaszki i otoczone trzema oponami ochronnymi. Od niego odchodzi 12 par nerwów czaszkowych. W mózgowiu wyodrębnia się pień mózgu, mózdzek i przodomózgowie. Do pnia mózgu należą: rdzeń przedłużony, most i śródmózgowie. W różnych odcinkach pnia mózgu są rozmieszczone ośrodki życiowo ważnych odruchów: oddychania, trawienia, przemiany materii, połykania, krwiotęgu i in. Przez niego przechodzą drogi przewodzące (wstępujące i zstępujące), którymi impulsy nerwowe dążą z rdzenia kręgowego do kory półkul mózgowych i odwrotnie. Z mostem jest połączony mózdzek, razem one tworzą tyłomózgowie. Podstawowe funkcje mózdzka – to koordynacja ruchów, wyznaczanie ich dokładności, zachowanie równowagi ciała, podtrzymywanie tonusu mięśni.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakiego rozróżniamy części mózgowia? 2. Jakiego są funkcje różnych części pnia mózgu? 3. Jaka jest budowa i funkcje mózdzka? 4. Do jakich skutków mogą doprowadzić uszkodzenia pnia mózgu?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wybierz szereg z częściami składowymi pnia mózgu: a) rdzeń przedłużony, mózdzek, most; b) międzymózgowie, most, mózdzek; c) rdzeń przedłużony, most, śródmózgowie; d) międzymózgowie, mózdzek, śródmózgowie.
2. Wskaż część składową pnia mózgu, w której są rozmieszczone życiowo ważne ośrodki nerwowe oddychania i kontroli pracy układu krążenia krwi: a) półkule mózgowie; b) międzymózgowie; c) rdzeń przedłużony; d) śródmózgowie.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Wyjaśnij funkcje wszystkich części składowych pnia mózgu.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Dlaczego rdzeń przedłużony jest nazywany „wielką drogą”? Dlaczego jego uszkodzenie jest niebezpieczne dla życia? 2. Czym można wytłumaczyć, że rdzeń przedłużony, most i śródmózgowie oprócz funkcji odruchowej posiadają funkcję przewodzącą, a mózdzek – przeważnie odruchową?



ZADANIE TWÓRCZE. Porównaj budowę mózgowia człowieka z mózgiem przedstawicieli różnych gromad zwierząt kręgowych.

§ 38. MÓZGOWIE CZŁOWIEKA: PRZODOMÓZGOWIE

Przypomnij sobie, z jakich części składa się pień mózgu człowieka. Czym są jądra mózgowia? Co to jest homeostaza?

Pień mózgu od przodu łączy się z przodomózgiem. Składa się na nie międzymózgowie i półkule mózgowe.

Jaka jest budowa i funkcje międzymózgowia? Do międzymózgowia zalicza się wzgórze i podwzgórze (ryc. 145). Do tej części mózgowia dochodzą włókna nerwowe II pary nerwów czaszkowych (wzrokowe).

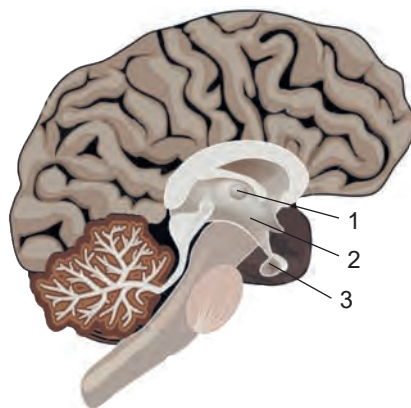
Wzgórze – to odcinek mózgowia składający się ze skupień istoty szarej w postaci jąder. On ogarnia podstawową część międzymózgowia. Wzgórze odpowiada za przekazywanie informacji od wszystkich receptorów, oprócz węchowych, do kory półkul mózgowych. Podwzgórze jest ośrodkiem czucia bólowego, zamykania odruchów warunkowych, procesów uczenia się.

TO CIEKAWE! We wzgórzu można wyodrębnić cztery podstawowe jądra: jedno z nich dokonuje dystrybucji informacji wzrokowej, inne – tej, która nadchodzi od receptorów słuchu, dotyku, równowagi. Gdy informacja od pewnych receptorów nadchodzi do określonego jądra wzgórza, zachodzi tam jej wstępne opracowywanie, to znaczy człowiek początkowo odczuwa temperaturę, pewne wzrokowe lub słuchowe obrazy i itd.

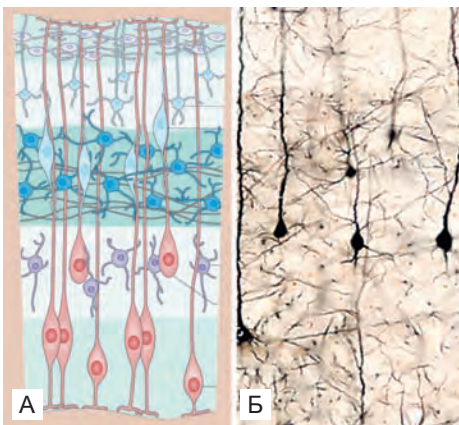
Zdrowie człowieka. Wzgórze wykonuje ważną rolę w procesach zapamiętywania. Jego uszkodzenie może spowodować mimowolne drżenie kończyn w stanie spokoju, częściową utratę pamięci, zaburzenia mowy i świadomości, a więc zdolności do uczenia się.

Podwzgórze jest związane z korą półkul mózgowych, wzgórkiem wzrokowym wzgórza, mózdzkiem i in. W nim mieszczą się ośrodki nerwowe, regulujące wszystkie procesy czynności życiowych: przemianę materii, pracę układu narządów krążenia, gruczołów dokrewnych, przewodu pokarmowego, temperaturę ciała itd. Z podwzgórzem są związane stany snu, czuwania, emocje itd. W jądrach podwzgórza rozmieszczone są też komórki nerwowe produkujące biologicznie aktywne substancje, których oddziaływanie jest podobne do oddziaływania hormonów. Nazywamy je neurohormonami. Wspólnie z gruczołem dokrewnym – przysadką mózgową – podwzgórze kontroluje czynność całego układu dokrewnego – układu gruczołów dokrewnych (dokładnie o tym dowiesz się później).

Jądra podwzgórza otrzymują informację od receptorów środowiska wewnętrznego,



Ryc. 145. Wzgórze (1), podwzgórze (2), przysadka mózgowia (3)



Ryc. 146. A. Schemat neuronowej budowy kory mózgowej. B. zdjęcie neuronów kory

mocy systemu poprzecznych włókien nerwowych, tworzących ciało modzelowate. Ono dokonuje wymiany impulsów nerwowych między półkulami, zapewniając ich skoordynowaną pracę. U człowieka półkule mózgowe stanowią około 80% masy mózgowia. Powierzchnię półkul pokrywa istota szara. Ona tworzy **korę**, pod którą jest rozmieszczona istota biała. W istocie białej znajdują się poszczególne jądra. Do kresomózgowia dochodzą włókna nerwowe pierwszej pary nerwów czaszkowych (węchowych).

Kora w różnych miejscach ma grubość od 1,2 do 4,5 mm. Policzono, że ona zawiera około $10^9 - 10^{11}$ komórek nerwowych, zebranych w warstwy (ryc. 146).

TO CIEKAWIE! Budowę mikroskopową kory półkul mózgowych zbadał Włodzimierz Betz (ryc. 147), który w roku 1860 ukończył Kijowski Uniwersytet Św. Włodzimierza (obecnie jest to Kijowski Narodowy Uniwersytet imienia T. Szewczenki). On jako pierwszy (1873) podał opis pola ruchowego kory mózgowej i odkrył (1874) w nim duże komórki piramidalne (komórki Betza).

Pole powierzchni kory stanowi około 220 000mm². Na powierzchni półkul występują **faldy**, zwane zakrętami mózgu, porozdzielane bruzdami. W nich schowane jest ponad 2/3 powierzchni kory. Wyróżniamy trzy najgłębsze bruzdy półkul: boczna, środkowa i potyliczno-ciemieniowa. One dzielą powierzchnię półkul na cztery podstawowe płaty: czołowy, ciemieniowy, skroniowy i potyliczny (znajdź je na rycinie 148).

Do określonych odcinków kory półkul mózgowych nadchodzi informacja od różnych receptorów. Każdy taki odcinek – ośrodek nerwowy – wykonuje swoje funkcje. *Przypomnij sobie: ośrodek nerwowy* – to całokształt ciała i krótkich wypustek komórek nerwowych, zdolnych do opracowywania informacji i podejmowania decyzji, dotyczącej odpowiedzi w postaci określonej czynności. Te procesy zachodzą w określonych częściach kory – **polach**.



Ryc. 147. W. Betz (1834–1894) – ukraiński anatom i histolog

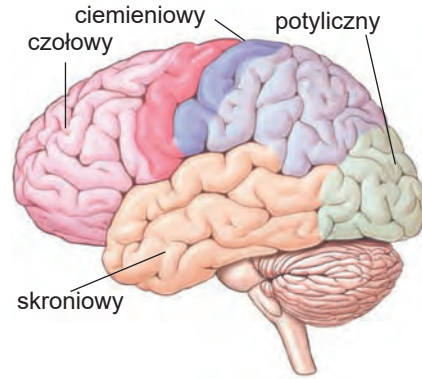
wyznaczają charakter i stopień zakłócenia homeostazy i przy pomocy mechanizmów nerwowych i humoralnych efektywnie wpływają na jego odnawianie.

TO CIEKAWIE! W podwzgórzu są rozmieszczone ośrodki głodu, sytości i pragnienia, ośrodki zadowolenia i agresywnego zachowania. W przypadku uszkodzenia niektórych jego jąder powstaje otyłość lub wyczerpanie organizmu, nadmierne wydzielanie potu.

Jaka jest budowa i funkcje kresomózgowia? Kresomózgowie utworzone jest przez dwie **półkule mózgowe** (prawą i lewą), które są oddzielone od siebie szczeliną podłużną. W głębi tej szczeliny półkule połączone są między sobą przy po-



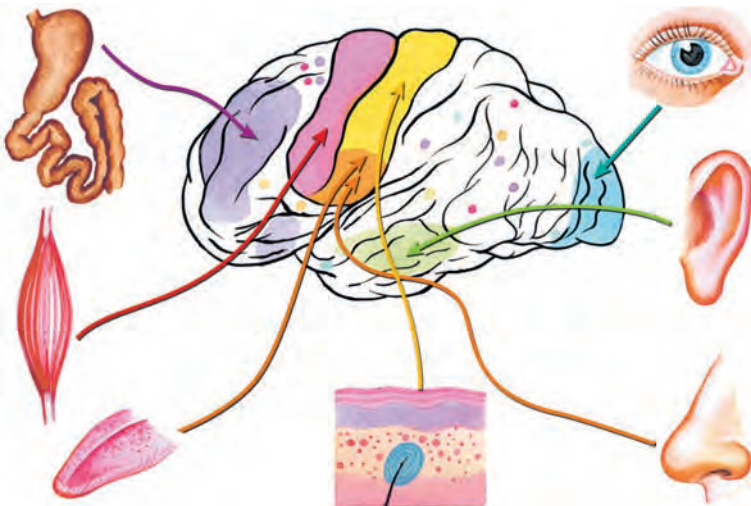
Kora jest całokształtem określonych pól, między którymi nie ma wyraźnych granic. Takich pól, różnych pod względem budowy i pełnionych funkcji, w granicach całej kory nalicza się od 50 do 200. Przy tym należy pamiętać, że za pełnienie określonych złożonych funkcji może odpowiadać kilka pól kory (ryc. 149). Na przykład w płacie ciemieniowym od tyłu bruzdy środkowej rozmieszczone jest *pole czucia skórno-mięśniowego*. Z przodu bruzdy środkowej rozmieszczone jest *pole ruchowe*. W płacie skroniowym jest *pole słuchowe*, w potylicznym – wzrokowe. *Pole smakowe* jest rozmieszczone koło bruzdy bocznej. *Pole mowy* mieści się w kilku odcinkach różnych płatów półkul.



Ryc. 148. Płaty półkul mózgowia

Pod względem pełnionych funkcji pola kory są podzielone na trzy grupy: czuciowe, ruchowe i kojarzeniowe. *Pola czuciowe* pobierają sygnały od określonych receptorów. Na przykład wzrokowe pola czuciowe – od receptorów siatkówki oka, a słuchowe – od receptorów ucha. W *polach ruchowych* w odpowiedzi na nadchodzące impulsy powstają sygnały, które wyznaczają ruchy różnych części ciała i całego organizmu. *Pola kojarzeniowe* pobierają impulsy od różnych receptorów, a także od czuciowych i ruchowych pól kory, zapewniając ich połączenie funkcjonalne. Z tymi polami kory są najbardziej związane wyższe czynności psychiczne, zwłaszcza mowa i jej rozumienie.

ZAPAMIĘTAJ! Korze półkul mózgowych należy decydująca rola w wyznaczeniu zachowań człowieka, postrzeganiu otaczającego świata, wykonywaniu dowolnych ruchów, w procesach uczenia się, pamięci, świadomości i myślenia. A więc kora półkul mózgu – to **źródło ludzkiego intelektu**.



Ryc. 149. Rozmieszczenie niektórych pól nerwowych w korze półkul mózgowych.

Zadanie. Wymień płaty półkul mózgowych, w których one są rozmieszczone



W półkulach mózgu pod istotą szarą (korą) rozmieszczona jest istota biała. Jest to skupienie okrytych błoną włókien nerwowych. Te włókna nerwowe łączą między sobą różne pola kory, a różne pola kory – z rozmieszczonymi niżej częściami pnia mózgu. Skupienia istoty szarej w istocie białej półkul mózgu – to są jądra, których całością tworzy **warstwę podkorową**. W niej rozmieszczone są ośrodki podkorowe czynności nerwowych.

Utrwalimy wiedzę o budowie mózgowia, wykonując doświadczenie laboratoryjne.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Badanie budowy mózgowia (na podstawie atrap, modeli)

Przyrządy i materiały: rozbierane modele mózgu człowieka, atrapy.

1. Podziel model mózgu na dwie połowy. Znajdź ciało modelowate.
2. Na jednej połowie modelu znajdź pień mózgu i jego części składowe: rdzeń przedłużony, most i śródmózgowie.
3. Znajdź na modelu mózdzek. Rozpatrz rozmieszczenie w nim istoty szarej i istoty białej.
4. Znajdź na modelu bruzdy, zwoje oraz płaty mózgowia.
5. W dole modelu mózgu znajdź miejsce, od którego odchodzą nerwy czaszkowe.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** międzymózgowie, wzgórze, podwzgórze, półkule mózgowe (kresomózgowie), pola kory półkul mózgowych.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Przodomózgowie składa się z międzymózgowia i kresomózgowia. Podstawowymi strukturami międzymózgowia są wzgórze i podwzgórze. Kresomózgowie jest najbardziej rozwiniętym odcinkiem mózgowia u człowieka. Ono składa się z dwóch półkul mózgowia połączonych między sobą ciałem modelowatym. Powierzchnia półkul okryta jest istotą szarą, która tworzy korę. Pod korą mieści się istota biała, w której są jądra, tworzące wraz z nią warstwę podkorową.
- Na powierzchni kory występują porozdzielane bruzdami fałdy. Najgłębsze bruzdy dzielą korę na płaty, w których są rozmieszczone pola czuciowe, ruchowe i kojarzeniowe.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jaka jest budowa i funkcje międzymózgowia? 2. Jak są rozmieszczone w półkulach mózgowych istoty szara i biała? 3. Jaka jest budowa półkul mózgowych? 4. Jaka jest budowa kory półkul mózgowych? 5. Co to są pola kory półkul mózgowych? Jakie są ich funkcje?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż płat półkul mózgowych, w którym znajduje się ośrodek słuchowy: a) czołowy; b) potyliczny; c) skroniowy; d) ciemieniowy.
2. Wskaż część układu nerwowego ośrodkowego, od którego zależy złożoność psychicznych czynności człowieka: a) wzgórze; b) podwzgórze; c) rdzeń kręgowy; d) półkule mózgowe.
3. Jakie znaczenie mają bruzdy i fałdy kory półkul mózgowych człowieka: a) chronią struktury półkul mózgowych przed urazami; b) zwiększają powierzchnię kory mózgowia; c) polepszają wymianę gazową mózgowia; d) polepszają dopływ krwi do mózgowia.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Wyjaśnij cechy budowy międzymózgowia i jego znaczenie. II grupa. Wyjaśnij cechy budowy półkul mózgowych i ich znaczenie.



ZASTANÓW SIĘ. Jak można wyznaczyć, za jakie funkcje odpowiadają określone odcinki kory półkul mózgowych?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż tabelę „Pola nerwowe kory półkul mózgowych i ich funkcje”.

§ 39. UKŁAD NERWOWY SOMATYCZNY I WEGETATYWNY

Przypomnij sobie cechy budowy układu nerwowego i układu narządów ruchu. Co to są neurony ruchowe, czuciowe i wstawkowe, ośrodki nerwowe? Jakie nerwy należą do rdzeniowych?

Jakie są funkcje somatycznego układu nerwowego? Wiesz już, że pod względem właściwości funkcjonalnych układ nerwowy dzielimy na somatyczny i wegetatywny (autonomiczny). Somatyczny układ nerwowy ogarnia te części ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego, które unerwiają aparat ruchu i zapewniają pobudliwość naszego ciała (dotykową, bólową, temperaturową).

ZAPAMIĘTAJ! Somatyczny układ nerwowy pełni następujące funkcje:

- pobiera informację od narządów czuć i kieruje ją do ośrodkowego układu nerwowego;
- przekazuje impulsy nerwowe od układu nerwowego ośrodkowego do mięśni szkieletowych, sterując różnorodnymi ruchami naszego ciała.

Przypomnij sobie: wykonywanie przez człowieka różnorodnych ruchów jest związane z pracą neuronów ruchowych. Te komórki nerwowe z długimi aksonami przekazują sygnały od ośrodkowego układu nerwowego do narządów pracujących, zwłaszcza do mięśni szkieletowych. Neurony ruchowe są rozmieszczone w różnych częściach układu nerwowego ośrodkowego: ciała jednych są rozmieszczone w mózgowiu (na przykład w polu ruchowym kory półkul mózgowych i jądrach pnia mózgu). Ciała innych – w rogach przednich rdzenia kręgowego, ich aksony odpowiednio wchodzą w skład nerwów rdzeniowych.

Istnieją dwa rodzaje funkcji ruchowych: utrzymywanie postawy pionowej i ruch. W warunkach naturalnych oddzielić je od siebie nie można. Na przykład w czasie wykonywania ukierunkowanych ruchów ręką lub nogą bierze udział nie tylko ręka czy noga, lecz również cały tułów. Właśnie tułów powinien najpierw przybrać określone położenie (pozycję). Z innej strony, utrzymywanie pozycji wamaga, żeby w odpowiedzi na dowolne wpływy, które ją zakłócają, miały miejsce określone ruchy kompensujące.

TO CIEKAWE! Jak dzieci uczą się chodzić? Najpierw one odrywają swoją rękę od ręki matki, następnie zatrzymują się, próbując całym ciałem odnowić równowagę. Przy wykonywaniu tego ćwiczenia pracują mięśnie całego ciała dziecka, szczególnie rąk i nóg. Potem pierwszy krok! Następnie dzieci doskonalą swoje ruchy, często pomagając rękoma utrzymać równowagę.

Jak zachodzi regulacja ruchów? Wszystkie ruchy (mimowolne i dowolne), które organizm wykonuje dla zaspokojenia swoich potrzeb, są kierowane przez struktury ośrodkowego układu nerwowego. W regulacji prostych odruchów pozycji i ruchów poszczególnych biorą udział odpowiednie struktury rozmieszczone w rdzeniu kręgowym. Ruchy złożone zapewniają wyższe ośrodki ruchowe, rozmieszczone w mózdzku, śródmózgowiu, jądrach podkorowych i korze półkul mózgowych. Każdy z tych ośrodków reguluje odpowiednie ruchy.

Wiesz już, że most, mózdzek i śródmózgowie regulują napięcie (tonus) mięśni szkieletowych, przeważnie tych, które przeciwdziałają sile grawitacyjnej (prostowniki nóg, mięśnie grzbietu), a mózdzek pełni ważną rolę w regulacji równowagi ciała, koordynacji ruchów i in.

ZAPAMIĘTAJ! Regulacja nerwowa aktywności ruchowej jest zapewniana prawie przez wszystkie części ośrodkowego układu nerwowego: od rdzenia kręgowego do pól ruchowych kory półkul mózgowych. Na przykład codziennie bierzesz do rąk pióro i zapisujesz określony tekst. Przy tym wykonujesz szereg złożonych ruchów dowolnych. Podaj analizę schematu, podanego na rycinie 150.

Programy dowolnych ruchów są założone w polach kojarzeniowych kory i jąder podkorowych. Istnieją zarówno wrodzone, jak i nabyte programy ruchowe. Najpierw neurony czuciowe przekazują sygnał o stanie układu narządów ruchu od receptorów mięśni, ścięgien, stawów, skóry, wzroku, słuchu i równowagi przez wzgórze (jak pamiętasz, jest to część międzymózgowia) do pola ruchowego kory mózgu. Następnie neuron ruchowy od kory półkul mózgu nadśyła sygnał do neuronów ruchowych rdzenia kręgowego, a te z kolei wpływają na mięsień, skutkiem czego jest ruch.

Zdrowie człowieka. Człowiek może doskonalić ruchy dowolne przy pomocy ćwiczeń – uczeń klas początkowych z biegiem czasu poprawia swój charakter pisma, który staje się indywidualny.

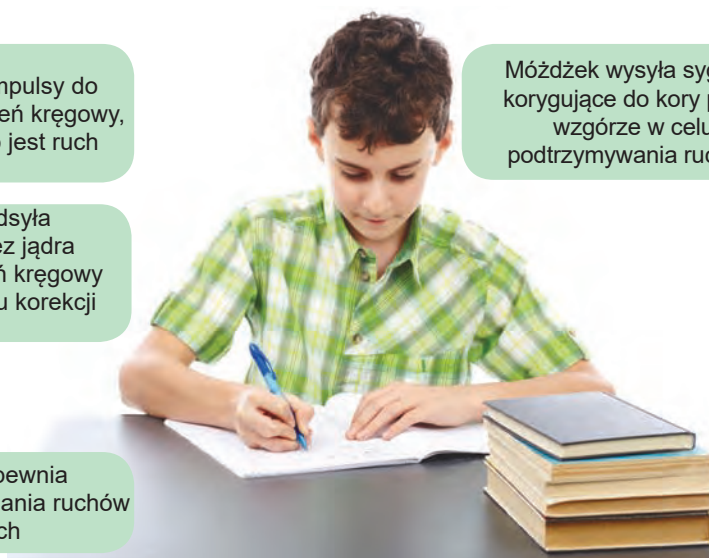
Jeżeli człowiek od urodzenia stale porusza się (chodzenie, bieg i in.), jest to gwarancją jego zdrowia. Mózg człowieka potrafi wszystko rejestrować, w tym również potrzebę wykonywania różnych ćwiczeń fizycznych. Dlatego staraj się założyć w mózgowiu informację o regularnym wykonywaniu ćwiczeń fizycznych, które staną się potrzebą. Jeżeli w okresie dorastania obniża się ruchliwość, może to z czasem stać się jedną z przyczyn różnorodnych schorzeń.

Kora nadśyła impulsy do mięśnia przez rdzeń kręgowy, skutkiem czego jest ruch

Mózdzek nadśyła informację przez jądra podkorowe i rdzeń kręgowy do mięśnia w celu korekcji ruchów

Mózdzek zapewnia dokładność wykonania ruchów złożonych

Mózdzek wysyła sygnały korygujące do kory przez wzgórze w celu podtrzymywania ruchów



Ryc. 150. Schemat regulacji ruchów dowolnych człowieka

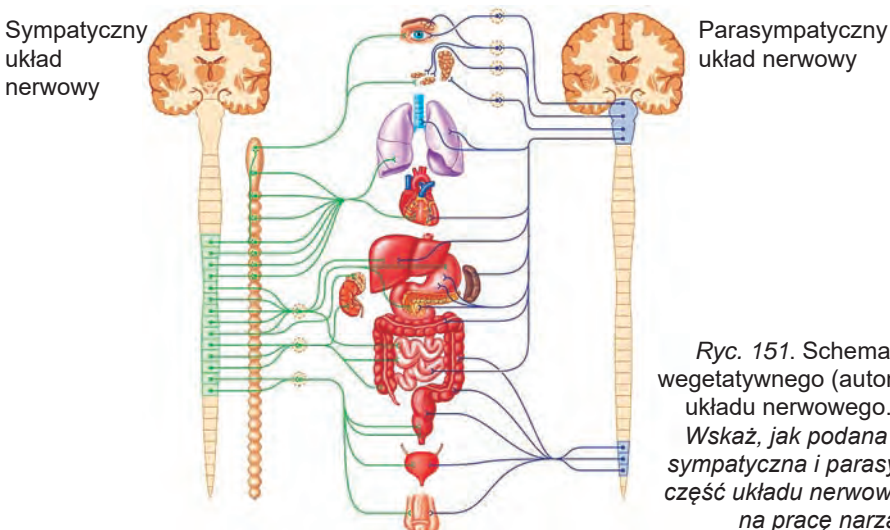


Jakie są funkcje wegetatywnego układu nerwowego? Do wegetatywnego (autonomicznego) układu nerwowego należą wszystkie części, regulujące czynności narządów wewnętrznych, mięśni naczyń gładkich, jelit, różnych gruczołów, a także serca. A więc on reguluje procesy wymiany materii naszego organizmu.

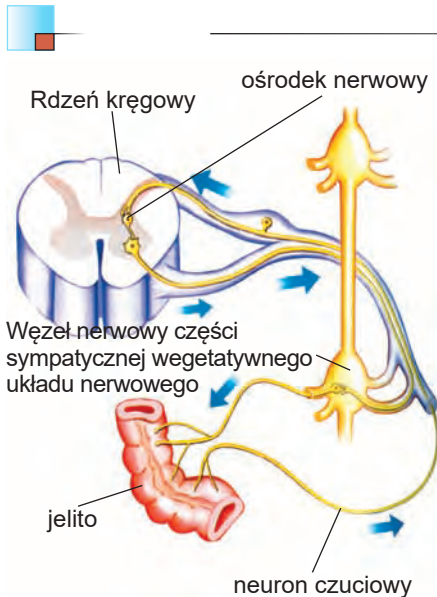
ZAPAMIĘTAJ! Podstawową funkcją wegetatywnego (autonomicznego) układu nerwowego jest podtrzymywanie homeostazy – stałości dynamicznej wewnętrznego środowiska organizmu. Jego czynność nie podporządkowuje się woli, mimo że jest regulowana przez rdzeń kręgowy i mózgowie. Dzięki tej właściwości życiowo ważne narządy (serce, naczynia krwionośne, żołądek, płuca i in.) nie przestają wykonywać swoich funkcji nawet wtedy, kiedy człowiek traci świadomość.

Jak zachodzi regulacja nerwowa narządów wewnętrznych? Układ nerwowy wegetatywny złożony jest z ośrodków nerwowych, rozmieszczonych w mózgowiu i rdzeniu kręgowym, a także z nerwów odchodzących od ośrodkowej części układu nerwowego, ich zwojów i węzłów nerwowych. Pod względem cech budowy i funkcji układ nerwowy wegetatywny dzieli się na dwie części: *sympatyczną (współczulną)* i *parasympatyczną (przywspółczulną)*. Nadchodzące od nich impulsy działają przeciwstawnie względem siebie na pracę określonego narządu. Część sympatyczna pobudza pracę serca, natomiast część parasympatyczna – hamuje. Wydzielanie soku żołądkowego następuje pod wpływem nerwowych impulsów, nadchodzących od części parasympatycznej, a część sympatyczna odwrotnie – spowalnia ten proces. Należy zaznaczyć, że określone narządy (naczynia krwionośne, gruczoły potowe oraz mięśnie podnoszące włosy) znajdują się pod kontrolą tylko części sympatycznej wegetatywnego układu nerwowego (ryc. 151).

ZAPAMIĘTAJ! Cechami unerwienia, które wykonuje sympatyczna i parasympatyczna część wegetatywnego (autonomicznego) układu nerwowego jest to, że ono odbywa się przy udziale dwóch neuronów. Ciało jednego z nich (*pierwszego*) wchodzi w skład ośrodków nerwowych układu nerwowego ośrodkowego, a ciało *drugiego* – za jego granicą.



Ryc. 151. Schemat budowy wegetatywnego (autonomicznego) układu nerwowego. **Zadanie.** Wskaż, jak podana na rycinie część układu nerwowego wpływa na pracę narządów



Ryc. 152. Schemat regulacji narządów wewnętrznych (na przykładzie jelita).
Zadanie. Wy tłumacz drogę regulacji pracy jelita

Zwoje części sympatycznej są rozmieszczone w bocznych rogach istoty szarej piersiowego i lędźwiowego odcinków rdzenia kręgowego (ryc. 152). Tam znajdują się ciała neuronów, od których odchodzą wypustki. Te wypustki dążą do węzłów nerwowych dwóch łańcuszków sympatycznych, które są rozmieszczone po obydwu bokach rdzenia kręgowego: od podstawy czaszki do odcinka krzyżowego kręgosłupa. W węzłach znajdują się ciała drugich sympatycznych neuronów. W ten sposób ciała drugich neuronów są oddalone od narządów, które one unerwiają. Dlatego te neurony przeważnie posiadają bardzo długie wypustki (aksony) (ryc. 152).

Zwoje części parasympatycznej układu nerwowego są rozmieszczone w ośrodkach nerwowych pnia mózgu i w odcinku krzyżowym rdzenia kręgowego. W tych zwojach nerwowych rozmieszczone są ciała pierwszych neuronów. Od nich odchodzi kilka par

długich nerwów, dążących do zwojów nerwowych parasympatycznych, gdzie są rozmieszczone ciała drugich neuronów. W odróżnieniu od sympatycznych zwojów nerwowych, parasympatyczne są rozmieszczone w narządach, które one unerwiają lub koło nich.

Części sympatyczna i parasympatyczna układu nerwowego współdziałają między sobą. Ogólną kontrolę funkcji układu nerwowego dokonuje kora półkul mózgowych (część czołowa) i określone twory podkorowe. A więc układ nerwowy zapewnia całkowitą odpowiedź organizmu na zmiany zachodzące w otaczającym środowisku i środowisku wewnętrznym organizmu.

Większość narządów jest unerwiana zarówno przez część sympatyczną, jak i część parasympatyczną układu nerwowego, które działają na narządy przeciwnie (patrz tabelę 11).

Tabela 11

Wpływ części sympatycznej i parasympatycznej układu nerwowego na czynność niektórych narządów

Narządy i funkcje	Wegetatywny układ nerwowy	
	Część sympatyczna	Część parasympatyczna
Serce	Przyspiesza i wzmacnia jego skurcze	Spowalnia jego skurcze
Naczynia krwionośne	Zwęża	Rozszerza (w niektórych narządach)
Ciśnienie krwi	Podwyższa	Zniża
Oddychanie	Przyspiesza	Spowalnia
Żrenice oka	Rozszerza	Zwęża

Narządy i funkcje	Wegetatywny układ nerwowy	
	Część sympatyczna	Część parasympatyczna
Gruzoły: ślinowe, trawienne żołądka i jelita	Zmniejsza wydzielanie śliny i soków trawiennych	Wzmaga wydzielanie śliny i soków trawiennych
Aktywność ruchowa żołądka i jelita	Spowalnia się	Wzmaga się
Skóra	Wzmaga wydzielanie potu	Nie działa

Zadanie. Wykorzystując dane tabeli 11, podaj charakterystykę funkcji sympatycznej i parasympatycznej części wegetatywnego układu nerwowego.

Sympatyczna część wegetatywnego układu nerwowego wzmaga czynność organizmu w warunkach, które wymagają mobilizacji sił fizycznych, rozumowych i emocjonalnych, a parasympatyczna – zapewnia odnowienie reśursów zużytych podczas wykonywanych czynności.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia:** somatyczny i wegetatywny (autonomiczny) układ nerwowy, sympatyczna i parasympatyczna część wegetatywnego układu nerwowego.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Aktywność ruchowa człowieka jest regulowana przez różne części somatycznego układu nerwowego: od rdzenia kręgowego do kory półkul mózgowych. Dowolne ruchy zapewnia kora półkul mózgowych. Układ nerwowy wegetatywny (autonomiczny) dzieli się na część sympatyczną i parasympatyczną, które oddziałują antagonistycznie na pracę określonego narządu. On zapewnia regulację czynności wszystkich narządów wewnętrznych człowieka. Czynność autonomicznego układu nerwowego nie zależy od woli człowieka.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

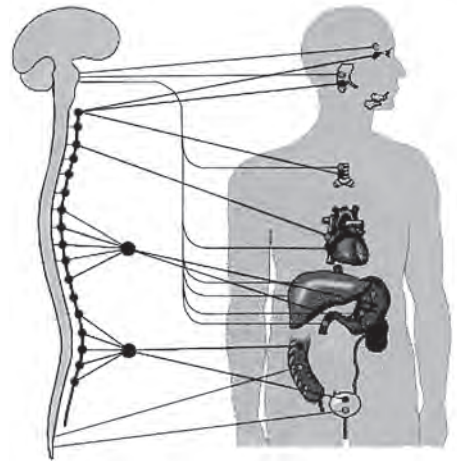
1. Co to jest układ nerwowy somatyczny? 2. Jakie neurony nazywamy ruchowymi?
3. Jaka jest rola kory półkul mózgowych w regulacji ruchowej aktywności człowieka?
4. Jaką funkcję pełni wegetatywny (autonomiczny) układ nerwowy? Z jakich części on jest złożony? 5. Jakie są cechy funkcjonowania autonomicznego układu nerwowego?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż struktury układu nerwowego, które odpowiadają za regulację koordynacji ruchów: a) rdzeń przedłużony; b) most; c) śródmózgowie; d) mózdzek.
2. Wskaż segmenty rdzenia kręgowego, w których znajduje się środkowy odcinek sympatycznej części autonomicznego układu nerwowego: a) szyjne i piersiowe; b) tylko szyjne; c) piersiowe i lędźwiowe; d) lędźwiowe i krzyżowe.
3. Wskaż części składowe mózgu i segmenty rdzenia kręgowego, w których znajduje się środkowy odcinek parasympatycznej części autonomicznego układu nerwowego: a) półkule mózgowie; b) tylko pień mózgu; c) w pniu mózgu i segmentach krzyżowych rdzenia kręgowego; d) w segmentach piersiowych i lędźwiowych rdzenia kręgowego.
4. Wskaż neurony autonomicznego układu nerwowego, których ciała wchodzą w skład ośrodkowego układu nerwowego: a) tylko pierwsze; b) tylko drugie; c) jak pierwsze, tak i drugie; d) ciała neuronów autonomicznego układu nerwowego nie wchodzą.



Ryc. 153. Skutki chodzenia z kijami



Ryc. 154. Narządy, które są unerwiane przez autonomiczny układ nerwowy



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Wyjaśnij szczegóły budowy i funkcjonowania somatycznego układu nerwowego. II grupa. Opisz na konkretnym przykładzie regulację ruchów człowieka. III grupa. Opisz wpływ autonomicznego układu nerwowego na czynność konkretnego narządu.



ZASTANÓW SIĘ! Dlaczego u dzieci, kiedy one uczą się chodzić, ruchy są niedostatecznie skoordynowane? Dlaczego u starszych ludzi czasem zakłóca się koordynacja ruchów?



ZADANIE TWÓRCZE

1. Na *rycinie 153* pokazano wpływ na organizm człowieka chodzenia z kijami. Ten rodzaj aktywności fizycznej rozpowszechniony jest u narodów krajów skandynawskich (Finów, Szwedów itd.). Historycznie jego korzenie pochodzą od pasterzy i pielgrzymów, którzy wykorzystywali kije. Wymień skutki chodzenia z kijami. Dlaczego człowiek osiąga takie skutki?
2. Na podstawie *ryciny 154* wymień narządy, które są unerwiane przez część sympatyczną autonomicznego układu nerwowego.

§ 40. PROFILAKTYKA SCHORZEŃ UKŁADU NERWOWEGO

Przypomnij sobie, co to jest kora. Co to jest wylew, paraliż, wirusy?

Jakie zdarzają się zaburzenia czynności układu nerwowego człowieka?

Przyczynami zaburzeń czynności układu nerwowego człowieka mogą być różne czynniki zewnętrzne: urazy mechaniczne i elektryczne porażenie ośrodkowych i peryferycznych struktur układu nerwowego (uszkodzenie rdzenia kręgowego, wstrząs mózgu, niszczenie neuronów), przegrzanie i wychłodzenie organizmu (zapalenie nerwów, opon rdzenia kręgowego i mózgowia), choroby zakaźne spowodowane wirusami, bakteriami i in. (zapalenie mózgu, zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych), wpływ różnych trucizn. Mogą je również spowodować zakłócenia normalnego funkcjonowania organizmu: pogorszenie lub ustanie dopływu krwi do określonej części układu nerwowego, głodowanie, niedobór witamin, szcze-



gólnie grupy B. Zaburzenie uzgodnionej pracy części sympatycznej i parasympatycznej wegetatywnego układu nerwowego może doprowadzić do zawrotów głowy.

TO CIEKAWIE! Niektóre cząsteczki białek, które zmieniły się – priony, zdolne są do spowodowania śmiertelnie niebezpiecznych schorzeń układu nerwowego. Człowiek może zakazić się, spożywając mięso lub wyroby z mięsa, które zawierają priony.

Polyneuritis – wielokrotne zapalenie nerwów obwodowych.

Zdrowie człowieka. Brak tlenu też szkodliwie wpływa na funkcjonowanie układu nerwowego, skutkiem czego jest niszczeniu neuronów, zakłócenie łączności między neuronami i spowolnienie odruchów. Oto dlaczego człowiekowi, szczególnie dzieciom, potrzebne są spacer, zabawy, uprawianie sportu na świeżym powietrzu. Taka czynność jest też niezbędna dla odpoczynku układu nerwowego podczas obciążeń umysłowych i fizycznych.

Szczególnie ujemny wpływ na układ nerwowy wywiera używanie alkoholu, narkotyków, palenie. Alkohol, niszcząc błony neuronów, powoduje niszczenie części komórek nerwowych, zwłaszcza kory mózgowej i mózdzka, zakłóca przewodzenie impulsu nerwowego po nerwach, przekazywanie impulsów nerwowych od nerwów na mięśnie. Wskutek tego pogarsza się koordynacja ruchów, stają się słabsze kończyny, powstaje drżenie mięśni, następuje niesprawność umysłowa.

Nikotyna, wchodząca w skład dymu tytoniowego, wywiera skurcze naczyń mózgowia i rdzenia kręgowego, zakłócając dopływ krwi do tych struktur.

Narkotyki, które oddziałują pobudzająco i nasennie, bardzo prędko wycieńczają układ nerwowy i cały organizm, powodując zaburzenia fizyczne i psychiczne, naruszenie zucia węchowego, smakowego, wzrokowego i in.

Najczęściej spotykanymi zaburzeniami czynności układu nerwowego są nerwice. Dla nich są charakterystyczne natrętne, histeryczne zaburzenia psychiki, a także tymczasowe obniżenie umysłowej i fizycznej zdolności do pracy. Nerwice powodują długotrwałe silne ujemne emocje związane z trudnościami w uczeniu się, problemami w rodzinie. Pod względem objawów nerwice dzielimy na kilka form: neurastenię, histериę i psychastenię.

Neurastenia rozwija się wskutek przemęczenia, niedożywiania, zatrucia narkotykami, przewlekłych zakażeń i in. To schorzenie zwykle jest związane z nadmiernym natężeniem procesów hamowania, to znaczy zdolności do powstrzymywania się, brakiem opanowania. Dlatego neurasteników cechuje drażliwość i wzmożona pobudliwość, porywczosć, nietolerowanie zaprzeczeń, brak opanowania. Oni odczuwają wzmożone zmęczenie po wysiłku, szczególnie umysłowym. Często towarzyszy temu apatia, ból głowy, zawroty głowy, zaburzenia snu. U chorego są mocno wyrażone reakcje wegetatywne: on to czerwienieje, to blednie, kończyny stają się zimne, powstaje uczucie swędzenia skóry itd.

Histeria charakteryzuje się przeważaniem emocji nad rozumem (czynności podkorowych nad czynnościami kory półkul mózgowia). Dlatego histeryk nieodpowiednio (nieadekwatnie) reaguje na pobudzenia zewnętrzne. Typowym objawem tego schorzenia jest atak histeryczny, powstający w odpowiedzi nawet na nieznaczącą nieprzyjemność. Podczas ataku chory płacze lub śmieje się, może nawet upaść. Takich ludzi cechuje zmienny nastrój. Osłabienie procesów nerwowych warunkuje podwyższoną zdolność do sugestii i autosugestii.

Psychastenia, lub **nerwica natręctw**, objawia się niezdecydowaniem, brakiem wiary w swoje możliwości. Ten stan pod wielu względami jest stanem przeciwstawnym do histerii. Dla niego charakterystyczne jest przeważanie kory półkul mózgowych nad ośrodkami emocyjnymi. U takich ludzi są zubożałe emocje i myślenie obrazowe,



stałe poczucie niepełnowartościowości, niepewności siebie; oni muszą przemyśleć każdą swoją czynność, ciężko podejmują jakąkolwiek decyzję, nieskończenie długo analizują swoje uczynki. W świadomości chorego człowieka powstają natarczywe wspomnienia, lęki, bywają też natrętne czynności. Powstają stałe wahania, dotyczące poprawności postępowania, strach przed samotnością, ciemnością, klęskami. Taki stan może również powstać u zdrowego człowieka w przypadku przemęczenia.

Trwałe nerwice mogą z czasem przerosnąć w **psychozy** związane z uszkodzeniem struktur ośrodkowego układu nerwowego. Im często towarzyszy majaczenie, halucynacje i in. Przy tym reakcje psychiczne chorego człowieka nie odpowiadają realnej sytuacji.

Zdrowie człowieka. Jeżeli istnieje podejrzenie psychastenii, ważne jest, aby pozwolić dziecku odpocząć, dotrzymywać reżimu snu (kłaść się spać o 22.00 i wstawać o 7.00); przed snem wskazane są przechadzki, lekki wysiłek fizyczny, sport. Stany neurotyczne z silnymi objawami wymagają szczegółowych badań i leczenia. Jeżeli obserwujesz u siebie nadmierne obciążenie układu nerwowego, zgłoś się do szkolnego psychologa, który cię wysłucha i udzieli fachowej pomocy.

Jakie są środki profilaktyki schorzeń układu nerwowego? Wiesz, że łatwiej zapobiec chorobie niż ją potem leczyć. Dlatego znajomość objawów i skutków choroby jest podstawowym sposobem jej zapobiegania. Często do odnowienia funkcjonalnego stanu układu nerwowego i organizmu wystarczy zwiększyć czas aktywnego odpoczynku, zmienić warunki, usunąć przyczyny powstawania tych stanów. Najefektywniejszymi i najdawniejszymi sposobami zdejmowania napięcia psychicznego, które często obserwujemy u nastolatków, są zainteresowania twórczością, muzyką, turystyką, wychowaniem fizycznym i sportem. Ważne jest, żeby życie było wypełnione niezbędną i ciekawą działalnością, która by zapewniała normalne życie i przynosiła satysfakcję duchową.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia:** neurastenia, histeria, psychastenia, nerwice, psychozy.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

• Najbardziej rozpowszechnionymi zaburzeniami czynności układu nerwowego, szczególnie u dzieci, są nerwice. Przyczyną powstawania nerwic jest nadmierne obciążenie funkcji komórek nerwowych kory mózgowia. Podstawowymi czynnikami powodującymi nerwice są długotrwałe, silne emocje ujemne, związane z trudnościami w uczeniu się, wychowaniem w rodzinie. Pod względem występujących objawów nerwice dzielimy na: neurastenię, nerwicę natręctw, histerię.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

Jakie znasz funkcjonalne zaburzenia układu nerwowego? Jaki wpływ one wywierają na zdrowie człowieka? Jakie znasz środki profilaktyki schorzeń układu nerwowego?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż jeden z rodzajów nerwicy, którego podstawą jest przeważanie emocji nad rozumem (czynności podkorowych nad czynnościami kory półkul mózgowia): a) neurastenia; b) histeria; c) psychastenia.
2. Zaznacz trwałość snu (w godzinach), która jest niezbędna dla odnowienia sił ucznia.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Zaproponuj działania skierowane na zapobieganie nerwicom.



ZASTANÓW SIĘ. Zastanów się, jakie działania należy podjąć, jeżeli dziecka dostało ataku hysterii?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż swój regulamin dnia na tydzień.

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

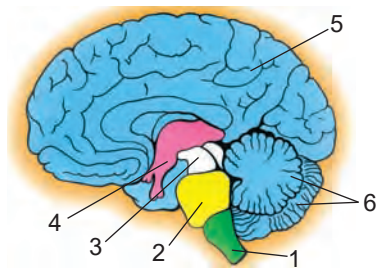
Wybierz jedną poprawną odpowiedź

- Wskaż, z czego jest utworzona kora półkul mózgowych: a) z ciał neuronów i ich krótkich wypustek; b) z krótkich wypustek neuronów; c) z długich wypustek neuronów; d) z długich i krótkich wypustek neuronów.
- Wskaż substancję, z której jest utworzona warstwa podkorowa półkul mózgowia: a) tylko istota biała; b) tylko istota szara; c) skupienia istoty szarej w białej; d) skupienia istoty białej w szarej.
- Wskaż części składowe ośrodkowego układu nerwowego: a) mózgowie, nerwy rdzeniowe; b) rdzeń kręgowy, nerwy czaszkowe; c) mózgowie, rdzeń kręgowy; d) rdzeń kręgowy, nerwy rdzeniowe.
- Wybierz szereg części składowych przodomózgowia: a) rdzeń przedłużony, most, mózdzek, międzymózgowie; b) rdzeń przedłużony, most, mózdzek, śródmózgowie; c) rdzeń przedłużony, śródmózgowie, mózdzek, międzymózgowie; d) międzymózgowie, kresomózgowie.
- Wskaż ośrodki nerwowe, które są rozmieszczone w potylicznej części mózgowia: a) wzrokowe; b) słuchowe; c) ruchowe; d) węchowe.
- Wskaż ośrodki nerwowe, które są rozmieszczone w skroniowej części kresomózgowia: a) słuchowe; b) ruchowe; c) wzrokowe; d) węchowe.
- Wskaż część mózgowia, w której rozmieszczone są ośrodki koordynacji ruchów: a) rdzeń przedłużony; b) most; c) międzymózgowie; d) mózdzek.
- Wybierz części składowe obwodowego układu nerwowego: a) pień mózgu; b) kresomózgowie; c) rdzeń kręgowy; d) nerwy czaszkowe.
- Wskaż część składową mózgowia, w której jest rozmieszczone podwzgórze: a) rdzeń przedłużony; b) most; c) śródmózgowie; d) międzymózgowie.
- Wskaż rozbieżność między budową i funkcjami sympatycznej i parasympatycznej części wegetatywnego (autonomicznego) układu nerwowego człowieka: a) rozmieszczenie ich ośrodków; b) sympatyczne węzły nerwowe są złożone z istoty białej, a parasympatyczne – z szarej; c) parasympatyczne węzły nerwowe są złożone z istoty białej, a sympatyczne – z szarej; d) ciała drugich neuronów sympatycznych są rozmieszczone bezpośrednio koło narządów lub w samych narządach, które one unerwiają.

Utwórz logiczne pary

11. Ustal odpowiedniość między częściami mózgowia (cyfry na rycinie) i ich nazwami.

- A. kresomózgowie
- B. międzymózgowie
- C. rdzeń przedłużony
- D. most
- E. śródmózgowie



ZASTANÓW SIĘ

12. Jeszcze w starożytności anatomowie nazywali rdzeń przedłużony „węzłem życiowym”. Za pomocą argumentów potwierdź lub sprostuj ten punkt widzenia.



Temat 8

ZWIĄZEK MIĘDZY CZŁOWIEKIEM A ŚRODOWISKIEM ZEWNĘTRZNYM. UKŁAD NARZĄDÓW CZUCIA

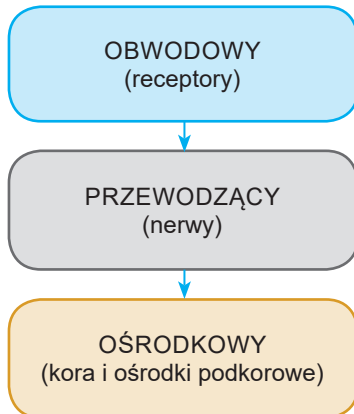
Człowieka otacza zadziwiający świat bogaty w kolory, dźwięki, zapachy. Jak człowiek je odbiera i otrzymuje pełny obraz otaczającej go rzeczywistości?

§ 41. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA UKŁADU NARZĄDÓW CZUCIA CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, co to są receptory. Jakie neurony nazywamy neuronami czuciowymi, a jakie – neuronami ruchowymi? Gdzie znajdują się ośrodki nerwowe w korze mózgowej?

Co to są narządy zmysłów, jak one działają? Nasz mózg stale otrzymuje informację o wszystkich zmianach otaczającego środowiska, również i o stanie wewnętrznym organizmu. Tę informację odbierają, analizują i przetwarzają narządy zmysłów. Są one również nazywane analizatorami.

Układ narządów czucia – to całokształt narządów czucia wraz z receptorami i części składowych ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego, które odbierają i analizują różne podrażnienia nadchodzące ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego. W układzie narządów czucia rozróżniamy trzy odcinki: obwodowy, przewodzący i ośrodkowy (ryc. 155).



Ryc. 155. Schemat ogólnej struktury układów narządów czucia

Odcinek obwodowy stanowią receptory, które odbierają określony rodzaj podrażnienia. Te receptory wchodzi w skład określonego narządu zmysłu lub są rozmieszczone w tkankach. Odcinek przewodzący składa się z neuronów czuciowych, które odchodzą od receptorów oraz jądra pnia mózgu. Po nich impulsy nerwowe są przekazywane do ośrodkowego odcinka układu narządów czucia. Ośrodkowy odcinek – to określone odcinki ośrodkowego układu nerwowego (kory i podkorowych ośrodków mózgowia), gdzie są analizowane podrażnienia i powstają odczucia. W tym odcinku powstaje również odpowiedź na pobudzenia nadchodzące od receptorów.

ZAPAMIĘTAJ! Układy czucia zapewniają reakcje przystosowawcze organizmu w odpowiedzi na



działanie bodźców środowiska zewnętrznego i wewnętrznego. Uszkodzenie któregośkolwiek odcinka układu narządów czucia prowadzi do utraty zdolności rozróżniania określonych podrażnień.

Jakie są rodzaje receptorów? Jak już wiesz, receptory – to wyspecjalizowane komórki zmysłowe, które odbierają podrażnienia ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego oraz przetwarzają je na impulsy nerwowe. Receptorami mogą być nerwowe zakończenia w tkankach lub wyspecjalizowane komórki, które wchodzi w skład różnych narządów czucia. Rozróżniamy następujące receptory:

- mechanoreceptory – odbierają ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego różne bodźce mechaniczne; wchodzi w skład narządów słuchu, równowagi, skóry, aparatu ruchowego, narządów wewnętrznych itd.
- chemoreceptory – odbierają wpływ różnych substancji chemicznych; do nich należą receptory smaku i węchu oraz te, które są rozmieszczone w tkankach i ściankach naczyń krwionośnych i limfatycznych itd.
- fotoreceptory – reagują na działanie promieni słonecznych; wchodzi w skład narządu wzroku;
- termoreceptory – reagują na zmiany temperatury środowiska zewnętrznego i wewnętrznego; znajdują się w skórze i narządach wewnętrznych;
- receptory wrażeń bólowych (nocyceptory)-pozwalają na czas reagować na zaburzenia czynności narządów wewnętrznych lub niebezpieczne wpływy bodźców środowiska zewnętrznego.

Jak funkcjonują receptory? Całokształt receptorów, związanych z określonym neuronem ośrodkowego układu nerwowego, tworzy pole recepcyjne. Aby receptory odbierały określony bodziec, trzeba, aby on podziałał na nich z określoną siłą. Na przykład narząd słuchu człowieka może odbierać fale dźwiękowe z częstotliwością nie mniejszą niż 16 i nie większą niż 20 000 drgań na sekundę. Przy tym różne receptory, które wchodzi w skład pola recepcyjnego, mają różny próg wrażliwości na działanie bodźca (jedne receptory w narządzie słuchu człowieka potrafią odbierać niskie dźwięki, a inne – wysokie).

ZAPAMIĘTAJ! Fizjologiczna rola receptorów polega na tym, że one przetwarzają jedne rodzaje energii bodźców: fizyczną (mechaniczną, cieplną i in.) lub chemiczną na energię elektryczną impulsów nerwowych. Następnie po neuronach czuciowych one są przekazywane do określonych pól kory półkul kresomózgowia. Tu informacja nadchodząca od receptorów odbija się w świadomości człowieka w postaci obrazów subiektywnych – odczuć, odzwierciedleń, wyobrażeń. W mózgowiu pobudzenia nadchodzące od narządów czucia są analizowane, od niego również nadchodzą sygnały do narządów, które odpowiadają za wykonywanie określonych funkcji. Na przykład, zobaczywszy na drodze ostry przedmiot, człowiek go omija, usłyszawszy dźwięk telefonu, reaguje na niego.

Jedną z istotnych właściwości receptorów jest ich adaptacja, czyli przystosowanie się do działającego bodźca. Jeżeli bodziec działa długo, próg wrażliwości układu czucia zniża się. Tak więc człowiek, który przyjechał po długim pobycie na łonie przyrody (np. w lesie) do miasta, początkowo jest bardzo wrażliwy na hałasy (ruchu transportu, głośnych rozmów), ale po pewnym czasie takie hałasy zwracają coraz mniej jego uwagi. Receptory wzrokowe są zdolne do szybkiego przystosowania się



zarówno do jaskrawego oświetlenia, jak i ciemności. Najtrudniej przystosowują się do działania bodźców receptory bólu.

Jeżeli określony bodziec okresowo działa na układ czucia i przy tym za każdym razem siła jego działania stopniowo wzrasta, wzrasta również jego wrażliwość. Na przykład kucharze lepiej niż ludzie innych zawodów rozpoznają jakość pokarmu; kierowcy rozpoznają na podstawie dźwięku silnika, co to pracuje, jego stan itd. Należy podkreślić, że wrażliwość układów czucia na działanie określonych bodźców można zwiększać tylko do pewnej granicy, często ta zdolność jest określana dziedzicznością.

Zdrowie człowieka. Dzięki adaptacyjnym mechanizmom, które są założone w organizmie każdego człowieka, jesteśmy zdolni pod wpływem trwałych ćwiczeń zwiększać funkcjonalne możliwości narządów czucia. Tak ćwiczy się słuch u muzyków, odczucie barwy u malarzy, smaku i zapachu u degustatorów itd.

Jakie są rodzaje układu czucia? Odpowiednio do różnych rodzajów receptorów istnieją różne układy czucia. U człowieka rozróżniamy pięć podstawowych narządów czucia: wzroku, słuchu, smaku, dotyku, powonienia. Do obwodowej części układu czucia wchodzi odpowiednio narządy czucia: oczy (odbierają bodźce świetlne), uszy (dźwiękowe), język (smakowe), nos (zapachy), narząd równowagi (kontrola rozmieszczenia ciała w przestrzeni) i in.

Wszystkie układy czucia organizmu człowieka są wzajemnie powiązane między sobą, szczególnie w korze mózgowia, licznymi połączeniami nerwowymi. Dlatego też różne układy czucia są zdolne do współdziałania i wzajemnego uzupełniania się. Wskutek tego pobudzenie receptorów jednego z narządów czucia powoduje odczucie, że zapewniają je inne. Na przykład, gdy człowiek słyszy szczekanie psa i wyobraża sobie widok tego psa. Poczawszy swąd palonego drzewa, człowiek może wyobrazić sobie pożar.

ZAPAMIĘTAJ! W półkulach mózgu wskutek współdziałania odcinków korowych różnych układów czucia kształtuje się program zachowania człowieka, ocena określonych działań itd.

Biologiczne znaczenie zjawiska wzajemnego uzupełniania się układów czucia polega na tym, że w przypadku uszkodzenia jednego z nich (wskutek choroby lub urazu), wzrasta wrażliwość na działanie innych bodźców. Na przykład ludzie niewidomi lepiej rozpoznają dźwięki, zapachy, mają lepiej rozwinięty zmysł dotyku itd. (ryc. 156).



Ryc. 156. Niewidomi odbierają tekst na dotyk. Ten wypukły system punktowy wynalazł Francuz Louis Braille

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: receptory, układ czucia, analizatory.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Człowiek otrzymuje obiektywną informację o zmianach zewnętrznego i wewnętrznego środowiska organizmu przy pomocy układów czucia (analizatorów). Każdy układ czucia odbiera tylko określony rodzaj bodźca. Wszystkie układy czucia mają jednakową wspólną strukturę: receptory (ocinek obwodowy), drogi przewodzące (odcinek przewodzący), ośrodek nerwowy. Na podstawie otrzymanej informacji u człowieka kształtują się subiektywne odczucia i psychiczne procesy. Jedną z istotnych właściwości receptorów jest ich adaptacja, czyli przystosowanie się do działającego bodźca, a układów czucia – zdolność do współdziałania i wzajemnego uzupełniania się.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Wyjaśnij pojęcie „układy czucia”. 2. Jakie podstawowe elementy strukturalne wchodzi w skład wszystkich układów czucia? 3. Jakie układy czucia człowieka znasz? 4. Co to jest adaptacja receptorów? 5. Na czym polega współzależność układów czucia?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż odcinek układu czucia, w którego skład wchodzi receptory: a) obwodowy; b) ośrodkowy; c) przewodzący; d) hamujący.

2. Wskaż układ czucia, w którego skład wchodzi fotoreceptory: a) smaku; b) słuchu; c) wzroku; d) powonienia.

3. Wskaż rodzaj receptorów, do których należą receptory smaku: a) mechanoreceptory; b) chemoreceptory; c) fotoreceptory; d) termoreceptory.

Wskaż poprawną kolejność przekazywania bodźca w układach czucia: a) ośrodek nerwowy kory kresomózgowia; b) impuls nerwowy; c) receptory; d) neuron czuciowy.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Nazwij rodzaje układów czucia człowieka i bodźce, które one odbierają.



ZASTANÓW SIĘ. Jakie znaczenie ma zjawisko wzajemnego uzupełniania się układów czucia?

§ 42. ZMYŚŁ WZROKU

Przypomnij sobie budowę czaszki człowieka. Jakie rodzaje receptorów są charakterystyczne dla człowieka? Jakie osobliwości budowy i funkcjonowania oka mają różne grupy kręgowców?

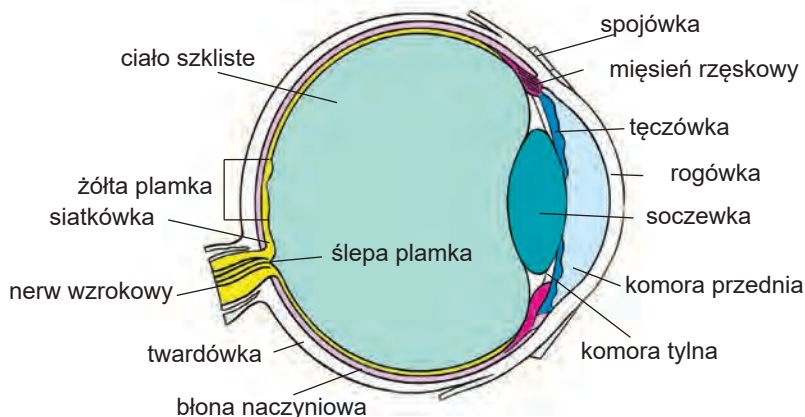
Co to jest wzrok? Jaka jest budowa narządu wzroku? Najważniejszym zmysłem człowieka, dostarczającym większość informacji z otoczenia, jest narząd wzroku. Według obliczeń uczonych, 90% całej informacji o świecie zewnętrznym otrzymujemy dzięki wzrokowi.

ZAPAMIĘTAJ! Wzrok – to proces fizjologiczny umożliwiający rozróżnianie stopnia oświetlenia, kształtu, koloru otaczających przedmiotów, odległości do nich, wzajemnego położenia w przestrzeni. Za pomocą wzroku człowiek może czytać, pisać, odbierać informację z ekranów telewizorów, monitorów komputerowych, wykonywać złożone czynności itd.

Zmysł wzroku składa się z oka (narząd, który odbiera promienie świetlne), nerwa wzrokowego, podkorowych ośrodków wzroku i pola wzrokowego w tylnej części kory półkul mózgowia.

Jaka jest budowa narządu wzroku? Narząd wzroku człowieka zbudowany jest z gałki ocznej (oka) i aparatu wspomagającego. Gałka oczna mieści się w zagłębieniu czaszki – oczodole, który w pewien sposób chroni ją przed urazami.

Gałka oczna jest bardzo skomplikowanym i wrażliwym aparatem optycznym (ryc. 157). Jego ścianki składają się z trzech błon. Zewnętrzna błona – włóknista – jest szczelna i nadaje kształt gałce ocznej (prawie kulisty). W przedniej części oka błona przechodzi w przezroczystą rogówkę, przez którą przenikają promienie świetlne. Inna jej część



Ryc. 157. Budowa oka

jest nieprzezroczysta i nazywa się twardówką lub białkówką. Przezroczysta rogówka przypomina soczewkę, która załamuje światło. Ona jest jakby nałożona na przednią część twardówki (ryc. 157). Przez rogówkę promienie świetlne przenikają do innych części oka. W odróżnieniu od rogówki, przez twardówkę promienie świetlne nie przenikają. Rogówka zawiera mechanoreceptory, dlatego dotyk do niej powoduje mruganie.

ZAPAMIĘTAJ! Mruganie – to odruch bezwarunkowy, mający na celu ochronę oczu. Mrugając, zwilżamy oczy, oczyszczamy od kurzu rogówkę, zapobiegamy przedostaniu się ciał obcych podczas raptowych porywów wiatru itd. Częste mruganie świadczy o tym, że oczom jest niekomfortowo. Często jest oznaką ogólnego zmęczenia.

TO CIEKAWIE! Rogówka ma zdolność do odnawiania się – cięcia na niej można zszywać i to nie uszkadza wzroku. Wskutek niektórych chorób lub u niektórych ludzi w podeszłym wieku ona mętnieje. Tak powstaje bielmo, do oka nie trafia światło i człowiek ślepie. Operację z przeszczepu rogówki (1924) jako pierwszy na świecie zaproponował wybitny ojczyźniany oftalmolog W. Filatow (1875–1956). On pracował w ocznej klinice przy uniwersytecie w Odessie (1903–1936), a od 1936r. zorganizował i stanął na czele Odesskiego Instytutu Chorób Oka, któremu nadano imię W. Filatowa.

Środkowa błona oka – naczyniówka, jest przeszyta gęstą siecią naczyń krwionośnych, które nieustannie zapewniają odżywianie całego oka. Prócz tego błona naczyniowa zawiera ciemny pigment, który ją zabarwia. W błonie naczyniowej rozróżniamy naczyniówkę, ciało rzęskowe i tęczęwkę.

Błona naczyniowa zapewnia odżywianie różnych części oka. Przednia jej część – tęczęwka – ma kształt dysku z okrągłym otworem pośrodku. Tęczęwka otrzymała taką nazwę dlatego, że zawiera ciemny pigment (melaninę), który decyduje o kolorze oczu: im więcej pigmentu, tym ciemniejszy ich kolor. Jeśli zawartość pigmentu jest niewielka, to tęczęwka jest koloru szarego, zielonego lub błękitnego; jeśli wielka – piwnego. Kolor oczu człowieka jest cechą dziedziczną.



Ryc. 158.
W. Filatow



Tęczówka ma otwór – źrenicę, przez który światło trafia do środka oka. Podobnie jak przesłona w aparacie fotograficznym, źrenica może zmieniać swoją średnicę, regulując ilość światła dostającego się do światłoczułych komórek siatkówki. Jeśli oświetlenie jest jaskrawe – źrenica kurczy się, w ciemności ona się rozkurcza. Średnica źrenicy zmienia się w wyniku skurczu lub rozkurczu dwóch gładkich mięśni okrężnych tęczówki.

TO CIEKAWE! Średnica źrenicy zmienia się również w wyniku reakcji emocjonalnych. Gdy odczuwamy strach, źrenica rozszerza się, a gdy gniew – zwęża się. (Przypomnij sobie powiedzenie, „Strach ma wielkie oczy”).

Podstawowa funkcja źrenicy – ochrona wnętrza gałki ocznej przed nadmierną ilością oświetlenia i przystosowanie oka do zmiany intensywności oświetlenia. Jej średnica zmienia się odruchowo i jednocześnie w obu oczach.

Za tęczówką znajduje się ciało rzęskowe, którego większą część tworzy mięsień rzęskowy. On podtrzymuje przezroczystą torebkę – obwódkę rzęskową. W jej środku znajduje się soczewka w kształcie soczewki dwuwypukłej (*ryc. 157*). Soczewka jest utworzona z półrzadkiej przezroczystej substancji.

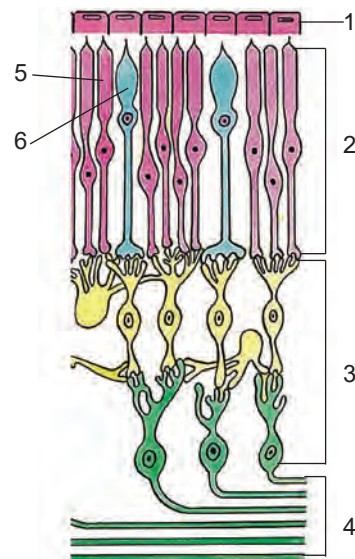
Zdrowie człowieka. Zmętnienie soczewki wywołuje chorobę – kataraktę. Przyczyną rozwoju katarakty może być naruszenie przemiany substancji, urazy, wyteżona praca przy komputerze. Leczenie katarakty wymaga zabiegu chirurgicznego, podczas którego zostaje usunięta zmętniała soczewka i zamieniona na sztuczną. Obecnie taki zabieg dzięki chirurgii laserowej jest bezbolesny.

Cała wewnętrzna część gałki ocznej jest wypełniona przezroczystą, galaretowatą substancją – ciałem szklanym (*ryc. 157*). Ta struktura tak samo jak rogówka czy soczewka, zdolna jest do załamывania promieni świetlnych i zmiany ich drogi w oku. Przez ciało szkliste promienie świetlne trafiają na siatkówkę. Ciało szkliste podtrzymuje również ciśnienie wewnątrz oka.

Oko ma dwie komory. Komora przednia – to niewielka przestrzeń między rogówką a tęczówką. Komora tylna znajduje się między tęczówką i soczewką (*ryc. 157*). Tylna komora oka jest połączona z przednią za pomocą źrenicy. Komory oka są wypełnione cieczą wodnistą. Za jej produkcję odpowiada naczyniówka.

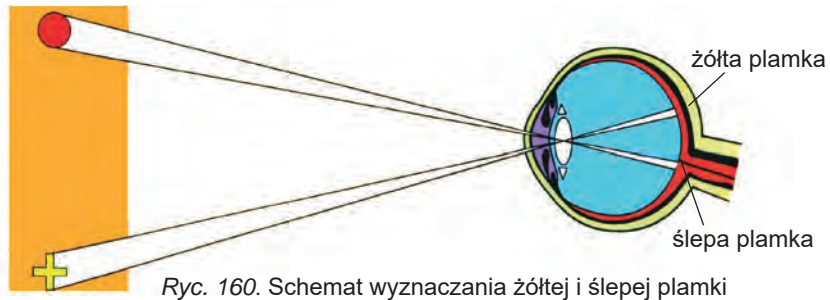
ZAPAMIĘTAJ! Układ optyczny oka tworzą struktury, przez które przechodzą wiązki światła oraz struktury, które je odbierają.

Siatkówka – błona wewnętrzna oka wysielająca jego dno. Ona składa się z dwóch warstw. Warstwę zewnętrzną tworzą komórki pigmentacyjne zawierające czarny pigment – fuscynę. Ona pochłania promienie świetlne, usuwa odbłaski, co sprzyja bardziej wyraźnemu obrazowi przedmiotów. Warstwa wewnętrzna zawiera światłoczułe receptory (fotoreceptory). Jedne receptory mają kształt pręcików, a inne – czopków (*ryc. 159*). Pręciki są bardzo światłoczułe i dlatego nawet mało intensywne



Ryc. 159. Budowa siatkówki:

1. komórki pigmentowe;
2. warstwa receptorowa;
3. neurony;
4. włókna nerwu wzrokowego;
5. pręciki;
6. czopki



Ryc. 160. Schemat wyznaczania żółtej i ślepej plamki

światło podrażnia je. Czopki są przystosowane do odbierania jaskrawego światła i kolorów.

Od oka człowieka wychodzi nerw wzrokowy. W miejscu, z którego on wychodzi nie ma ani pręcików, ani czopków. To miejsce nazywa się ślepą plamką (ryc. 160). Powstających w nim obrazów przedmiotów my nie postrzegamy. Powierzchnia ślepej plamki (w normie) wynosi od 2,5 do 6mm². Z boku ślepej plamki, naprzeciwko źrenicy znajduje się miejsce o największej światłoczułości – żółta plamka (ryc. 160), gdzie przeważnie skupione są czopki.

W normie układ optyczny oka zawsze skupia obraz na żółtej plamce. Przy tym przedmioty postrzegane przez wzrok obwodowy są widziane gorzej. Dzięki temu, że pręciki przeważają na peryferiach siatkówki, potrafimy widzieć „kącikiem oka”to, co odbywa się dookoła nas.



Ryc. 161. Przykład kartki do wyznaczania ślepej plamki na siatkówce oka

Ślepą plamkę możemy łatwo wyznaczyć za pomocą prostego doświadczenia (ryc. 161).

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

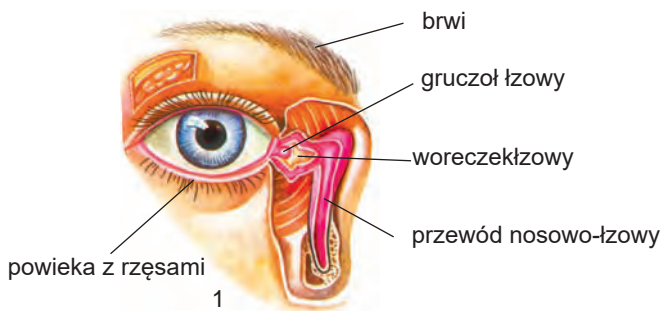
Wyznaczanie ślepej plamki na siatkówce oka

Przyrządy: kartka do wyznaczania ślepej plamki na siatkówce oka.

1. Zastoń lewe oko ręką lub twardym papierem i umieść kartkę z rysunkiem w odległości około 15 cm od oczu (ryc. 159).
2. Patrz prawym okiem tylko na krzyżyk i powoli to zbliżaj książkę do siebie, to oddalaj ją, aż jedno z trzech kółek stanie się niewidoczne. Jak można wytłumaczyć to zjawisko?
3. Powtórz doświadczenie, zasłaniając prawe oko i zatrzymując wzrok na kółku.
4. Wyciągnij wnioski, dając odpowiedzi na pytania: na jaką część siatkówki pada obraz krzyżyka i kółka? Czy na siatkówce jest przestrzeń nie mająca receptorów? Jak ona się nazywa? Czy ona jest wrażliwa na działanie bodźców świetlnych? Jak nazywa się miejsce skupienia czopków i jakie to ma znaczenie?

Do narządów dodatkowych oka należą: powieka górna i dolna oraz mięśnie, dzięki którym gałka oczna porusza się (ryc. 162).

Gałkę oczną chronią brwi, powieki i rzęsy. Brwi chronią oko przed dostaniem się do niego potu. Powieki przykrywają oko z góry i z dołu, chroniąc je przed kurzem i urazami mechanicznymi, zapobiegają przedostaniu się ciał obcych itd. Na krajach powiek rosną krótkie włoski – rzęsy. Wewnętrzna powierzchnia powiek pokryta jest cienką błoną śluzową – spojówką. Dotykanie rzęs lub gwałtowne pojawienie się blisko oka jakiegoś przedmiotu wywołuje bezwarunkowy odruch mrugania.



Ryc. 162. 1. Narządy dodatkowe oka. 2. Mięśnie oka

Zdrowie człowieka. Jedno ze schorzeń spojówki – jej zapalenie. Jego objawy: łzawienie, uczucie obcego ciała pod powiekami, przekrwienie spojówek, czasami ropna wydzielina. Przyczyny zapalenia spojówek – nieprzestrzeganie zasad higieny, wirusy, bakterie, alergeny. Przy zapaleniu spojówek nie wolno pocierać oczu rękami, należy używać tylko własnego ręcznika, aby nie zakazić innych członków rodziny.

Usunięcie ciał obcych z powierzchni oka zapewnia aparat łzowy. Aparat łzowy składa się z gruczołu łzowego, kanalików łzowych, woreczka łzowego i przewodu nosowo – łzowego (ryc. 162, 1). Gruczoł łzowy wydziela ciecz – łzy. Łzy nawilżają gałkę oczną, spłukują z jej powierzchni ciała drażniące, unieszkodliwiają drobnoustroje chorobotwórcze. Ciecz łzowa jest wydzielana w ilości około 1 ml na dobę. Kiedy człowiek płacze, ilość tej cieczy znacznie wzrasta.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** zmysł wzroku, gałka oczna, twardówka, naczyniówka, rogówka, tęczęwka, źrenica, soczewka, ciało szkliste, siatkówka.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

● Narząd wzroku dostarcza człowiekowi najwięcej informacji o otaczającym świecie. Oko człowieka posiada układ optyczny (struktury, przez które przechodzą wiązki światła) i struktury, które odbierają wiązki światła, a także narządy dodatkowe. Ono ma dwie komory (przednią i tylną) wypełnione cieczą, która jest produkowana przez naczyniówkę.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie znaczenie dla człowieka ma wzrok? 2. Jakie błony oka rozróżniamy i jakie one mają osobliwości? 3. Jaka jest budowa oka człowieka? 4. Z czego składają się narządy dodatkowe oka? 5. Co to są czopki i pręciki? 6. Jakie struktury oka zapewniają jego ochronę?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż struktury, które tworzą błonę zewnętrzną oka: a) soczewka, rogówka; b) tęczęwka, naczyniówka; c) twardówka, rogówka; d) siatkówka, ciało szkliste.
2. Wskaż część składową oka, która zawiera melaninę: a) rogówka; b) źrenica; c) tęczęwka; d) twardówka.
3. Wskaż funkcję źrenicy: a) zatrzymuje promienie świetlne; b) załamuje promienie świetlne; c) chroni oko przed nadmierną intensywnością promieni świetlnych; d) podtrzymuje ciśnienie wewnątrzgałkowe.
4. Wskaż błonę oka, która odbiera światło: a) twardówka; b) naczyniówka; c) siatkówka.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Wyjaśnij podstawowe funkcje błon oka.

ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego oko jest porównywane do aparatu fotograficznego, a siatkówka – do laboratorium fotograficznego?

§ 43. OSOBLIWOŚCI FUNKCJONOWANIA OKA CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie budowę aparatu optycznego i światłoczułej części składowej oka.

Jakie są osobliwości funkcjonowania narządu wzroku człowieka? Współdziałanie różnych części składowych narządu wzroku umożliwia człowiekowi postrzeganie jednolitego i nieprzerwanego obrazu otaczającego świata. Ten obraz powstaje z oddzielnych wizerunków, które kolejno zmieniają jeden drugiego na siatkówce prawego i lewego oka.

Ruchy prawego i lewego oka w tym czasie odbywają się skoordynowanie. One są kontrolowane przez okoruchowe ośrodki pnia mózgu, które znajdują się w obrębie mostu i śródmózgowia. Dla człowieka charakterystyczne jest **widzenie binokularne**, ponieważ pole widzenia prawego oka pokrywa się z polem widzenia lewego oka. Dzięki temu postrzegamy trójwymiarowy obraz przedmiotów oraz możemy dokładniej określić odległość do nich.

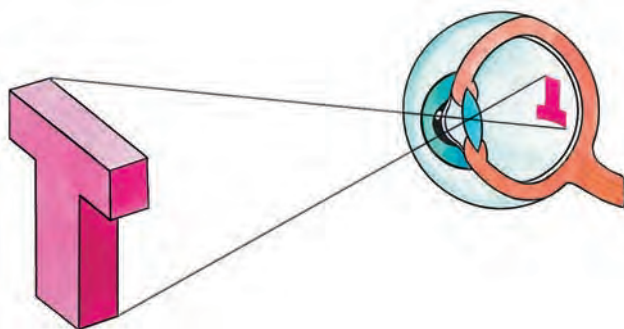
Promienie słoneczne – najważniejsze źródło światła na naszej planecie – mają różną długość fal. Człowiek potrafi rozróżniać promienie świetlne o długości od 400 do 750 nm¹. Najdłuższym falom odpowiada barwa czerwona, a krótkim – niebiesko-fioletowa. Między nimi w określonej kolejności znajdują się inne kolory: niebieski, niebiesko-zielony, zielony, żółty, pomarańczowy. Takie rozmieszczenie różnych kolorów nazywa się **widmem światła widzialnego**. A więc tęcza, którą widzimy na niebie po deszczu, powstaje w wyniku rozszyczenia światła.

Ciała, które nas otaczają, potrafią część światłapochłaniać, a część – odbijać. Oko człowieka postrzega tylko te kolory, które są odbijane od ich powierzchni. Jeśli ciało odbija wszystkie fale z całego zakresu widma, widzimy je jako białe, a jeśli pochłania wszystkie fale – jako czarne.

Zanim promienie świetlne trafią do światłoczułych receptorów siatkówki, przechodzą przez układ optyczny oka: rogówkę, wypełnioną cieczą przednią i tylną komorę oka, soczewkę, ciało szkliste. Przy tym one załamują się w ten sposób, że na siatkówce powstaje pomniejszony i odwrócony obraz postrzeganego przedmiotu (ryc. 163). W wyniku analizy w korze mózgowia informacji, która nadchodzi nie tylko od narządu wzroku, lecz i od innych narządów zmysłów (słuchu, powonienia i in.), człowiek postrzega przedmioty tak, jak one są rozmieszczone w rzeczywistości.

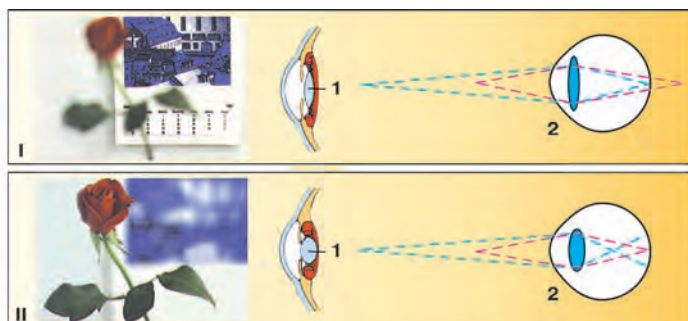
Człowiek nie potrafi jednakowo wyraźnie postrzegać przedmioty, znajdujące się na różnej odległości. Aby dobrze widzieć określony przedmiot, promienie, które od niego odbijają się, powinny skupić się na siatkówce. Mięsień rzęskowy, który jest

¹ Nanometr (skrót – nm) jest to jedna miliardowa metra. Promienie o długości fali krótszej niż 400 nm nazywamy promieniami nadfioletowymi, a o długości fali ponad 750 nm – podczerwonymi. Są one niewidzialne dla człowieka.



Ryc. 163. Powstawanie obrazu na siatkówce oka. **Zadanie.** Wyjaśnij, dlaczego obraz na siatkówce jest pomniejszony i odwrócony

połączony z obwódką rzęskową zawierającą soczewkę, zmienia stopień jej napięcia. Napięcie obwódki rzęskowej powoduje spłaszczenie soczewki. Kiedy obwódka rzęskowa ulega rozluźnieniu, soczewka staje się bardziej wypukła (ryc. 164). Przystosowanie się układu optycznego oka do wyraźnego widzenia z różnych odległości nazywa się **akomodacją**.



Ryc. 164. Akomodacja oka: oglądanie przedmiotów odległych(I) i bliskich (II); 1. soczewka; 2. schemat biegu promieni. Zadanie. Rozpatrz rycinę i wyjaśnij, jaki kształt ma soczewka podczas oglądania przedmiotów bliskich i odległych

Zdrowie człowieka. Najmniejsza odległość od oka, z której obraz widzimy jeszcze wyraźnie, nazywa się **najbliższym punktem wyraźnego widzenia**. Dla dzieci i nastolatków w normie ona wynosi 7–10 cm. Z wiekiem soczewka traci swą elastyczność i giętkość i odpowiednio zmniejsza się jej zdolność akomodacyjna.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Określanie akomodacji oka (pracę wykonujemy parami)

Przyrządy: arkusz papieru z otworem i literami różnych rozmiarów dookoła niego.

1. Jeden uczeń (eksperymentator) wyraźnie zapisuje na tablicy tekst.
2. Następnie podnosi do oczu innego ucznia (na odległości 10–15 cm) arkusz białego papieru z otworem, dookoła którego zapisany jest ten sam tekst.
3. Drugi uczeń czyta napis na tablicy przez otwór w papierze jednym okiem, przymykając drugie. Potem on przenosi spojrzenie na litery, które są napisane dookoła otworu na arkuszu papieru.
4. Wyciągnij wnioski, odpowiadając na pytanie: Jakie wydają się litery, które są napisane dookoła otworu na papierze i na tablicy?



Promienie przechodzą przez układ optyczny oka, trafiają na siatkówkę, w skład której wchodzi fotoreceptory. Wspominaliśmy już, że czopki zapewniają postrzeganie barw i są wrażliwe na światło jaskrawe, a pręciki umożliwiają czarno-białe widzenie przy słabym oświetleniu.

TO CIEKAWE! Zdolność oka do widzenia przedmiotów przy różnej intensywności oświetlenia nazywamy **adaptacją świetlną**. Na przykład, kiedy z jasnego pomieszczenia wchodzimy do ciemnego, to z początku prawie niczego nie widzimy. Stopniowo oko zaczyna przyzwyczajać się i może postrzegać zarysy przedmiotów, a potem ich szczegóły. Analogiczne procesy zachodzą wtedy, kiedy człowiek z ciemności wchodzi do jasno oświetlonego pomieszczenia. Z początku on niczego nie widzi, jest oślepiiony i zmuszony zamykać oczy. Ale stopniowo normalny wzrok powraca.

Informacja wzrokowa od komórek fotoreceptorowych siatkówki poprzez nerwy wzrokowe jest przesyłana do płatów potylicznych mózgu (ryc. 165). Tak powstają spostrzeżenia oglądanych przedmiotów, ich kształtów, wielkości, barwy.

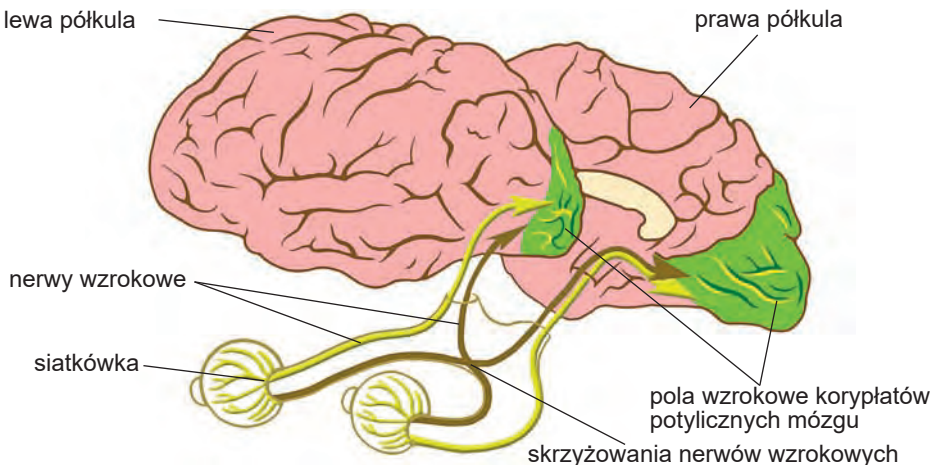
Jakie są wady wzroku? Jaka jest ich profilaktyka? Ważną cechą wzroku jest ostrość widzenia. **Ostrość widzenia** – to zdolność rozróżniania szczegółów przedmiotów, które człowiek ogląda. Miejszem najwyraźniejszego widzenia jest plamka żółta. Im dalej od plamki żółtej znajdują się receptory, tym mniejszą ostrość widzenia one są zdolne zapewnić.

Zdrowie człowieka. Ostrość widzenia człowieka badają **lekarze-okuliści** za pomocą specjalnych tablic, na których widnieją litery lub inne znaki różnej wielkości. Normalna ostrość widzenia zaznacza się 1.0.

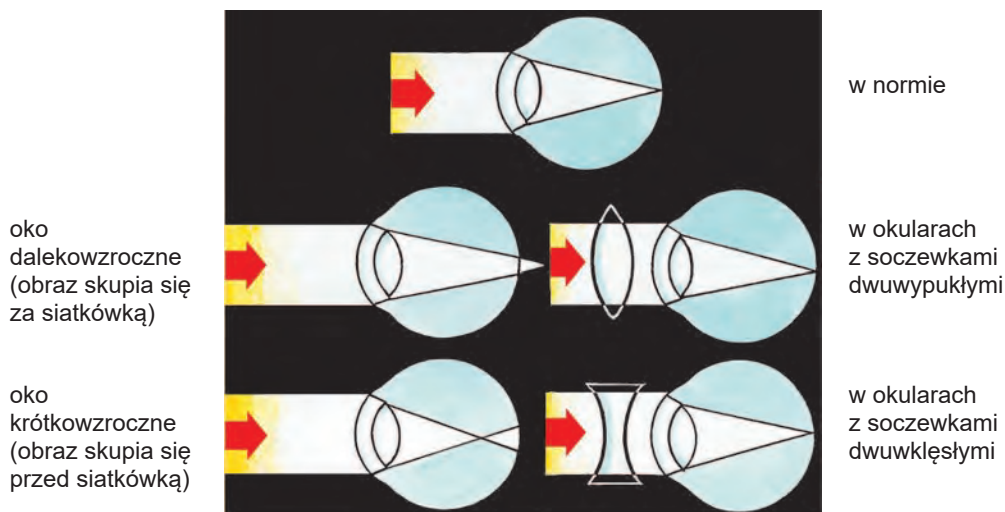
Jeszcze jedną ważną cechą wzroku człowieka jest **okomiar** – określanie odległości do przedmiotów, na które skierowano wzrok.

Zdrowie człowieka. Prawidłowy okomiar nie jest cechą wrodzoną człowieka, lecz kształtuje się w ciągu całego życia w wyniku ćwiczeń. Okomiar szczególnie ważny jest dla ludzi określonych zawodów: wojskowych, snajperów, myśliwych, lotników, marynarzy, malarzy itd.

Do zaburzeń widzenia o zmierzchu przyczynia się schorzenie zwane **kurzą ślepotą**. Ono polega na tym, że człowiek normalnie widzi w dzień, a o zmierzchu prawie przestaje widzieć otaczające go przedmioty.



Ryc. 165. Droga przechodzenia impulsu nerwowego od siatkówki do pola wzrokowego kory półkul mózgowych



Ryc. 166. Schemat załamania promieni świetlnych i korekcja wzroku

Daltonizm – wada wrodzona, która jest wynikiem zaburzeń funkcji czopków, wskutek czego człowiek nie rozpoznaje określonych kolorów (chorzy na daltonizm nie rozpoznają koloru czerwonego, zielonego lub niebieskiego). Ludzie z tą wadą nie mogą pracować jako kierowcy, lotnicy itd.

Naruszenie zdolności akomodacyjnej soczewki prowadzi do zaburzeń ostrości wzroku i powstania krótkowzroczności lub dalekowzroczności. Jeśli promienie świetlne przechodzą przez układ optyczny oka i skupiają się przed siatkówką, to człowiek widzi wyraźnie tylko te przedmioty, które znajdują się blisko niego. Mamy wtedy do czynienia z **krótkowzrocznością** (ryc. 166). Krótkowzroczność wrodzona uwarunkowana jest wydłużonym kształtem gałki ocznej lub zbyt wypukłą soczewką. Krótkowzroczność nabyta – zmniejszeniem sprawności mięśnia rzęskowego. Podstawowymi przyczynami nabytej krótkowzroczności jest nadmierne nadwężanie wzroku (trwała praca przy komputerze, długie oglądanie telewizji), czytanie na leżąco lub w transporcie, słabe oświetlenie miejsca pracy, niedobór witaminy A itd.

Kiedy promienie ogniskują się z tyłu siatkówki, wyraźny obraz powstaje tylko od przedmiotów, rozmieszczonych daleko od człowieka (ryc. 166). Tak rozwija się **dalekowzroczność**. Krótkowzroczność, jak i dalekowzroczność może być wrodzona albo nabyta. Wrodzona dalekowzroczność rozwija się wskutek niedostatecznej zdolności rogówki czy soczewki do załamania światła; niewielkich rozmiarów gałki ocznej. Nabyta dalekowzroczność może być uwarunkowana zanikaniem elastyczności soczewki, zaburzeniami czynności mięśnia rzęskowego i in.

Zdrowie człowieka. Krótkowzroczność można skorygować soczewkami dwuwklęsłymi, a dalekowzroczność – dwuwypukłymi .

U niektórych ludzi możemy obserwować chorobę zezową, przy której naruszają się jednocześnie i skoordynowane ruchy gałek ocznych. Wtedy na siatkówce powstaje ostry obraz od jednego oka i rozplývający się obraz od drugiego. Zez przeważnie jest wadą wrodzoną, ale może również rozwijać się wskutek schorzeń oka, m. in. krótkowzroczności, dalekowzroczności, naruszenia funkcji nerwów ocznych.



W określonych wypadkach człowiek może całkowicie lub częściowo stracić wzrok, czyli następuje całkowita lub częściowa ślepota. Ona może wynikać wtedy, gdy jaskrawe światło padając na siatkówkę niszczy receptory światłoczułe. Do ślepoty może doprowadzić uraz oczu lub głowy, niektóre schorzenia (np. cukrzyca).

Zdrowie człowieka. Szkodliwy wpływ na ostrość widzenia ma spożywanie alkoholu, palenie papierosów, narkomania i in. Te szkodliwe nawyki mogą doprowadzić do zaniku nerwu wzrokowego, komórek receptorowych siatkówki, zmętnienia rogówki lub soczewki.

ZAPAMIĘTAJ! Aby jak najdłużej zachować ostrość widzenia, przestrzegaj następujących zasad:

- miejsce pracy powinno być dobrze i równomiernie oświetlone; źródło światła na biurku (np. lampka na biurko) powinno być umiejscowione z lewej strony, w odległości 50–60 cm od powierzchni pracy;
- nie czytaj w środkach transportu, które się poruszają, ponieważ odległość od książki do oczu stale się zmienia; to prowadzi do zmniejszenia się elastyczności soczewki; do takich samych skutków może prowadzić czytanie w łóżku.
- nie należy oglądać telewizji lub pracować przy komputerze więcej niż dwie godziny na dobę;
- podczas pracy przy komputerze korzystaj ze specjalnych okularów, które zmniejszają szkodliwy wpływ promieniowania elektromagnetycznego na oczy; co 30 min. rób przerwy;
- spożywany przez nas pokarm powinien obowiązkowo zawierać dostateczną ilość witaminy A.

Należy zapobiegać urazom oczu. Często dochodzi do nich w wyniku nieostrożnego postępowania z ostrymi narzędziami, nieumiejętnego wbijania gwoździ, rąbania drewna itd. Do urazów oczu może dojść w miejscu pracy. Ich przyczyną jest brak przestrzegania przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Dotyczy to również zajęć praktycznych na lekcjach chemii, fizyki i in. przedmiotów.

Zdrowie człowieka. Przy urazach oczu należy na czas i fachowo udzielić pierwszej pomocy. Na przykład w oparzeniach ługiem, kwasem lub inną substancją trującą należy w ciągu 15 – 20 min. płukać oko strumieniem wody, po czym natychmiast zgłosić się do lekarza. Jeżeli do oka trafiło ziarenko piasku, przemyj je za pomocą czystego wacika lub chusteczki do nosa, usuń ziarenko z powieki. Umyj uprzednio ręce, aby nie doszło do zakażenia.

W przypadku silnego urazu oka (np. pęknięcia twardówki) nie wolno je przemywać i próbować usunąć ciało obce. Należy delikatnie zasłonić oko nieuciskającym jałowym opatrunkiem oraz niezwłocznie zgłosić się do lekarza okulisty. Poprawny sposób udzielenia pierwszej pomocy pomoże usunąć poważne konsekwencje urazu i zachować wzrok.

ZAPAMIĘTAJ! Dobry wzrok umożliwia pełnocenne życie, opanowanie wybranego zawodu, cieszenie się barwami przyrody, sztuką. Wady wzroku ograniczają możliwości człowieka.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** akomodacja oka, ostrość widzenia, widzenie binokularne, krótkowzroczność i dalekowzroczność, zez, kurza ślepota, daltonizm.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Odbierają promienie świetlne i przekształcają energię świetlną na bodziec nerwowy fotoreceptory: pręciki i czopki. Dzięki czopkom postrzegamy kolory, pręciki natomiast zapewniają widzenie o zmierzchu i w nocy.
- Układ optyczny oka załamuje promienie świetlne w ten sposób, że na siatkówce powstaje rzeczywisty, pomniejszony i odwrócony obraz przedmiotu. Wyraźne postrzeganie przedmiotów zależy od akomodacyjnej zdolności soczewki. Zaburzenia akomodacyjnej zdolności soczewki prowadzi do rozwoju krótkowzroczności lub dalekowzroczności. Korekcji wzroku dokonuje lekarz – okulista, dobierając odpowiednie okulary.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie znaczenie dla człowieka ma wzrok? 2. Jakie funkcje pełnią czopki i pręciki? 3. Co to jest akomodacja? Jak ona odbywa się? 4. Jakie są wady wzroku człowieka? Jaka jest ich profilaktyka?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż, jaka jest soczewka podczas oglądania przedmiotów bliskich: a) nie zmienia się; b) uwypukla się; c) spłaszcza się.
2. Wskaż, jaka jest soczewka podczas oglądania przedmiotów dalekich: a) nie zmienia się; b) uwypukla się; c) spłaszcza się.
3. Wybierz okulary, które dobierze lekarz – okulista przy nabytej dalekowzroczności: a) z dwuwklęsłymi soczewkami; b) z dwuwypukłymi soczewkami.
4. Wskaż schorzenie, którego objawem jest powstawanie obrazu przedmiotów za siatkówką: a) katarakta; b) astygmatyzm; c) dalekowzroczność; d) krótkowzroczność.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Obejrzyj rycinę, na której pokazano pracę ucznia przy komputerze. Opisz podstawowe znaczniki na niej.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Dzięki czemu zmienia się odległość ogniskowa podczas ustawiania mikroskopu świetlnego? 2. Jak człowiek, który nosi okulary, powinien korzystać z lornetki – w okularach czy bez nich?



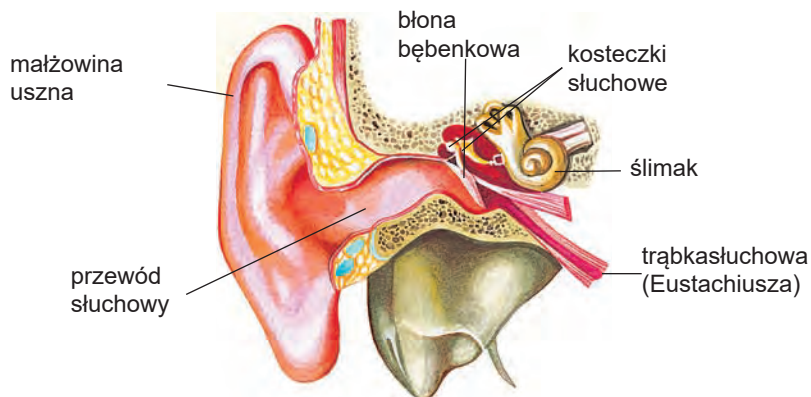
ZADANIE TWÓRCZE. Wyjaśnij następujące pytania: dlaczego akurat kolor czerwony został wybrany w sygnalizacji świetlnej jako kolor ostrzegawczy? Jak działa na człowieka kolor żółty i zielony? Gdzie jeszcze jako sygnały są wykorzystywane kolory?



§ 44. ZMYŚŁ SŁUCHU

Przypomnij sobie cechy budowy narządu słuchu różnych przedstawicieli kręgowców. Jaka jest budowa czaszki człowieka? Co to jest jama noso-gardłowa?

Co to jest słuch? Słuch – to zdolność organizmu do odbierania drgań dźwiękowych (dźwięków). Tę funkcję zapewnia układ narządu słuchu. Jego odcinkiem obwodowym jest ucho – jeden z narządów czucia. Słuch ma ogromne znaczenie w życiu człowieka, ponieważ bez niego niemożliwe jest porozumiewanie się ludzi między sobą za pomocą mowy artykułowanej. Dzięki słuchowi człowiek potrafi określić kierunek dźwięków i ich źródło, orientować się w przestrzeni, odbierać informację, która nadchodzi ze środowiska zewnętrznego (od innych ludzi w trakcie rozmowy, odbiorników radiowych i telewizyjnych i in.), ostrzegać przed niebezpieczeństwem itd.



Ryc. 167. Budowa ucha jako narządu słuchu

Dźwięk – to falowe, mechaniczne drgania, rozchodzące się w różnych środowiskach (gazach, cieczach i ciałach stałych). Fale dźwiękowe rozchodzą się od swojego źródła określoną częstotliwością i amplitudą. Właśnie w zależności od tego człowiek odbiera różne dźwięki. **Częstotliwość dźwięku** – to ilość okresowych drgań w ciągu określonego odcinka czasu. Jednostką częstotliwości drgań jest 1 herc (Hz). 1 herc odpowiada częstotliwości drgań przypadających na 1 sekundę. Nasze ucho potrafi odbierać drgania dźwiękowe w skali od 16 do 20 000 Hz. Największą czułość ucho ludzkie wykazuje w częstotliwościach od 2000 – 4000 Hz (np. skala głosu człowieka wynosi od 150 do 3000 Hz).

TO CIEKAWE! Dźwięk o częstotliwości poniżej 16 Hz nazywamy *infradźwiękiem*, a ponad 20 kHz – *ultradźwiękiem*. Ultradźwięki potrafią głęboko przenikać do ciała człowieka. Odbijając się od powierzchni tkanek, mogą dawać na specjalnym przyrządzie obraz narządów. Wiesz już, że ta metoda badania organizmu człowieka nazywa się *diagnostyką ultradźwiękową*.

Najważniejsze cechy dźwięku, oprócz jego częstotliwości, to wysokość, natężenie i barwa. **Wysokość dźwięku** zależy od częstotliwości drgań powietrza w czasie 1s. Wysokie dźwięki mają największą częstotliwość drgań, a niskie – mniejszą. **Natężenie dźwięku**, czyli jego ciśnienie na błonę bębenkową, wyrażamy w decybelach¹ (dB). Najlepiej odbierane są dźwięki w zakresie 20–80 dB.

Barwa (inaczej kolorystyka) – to cecha dźwięku, która pozwala odróżnić brzmienie różnych instrumentów muzycznych.

Jaka jest budowa układu narządu słuchu? Narząd słuchu składa się z trzech podstawowych części: ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego (ryc. 167).

Ucho zewnętrzne obejmuje małżowinę uszną i przewód słuchowy zewnętrzny. **Małżowina uszna** łowi drgania dźwiękowe i kieruje je do **przewodu słuchowego zewnętrznego**. On ma kształt lejka o długości 2,5–3 cm, którego ściany są pokryte cieniutkimi włoskami. W ścianach przewodu słuchowego zewnętrznego umieszczone są gruczoły łojowe, produkujące woskolinę – lepka substancję o żół-

¹ Decybel dorównuje jednej dziesiątej bela. Bel – jednostka miary natężenia dźwięku. Nazwa „bel” pochodzi od nazwiska wynalazcy telefonu Amerykanina Aleksandra Bella.



tawym kolorze. Na niej zatrzymuje się kurzi mikroorganizmy, które trafiły do przewodu słuchowego zewnętrznego. Ucho zewnętrzne jest oddzielone od środkowego *błoną bębenkową* – elastyczną, owalną blaszką o średnicy około 1 cm i grubości 0,1 mm. Dzięki elastyczności ona odbiera drgania powietrza, spowodowane falami dźwiękowymi i bez zmian przenosi je na kosteczki słuchowe ucha środkowego.

Ucho środkowe składa się z jamy bębenkowej znajdującej się w kości skroniowej. Jama bębenkowa łączy się z częścią nosową gardła za pomocą specjalnego przewodu – trąbki słuchowej (Eustachiusza). Przez trąbkę słuchową powietrze ze środowiska zewnętrznego przechodzi do jamy bębenkowej, co służy wyrównywaniu ciśnienia po obu stronach błony bębenkowej. Jeżeli powstaje różnica między ciśnieniem w jamie bębenkowej i ciśnieniem zewnętrznym (atmosferycznym), zachodzą zaburzenia ostrości słuchu.

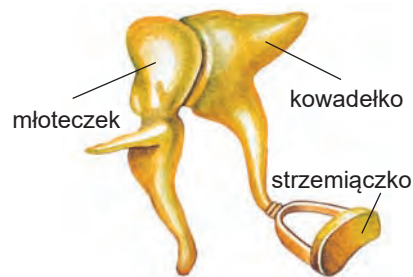
Zdrowie człowieka. Przy zbyt wielkiej różnicy ciśnienia po obu stronach błony bębenkowej, ona może ulec uszkodzeniu. Do tego może dojść przy silnych eksplozjach, wystrzałach z armat, starcie i lądowaniu samolotu itd. Zaleca się przy tym otwierać usta i robić ruchy połykowe. Wtedy trąbka słuchowa otwiera się, ciśnienie po obydwu stronach błony bębenkowej wyrównuje się, znika uczucie bólu i powraca ostrość słuchu.

Jama bębenkowa zawiera trzy *kosteczki słuchowe* (ryc. 168), które są między sobą kolejno i półruchomo połączone: młoteczek, kowadełko i strzemiączko. **Młoteczek** jest połączony z błoną bębenkową i **kowadełkiem**, a kowadełko – ze strzemiączkiem. **Strzemiączko** łączy się z błoną *okienka owalnego* – otworu, który prowadzi do ucha wewnętrznego. Prócz okienka owalnego w ścianie ucha środkowego mieści się *okienko okrągłe*, również zamknięte błoną. Przez owalne i okrągłe okno ucho wewnętrzne łączy się ze środkowym.

Przez kosteczki słuchowe drgania błony bębenkowej przechodzą na błonę okienka owalnego. Taka budowa ucha środkowego pozwala na odbieranie nawet słabych dźwięków.

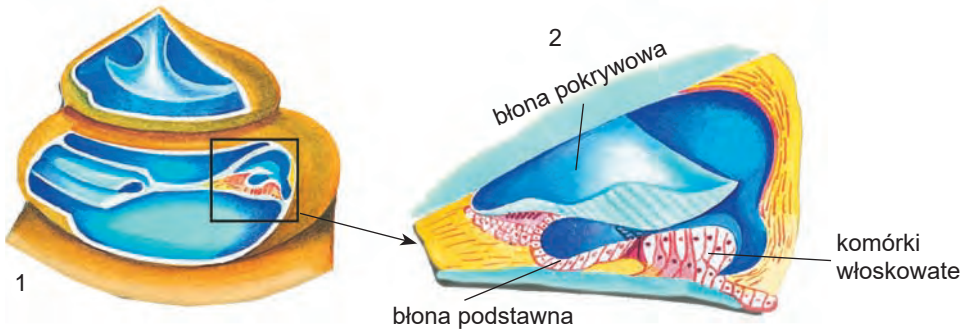
Ucho wewnętrzne (labirynt = błędnik) – to układ jam i kanałów wypełnionych cieczą. Jedną z części ucha wewnętrznego jest **ślimak** – spiralnie zwinięty przewód (ryc. 169). W środku jest on przedzielony dwoma błonami na trzy komory. Kanał ślimaka wypełniony jest cieczą, która przenosi drgania dźwiękowe.

Na dolnej (podstawnej) błonie ślimaka znajduje się **narząd Cortiego**¹, który odbiera dźwięki (aparatus receptorowy zmysłu słuchu). Receptory narządu Cortiego – komórki słuchowe zakończone włoskami (zmysłowe) – są osadzone na błonie podstawnej, a nad nimi zawieszona jest błona pokrywowa. Każda komórka zmysłowa jest opleciona włóknami nerwowymi. Pozostałe części ucha wewnętrznego odgrywają wielką rolę w zachowaniu równowagi naszego ciała, co zapewnia narząd równowagi (jego budowę i funkcje rozpatrzmy potem).



Ryc. 168. Kosteczki słuchowe

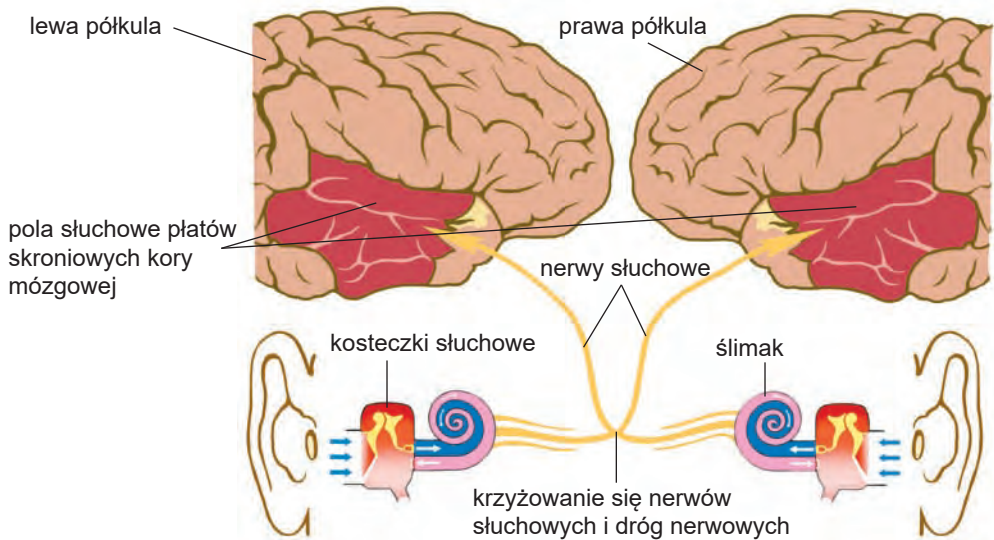
¹ Narząd został tak nazwany na cześć włoskiego anatoma uczonego Alfonso Cortiego (1822–1876), który go opisał



Ryc. 169. Ślimak (1) i jego budowa (2)

Jak funkcjonuje układ narządu słuchu człowieka? Wiesz już, że fale dźwiękowe z otaczającego środowiska przez przewód słuchowy zewnętrzny są przeniesione na błonę bębenkową. Dzięki układowi kosteczek słuchowych drgania dźwiękowe z błony bębenkowej są przenoszone na błonę okienka owalnego (dźwięk może być również przekazywany przez kości czaszki). Drgania tej błony są następnie przekazywane cieczy, która wypełnia jamy ucha wewnętrznego, m.in. kanał ślimakowy. Drgania cieczy z kolei powodują ruchy drgające błony podstawnej.

Komórki włoskowate narządu Cortiego, ocierając się o błonę pokrywową, zniekształcają się. Drgania mechaniczne przekształcają się na elektryczne o takiej samej częstotliwości. Impuls nerwowy poprzez włókna nerwu słuchowego jest przekazywany do podkorowych i korowych ośrodków słuchu. Ośrodki podkorowe słuchu umiejscowione są w moście, śródmózgowiu i międzymózgowiu. W polu słuchowym kory mózgowej następuje ostateczne rozróżnianie charakteru dźwięku, jego wysokości, natężenia (ryc. 170).



Ryc. 170. Droga przewodząca impulsu nerwowego od ślimaka do pola słuchowego kory mózgowej



ZAPAMIĘTAJ! Funkcja narządu Cortiego polega na przekształceniu energii drgań dźwiękowych na energię bodźców nerwowych.

Dzięki układowi narządu słuchu możemy orientować się w przestrzeni. Właśnie parzystość narządów słuchu (lewy i prawy) pozwala dokładniej zlokalizować źródło dźwięku. Człowiek nie słyszący na jedno ucho, aby zlokalizować źródło dźwięku, zmuszony jest powrócić głowę, czego nie musi robić człowiek zdrowy.

Wrażliwość narządów słuchu mierzymy za pomocą specjalnych przyrządów. Z najprostszą metodą określania progu słuchu zapoznasz się w trakcie wykonywania pracy praktycznej.

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Mierzenie progu słuchu

Przyrządy: zegarek mechaniczny, linijka.

Wyznacz absolutny próg słuchu za pomocą zegarka (pracę wykonujemy we trójkę). Jeden uczeń siedzi z zamkniętymi oczami na krześle. Drugi uczeń powoli przybliży do niego mechaniczny zegarek, aż ten usłyszy jego dźwięk. Trzeci uczeń linijką wymierza odległość, na jakiej usłyszano dźwięk (od zegarka do pierwszego ucznia).

Jakie zaburzenia słuchu mogą występować? Jak możemy im zapobiegać? Nadmierny hałas, drgania o bardzo niskich lub wysokich częstotliwościach itd. prowadzą do uszkodzenia słuchu, a czasem – głuchoty. Przy bardzo silnym ciśnieniu fal dźwiękowych (o nasileniu 120–130 dB) na błonę bębenkową człowiek odczuwa ból w uszach, z czasem może nastąpić tymczasowa lub całkowita utrata słuchu. Staje się tak wskutek uszkodzenia komórek receptorowych narządu Cortiego i zaburzeń obiegu cieczy w ślimaku. Przyczyną zaburzeń słuchu może być również trwały wpływ słabszych dźwięków (o intensywności ponad 90 dB).

Zdrowie człowieka. Całkowita lub częściowa utrata słuchu najbardziej grozi ludziom, którzy pracują w środowisku o dużym poziomie hałasu, np. na lotniskach itd. Dlatego powinni oni korzystać z odpowiednich środków ochrony (specjalne nauszniki przeciwhałasowe, wkładki przeciwhałasowe). Nie wolno czyścić zewnętrznego przewodu słuchowego ostrymi przedmiotami, aby nie uszkodzić błony bębenkowej. Używajmy jak najrzadziej słuchawek do muzyki.

Dla układu narządów słuchu niebezpieczne jest zapalenie ucha środkowego (otitis). Ono może być wywołane przechłodem organizmu lub chorobami zakaźnymi (przeziębieniem, anginą, grypą itd.). Schorzeniu towarzyszy silny ból, gorączka, pogorszenie słuchu.

Higiena narządu słuchu polega na: przestrzeganiu zasad higieny pracy, wypoczynku i zdrowego stylu życia, zapobieganiu chorobom zakaźnym i in. W przypadku wystąpienia jakichkolwiek nieprzyjemnych odczuć należy niezwłocznie zgłosić się do lekarza.

❁ Podstawowe terminy i pojęcia: układ narządu słuchu, błona bębenkowa, młoteczek, kowadelko, strzemiączko, ślimak, narząd Cortiego.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Słuch jest źródłem informacji o dźwiękach i niezbędnym czynnikiem dla rozwoju mowy. Odbieranie dźwięków przez narząd słuchu odbywa się poprzez przekazanie drgań dźwiękowych od błony bębenkowej na kosteczki słuchowe ucha środkowego i błonę podstawną ucha wewnętrznego, na której znajdują się receptory słuchowe, które odbierają dźwięki i przekształcają energię mechaniczną na energię impulsu



nerwowego. Przez nerw słuchowy on jest przekazywany do pola słuchowego kory mózgowej, gdzie powstaje obraz dźwiękowy.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie jest znaczenie słuchu i jego funkcje? 2. Z jakich części składa się narząd słuchu? 3. Jaką budowę ma ucho zewnętrzne? 4. Jaką budowę ma ucho środkowe? 5. Jakie cechy budowy ma ucho wewnętrzne? Co to jest narząd Cortiego? 6. Dlaczego w przewodzie słuchowym zwiększają się drgania dźwiękowe? 7. Jak fale dźwiękowe przetwarzają się na impulsy nerwowy? 8. Jakie są podstawowe przyczyny pogorszenia się słuchu lub utraty słuchu?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż części składowe ucha zewnętrznego: a) kosteczki słuchowe; b) małżowina uszna; c) ślimak; d) narząd Cortiego.
2. Wskaż części składowe ucha środkowego: a) kosteczki słuchowe; b) małżowina uszna; c) ślimak; d) narząd Cortiego.

Wskaż poprawną kolejność przekazywania fali dźwiękowej: a) drgania kosteczek słuchowych; b) drgania błony bębenkowej; c) drgania cieczy ślimaka; d) drgania błony okienka owalnego; e) pobudzenie receptorów słuchowych; f) powstanie impulsów nerwowych.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Wyjaśnij współzależność budowy narządu słuchu z mechanizmem odbierania dźwięków.



ZASTANÓW SIĘ. 1. W jaki sposób mikroorganizmy chorobotwórcze mogą przedostać się z jamy noso-gardłowej do ucha środkowego? 2. Dlaczego schorzenia ucha, gardła i nosa leczy ten sam lekarz – otolaryngolog?

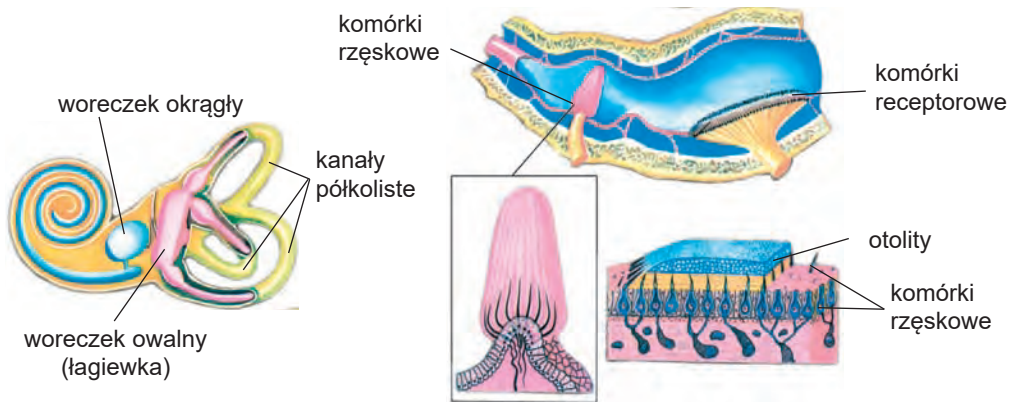
§ 45. ZMYŚŁ RÓWNOWAGI, RUCHU, DOTYKU, ODCZUWANIA TEMPERATURY I BÓLU

Przypomnij sobie, co to jest siła ciężkości; co to jest temperatura. Jaka jest budowa mózgowia człowieka? Co to są jądra mózgowia? Co to jest układ somatyczny i wegetatywny układ nerwowy?

Jaka jest budowa i funkcje zmysłu równowagi? Aby nasz organizm dobrze funkcjonował, należy kontrolować jego położenie w przestrzeni. Czucie położenia ciała w przestrzeni umożliwia **zmysł równowagi**. On składa się z **woreczka owalnego** (łagiewki), **woreczka okrągłego** i trzech **kanalów półkolistych** (zadanie: rozpatrz dokładnie *rycinę 171* i znajdź na niej części składowe narządu równowagi).

W środku kanały półkoliste i woreczki są wypełnione galaretowatą substancją. Na wewnętrznej części woreczków i rozszerzonej części kanałów półkolistych znajdują się receptory – komórki rzęskowe, od których odchodzą nerwy. Oprócz komórek rzęskowych, zanurzonych w substancji galaretowatej, w skład narządu równowagi wchodzi krysztalki soli wapniowych, zwanych otolitami (znajdują się w woreczku okrągłym i woreczku owalnym).

Kanały półkoliste rozmieszczone są w trzech prostopadłych płaszczyznach, co umożliwia postrzeganie przestrzeni w trzech wymiarach. Każdy kanał połączony jest z woreczkiem owalnym (łagiewką). Za pomocą kanałów półkolistych określamy zmiany kierunku ruchu, przyspieszenie kątowe lub spowolnienie.



Ryc. 171. Schemat budowy narządu równowagi. **Zadanie.** Znajdź na rycinie kanały półkoliste, woreczek okrągły i woreczek owalny (łagiewkę) oraz określ ich funkcje

Jak funkcjonuje narząd równowagi? Dowolne zmiany równowagi ciała podrażniają receptory narządu równowagi. Podczas zmiany położenia ciała lub głowy otolity cisną na substancję galaretowatą. To ciśnienie jest przekazywane na rzęski komórek rzęskowych, które pod jego wpływem uginają się. Wskutek tego powstaje pobudzenie, które jest przekazywane do ośrodków równowagi mózgowia. W odpowiedzi na to kurczą się lub rozluźniają określone rodzaje mięśni.

Błona woreczka okrągłego i błona woreczka owalnego (łagiewki) są rozmieszczone w różnych płaszczyznach. Przy normalnym położeniu głowy w woreczku owalnym błona przybiera położenie poziome, a w okrągłym – prawie pionowe. Jeśli człowiek trzyma głowę równo, płyn w kanałach półkolistych równomiernie uciska na rzęski komórek czuciowych i pobudza je. W czasie obrotowego ruchu głowy płyn w kanałach półkolistych przesuwa się w bok, przeciwnie do ruchu (ryc. 172) i odpowiednio pochyla rzęski komórek czuciowych.

Włókna nerwowe, które biorą początek od receptorów narządu równowagi, przeplatając się, tworzą nerw równowagi. On przekazuje impulsy nerwowe od tych receptorów do mostu, mózdzka, śródmózgowia i określonych pól płatu skroniowego kory półkul mózgowych. Tu odbywa się końcowa analiza i synteza otrzymanej od narządu równowagi informacji.

Narząd równowagi powiązany jest też z wegetatywnym (autonomicznym) układem nerwowym. Ludzie o podwyższonej wrażliwości narządu równowagi źle znoszą loty samolotem, podróże morskie, długotrwałą jazdę samochodem. U nich obserwujemy trwałe i silne podrażnienie receptorów narządu równowagi. Pobudzenie jest przekazywane na ośrodki nerwowe, które regulują działalność narządów wewnętrz-



Ryc. 172. Zmiany w narządzie równowagi podczas różnego położenia głowy i ciała



nych. Skutkiem tego jest powstawanie reakcji odruchowych (nudności, wymioty, osłabienie, zawroty głowy). Taki stan człowieka nazywany jest chorobą morską (po raz pierwszy takie objawy zostały zaobserwowane podczas podróży morskich). Po podróży te objawy znikają.

TO CIEKAWE! Choroba morska tłumaczy się tym, że ośrodek równowagi położony jest niedaleko ośrodka oddychania, krwiobiegu, trawienia. Dlatego też pobudzenia z ośrodka równowagi są przekazywane na sąsiednie ośrodki i powodują wspomniane dolegliwości.

Zdrowie człowieka. Poprzez specjalne ćwiczenia polegające na obracaniu się, szybkich zwrotach, można wzmocnić odporność narządu równowagi na działanie nietypowych czynników. Dlatego piloci samolotów naddźwiękowych, kosmonauci przed lotem odbywają treningi. Wiadomo, że dzieci lubią huśtać się na huśtawce. To jest wrodzona potrzeba rozwijania narządu równowagi.

Urazy mózgu, używanie substancji narkotycznych i alkoholu prowadzą do zaburzeń pracy narządu równowagi.

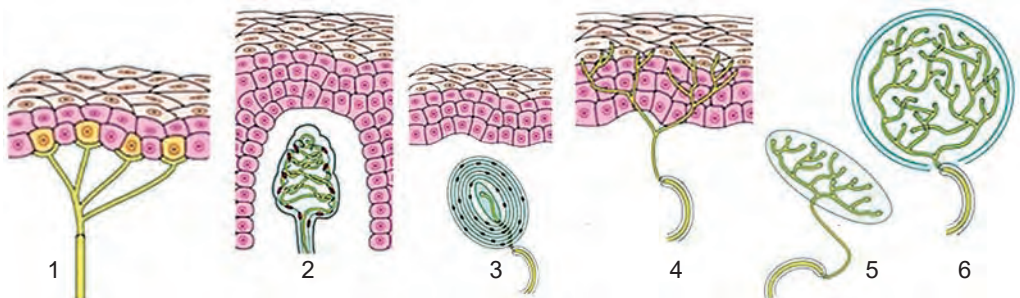
Co to jest zmysł ruchu? Oprócz narządu równowagi położenie całego ciała i jego części kontrolują receptory, które znajdują się w skórze, mięśniach, ścięgnach, stawach itd. Jest to część obwodowa **układu zmysłu ruchu**. Przy zmianie położenia określonej części ciała (zginanie i rozginanie rąk, schyłanie głowy itd.) pobudzane są określone rodzaje receptorów. One sygnalizują układowi nerwowemu o stopniu napięcia włókien mięśniowych, opołożeniu stawów i różnych części ciała w przestrzeni. Impulsy od tych receptorów są przekazywane do określonych obszarów kory półkul mózgowych.

Dzięki czemu odczuwamy dotyk, temperaturę, ból? Rozróżniamy cztery podstawowe rodzaje **czucia skórniego**: czucie **dotyku** i **ucisku**, **bólu**, **ciepła**, **chłodu**. Zapewniają je określone receptory (ryc. 173).

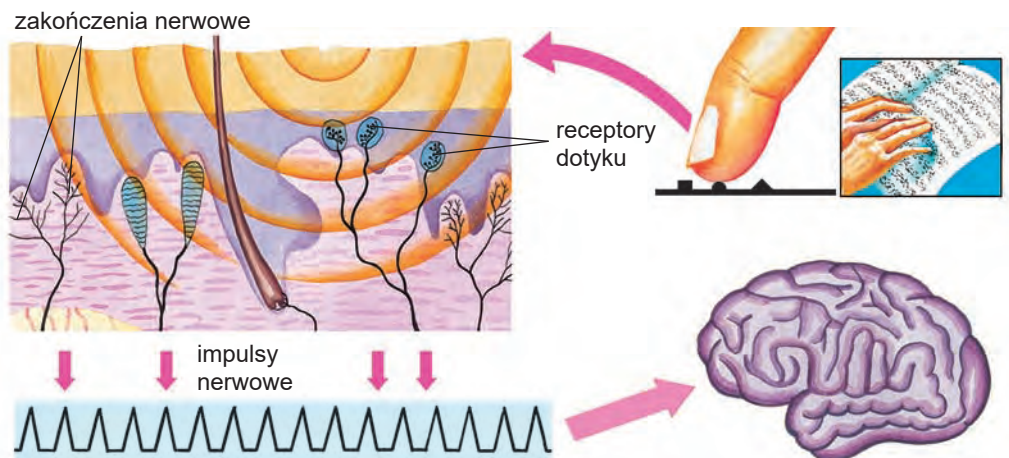
Receptory czucia dotyku i ucisku znajdują się na powierzchni skóry lub powiązane są z torebkami włosowymi. One reagują na rozciągnięcie skóry lub zmianę położenia włosów.

Najwięcej receptorów dotyku znajduje się na dłoniach i koniuszkach palców. Czucie skórne jest szczególnie subtelnie rozwinięte u niewidomych. Właśnie dlatego niewidomi zapoznają się z różnorodnymi przedmiotami otaczającego świata obmacując je rękami.

Pobudzenie, które powstaje w receptorach dotyku, przez nerwy nadchodzi do płatu ciemieniowego kory półkul mózgowych do pola czucia skórniego-mięśniowego (ryc. 174). Tu zachodzi ostateczne rozróżnienie podrażnień – czucie przedmiotów, których dotykamy.



Ryc. 173. Różnorodne receptory skóry: 1, 2. receptory dotyku; 3. ucisku; 4. bólu; 5. receptory ciepła; 6. receptory zimna



Ryc. 174. Schemat budowy zmysłu dotyku. **Zadanie.** Na podstawie ryciny przeanalizuj drogę przekazywania impulsu nerwowego i powstawania informacji.

ZAPAMIĘTAJ! Czucia, które powstają w korze półkul mózgowych, są wynikiem współdziałania ośrodkowych odcinków różnych układów czucia.

Czucie bólu postrzegają receptory bólowe, znajdujące się w skórze i narządach wewnętrznych. One wchodzi w skład **obwodowego odcinka czucia bólu**.

Sygnaly bólu od receptorów przez ośrodki podkorowe, znajdujące się we wzgórzu (część międzymózgowia) nadchodzą do pola czucia skórno-mięśniowego wielkich półkul. One pozwalają organizmowi natychmiast odreagować na niebezpieczeństwo.

Zdrowie człowieka. Ból można zlikwidować, sztucznie wykorzystując preparaty znieczulające. Za ich pomocą w medycynie sztucznie zastosowują **znieczulenie** – tymczasową utratę czucia (m.in. podczas zabiegów chirurgicznych).

TO CIEKAWE! Rozwiązanie problemu znieczulania podczas zabiegów chirurgicznych po raz pierwszy zaproponował ukraiński chirurg N. Pirogow (ryc. 175).

Zmiany temperatury zarówno w środowisku otaczającym, jak i w środku ciała, odbierają receptory zimna i ciepła. Prócz skóry te receptory znajdują się również na błonach śluzowych.

TO CIEKAWE! Receptory zimna i ciepła potrafią adaptować się, czyli przystosowywać się do zmian temperatury otaczającego środowiska. Jeśli opuścimy rękę do zimnej wody (+10°C), to czucie chłodu po pewnym czasie znika. Jeśli rękę przeniesiemy do wody, której temperatura jest o 1–2°C wyższa, to z początku wynika uczucie ciepła, które również po czasie mija. Właśnie na tej osobliwości opiera się zdolność organizmu do hartowania.



Ryc. 175. M. Pirogow (1810–1881)

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: zmysł równowagi, zmysł ruchu, zmysł dotyku, temperatury i bólu.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Zmiany położenia ciała i jego części w przestrzeni zachodzą dzięki wzajemnie uzgodnionym czynnościom narządu równowagi, ruchu i wzroku. Narząd równowagi odgrywa czołową rolę w regulacji położenia ciała w przestrzeni, postrzeganiu przyspieszenia.
- Istnieją specjalne receptory, które postrzegają dotyk, temperaturę i ból. Są to receptory czucia skórniego.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jaką budowę ma narząd równowagi? Jakie funkcje on pełni? 2. W jaki sposób można ćwiczyć zmysł równowagi? 3. Jakie receptory znajdują się w skórze i jakie są ich podstawowe funkcje? 4. Jak odbieramy dotyk? 5. Jakie znaczenie dla człowieka ma odczuwanie temperatury? 6. Co to jest ból? Jakie jest jego znaczenie?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż część składową ucha, w której mieści się narząd równowagi : a) ucho zewnętrzne; b) ucho środkowe; c) ucho wewnętrzne.
2. Wskaż układ czucia, do którego należy narząd równowagi : a) słuchu; b) wzroku; c) ruchu; d) równowagi.
3. Wskaż narząd, w którym znajduje się najwięcej receptorów bólowych: a) tętnice; b) skóra; c) żołądek; d) żyły.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Wyjaśnij współzależność budowy i funkcji czucia równowagi.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego w wyniku hartowania zmniejsza się odczucie chłodu?



Przeprowadź badania.

Badanie adaptacji temperaturowej receptorów skóry

Przyrządy: trzy naczynia z wodą, której temperatura wynosi odpowiednio +10°C, +25°C, +40°C.

1. Do trzech naczyń nalej wody o temperaturze +10°C, +25°C i +40°C.
2. Zanurz prawą rękę w pierwszym naczyniu z wodą o temperaturze +10°C, a lewą – w trzecim, w którym temperatura wynosi +40°C.
3. Następnie dwie ręce zanurz w trzecim naczyniu z wodą o temperaturze +25°C. Co odczuwasz? Dlaczego?

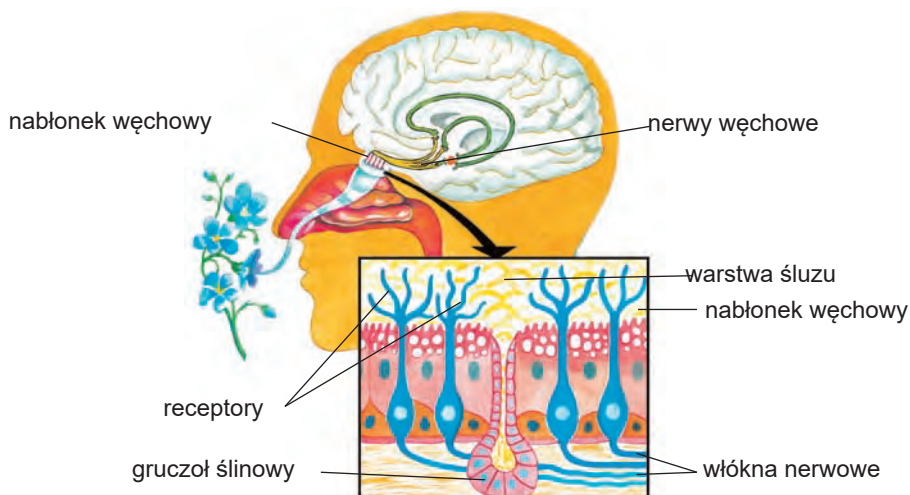
§ 46. ZMYŚŁ POWONNIENIA I SMAKU. RECEPTORY NARZĄDÓW WEWNĘTRZNYCH

Przypomnij sobie, co to są receptory. Jaka jest budowa mózgu człowieka?

Dzięki czemu jesteśmy zdolni do postrzegania zapachów? Postrzegamy zapachy dzięki narządowi węchu. Zdolność człowieka do odbierania zapachów polega na tym, że cząsteczki lekkich związków działają na komórki receptorowe, które są częścią obwodową **zmysłu powonienia**.

Węch ma ważne znaczenie w życiu człowieka: według zapachu odróżniamy obiekty jadalne od niejadalnych (np. nieświeże pożywienie). Zapachy wpływają na stan emocjonalny człowieka: niektóre z nich (zapach kwiatów, dobrych perfum, powietrza leśnego lub morskiego) poprawiają humor, sprzyjają zwiększeniu wydajności pracy, natomiast inne (siarkowodór, zapach potu i in.) – pogarszają.

Receptory węchu (chemoreceptory) znajdują się w błonie śluzowej górnej i czę-



Ryc. 176. Schemat budowy narządu węchowego. **Zadanie.** Obejrzyj na rycinie drogę pobudzenia w narządzie węchu

ściowo środkowej części jamy nosowej oraz w odpowiadającym jej odcinku przegrody nosa (ryc. 176.). Od górnej powierzchni tych komórek odchodzi dendryt, na którego końcu znajdują się krótkie rzęski. One są zanurzone w warstwie śluzu, który pokrywa nabłonek węchowy. One zwiększają powierzchnię kontaktową z cząsteczkami substancji gazowych. Jedną z funkcji śluzu jest ochrona komórek przed przesuszeniem: jeśli błona śluzowa jamy nosowej przesyca, zmniejsza się lub całkowicie znika zdolność do odbierania zapachów.

Cząsteczki substancji pachnących nadchodzą do komórek receptorowych albo przez nozdrza (podczas wdechu), albo przez jamę ustną. A więc, spożywając pokarm, odczuwamy nie tylko jego smak, ale też zapach. Cząsteczki substancji gazowych współdziałają z błoną komórek receptorowych i pobudzają je. Tak powstają impulsy nerwowe. Od podstawy tych komórek odchodzą długie aksony. One wchodzą w skład nerwów węchowych, po których impulsy nerwowe przekazywane są do czołowych i skroniowych płatów (ośrodków węchowych i kojarzeniowych) kory półkul mózgowych. Tu następuje rozróżnianie zapachów. Do podkorowych ośrodków, które biorą udział w obróbce informacji, należą jądra podwzgórza.

ZAPAMIĘTAJ! Narząd węchu stanowią: receptory węchowe, nerw węchowy, węchowe ośrodki korowe i podkorowe mózgowia. On jest bardzo wrażliwy – niektóre zapachy odbierane są nawet wtedy, gdy we wdychanym przez nos powietrzu znajduje się tylko jedna cząsteczka substancji zapachowej na 30 mld innych.

Jak wyznaczamy ostrość węchu? Ostrość węchu wyznaczamy na podstawie najmniejszej koncentracji substancji, która powoduje uczucie zapachu. Wymierza się ją na podstawie ilości cząsteczek substancji pachnącej w 1cm^3 powietrza.

TO CIEKAWE! Układ węchowy szybko przyzwyczaja się do zapachu. Jeśli człowiek wchodzi do pokoju, gdzie jest określony zapach, to po pewnym czasie przestaje go odczuwać. Na ostrość węchu wpływa temperatura i wilgotność. Optymalna temperatura dla postrzegania zapachów wynosi $+30^{\circ}\text{C}$.



Jakie znaczenie dla człowieka ma smak? Smak – to odbiór właściwości smakowych substancji, które trafiają na receptory jamy ustnej i powierzchni języka. Prócz tego one znajdują się na powierzchni podniebienia miękkiego i na tylnej ścianie gardła.

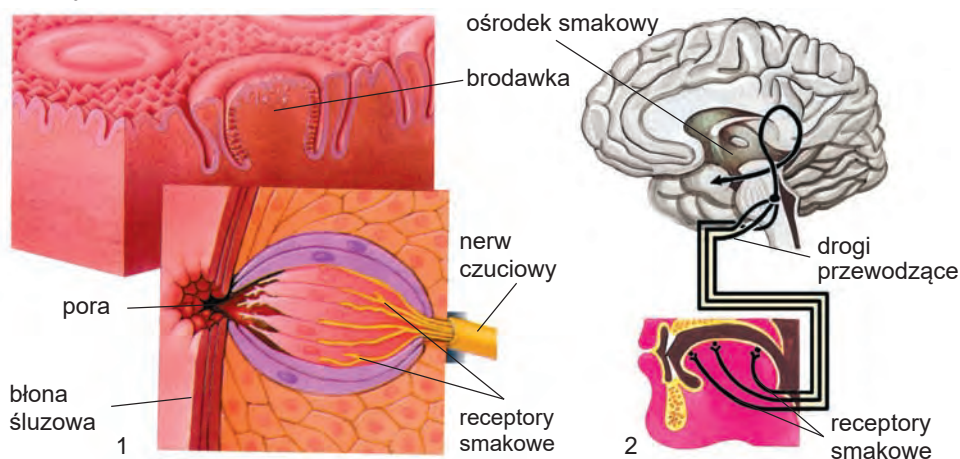
Receptory smaku znajdują się w **kubkach smakowych**, które wchodzą w skład wypukleń błony śluzowej języka – brodawek (ryc. 177).

Czucie smaku pozwala określić jakość pokarmu i wody pitnej, pobudzają apetyt, sprzyjają wydzielaniu soków trawiennych i trawieniu pokarmu. Aby substancja mogła podziać na receptory smakowe, ona powinna być rozpuszczona w ślinie lub wodzie. Sucha powierzchnia języka nie jest zdolna do rozpoznawania wartości smakowych substancji.

Przez porę, która znajduje się na powierzchni brodawki, cząsteczki substancji z jamy ustnej przenikają do środka niewielkiej komory wypełnionej wodą. Na jej dnie znajdują się receptory smakowe. One współdziałają z komórkami receptorowymi i pobudzają je. Receptory smakowe, zarówno jak i receptory węchowe należą do chemoreceptorów. Komórki zmysłowe przekazują pobudzenie na wypustki komórek czuciowych, które znajdują się w węzłach nerwów czaszkowych. Następnie informacja smakowa kilkoma nerwami nadchodzi ośrodkowego układu nerwowego: rdzenia przedłużonego i jądra smakowego mostu. Następnie ona kieruje się do jąder podwzgórza płatów skroniowych kory półkul (ryc. 177). Właśnie tu zachodzi rozróżnianie walorów smakowych pokarmu i wody pitnej. Receptory smakowe, nerwy oraz pola smakowe ośrodkowego układu nerwowego stanowią **narząd smaku**.

Człowiek potrafi rozpoznawać cztery podstawowe smaki: słodki, kwaśny, gorzki i słony. Na powierzchni języka wykryto specyficznie wrażliwe odcinki. Receptory, które odpowiadają za czucie gorzkiego smaku rozmieszczone są przeważnie koło nasady języka, słodkiego – na wierzchołku, kwaśnego i słonego – na bocznych częściach (kwaśny – bliżej do podstawy, słony – bliżej do wierzchołka) (ryc. 178). Przy tym te obszary smakowe w pewien sposób pokrywają się. W środkowej części języka receptorów smakowych nie ma.

Czucie smaku zależy od koncentracji substancji. Na przykład zwykła sól kuchenna przy niskiej koncentracji wydaje się słodka i tylko wtedy, gdy jej koncentracja wzrasta, wydaje się słona.



Ryc. 177. Budowa brodawki smakowej(1); schemat budowy narządu smaku (2).

Zadanie. Obejrzyj na rycinie budowę brodawki smakowej i drogę pobudzenia narządu smaku

TO CIEKAWE! Są również mieszane odczucia smakowe: na przykład smak dojrzałej pomarańczy odbierany jest jako kwaśno-słodki, a grejpfruta – jako słodko-gorzki.

Dla czucia smaku ważne znaczenie ma temperatura pokarmu. Jego wysoka lub niska temperatura zniża czucie smaku: przy picciu gorącej herbaty z cukrem, ona wydaje się na początku niesłodka. Najbardziej słodki słony optymalną temperaturą do rozpoznawania walorów smakowych pokarmu jest $+20^{\circ}\text{C}$... $+24^{\circ}\text{C}$.

ZAPAMIĘTAJ! Narząd smaku ma ważne znaczenie w życiu człowieka: on zapewnia sprawdzanie walorów smakowych pokarmu, wpływa na procesy trawienia, stymulując lub hamując wydzielanie soków trawiennych. Rozpoznawanie smaków wpływa również na stan emocjonalny człowieka: związki słodkie (np. słodczyce) sprzyjają poprawie humoru, gorzkie – na odwrót.

Minimalna koncentracja substancji, przy której człowiek potrafi określić jej smak, nazywa się *progiem smakowym*. On jest niejednakowy dla różnych substancji chemicznych.

TO CIEKAWE! Dla cukru próg smakowy wynosi 0,01, dla soli kuchennej – 0,05, kwasu cytrynowego – 0,009, chininy – 0,000008 mol/l. Stąd wynika, że najwrażliwsi jesteśmy na gorzki smak, mniej wrażliwi na kwaśny i jednakowo postrzegamy słodki i słony smak.

Zdrowie człowieka. Większa wrażliwość na gorzkie związki związana jest z tym, że wiele związków trujących ma gorzki posmak. Dlatego gorzki posmak może sygnalizować o niebezpieczeństwie. Silne gorzkie bodźce powodują napady nudności lub wymiotów. Te reakcje obronne zapobiegają dostawaniu się niebezpiecznych związków do organizmu.

ZAPAMIĘTAJ! Ponieważ pola węchowe i smakowe w korze mózgowej znajdują się obok, podczas określania jakości pokarmu uwzględniamy jednocześnie jego zapach i smak. Kiedy mamy katar, odczucie smaku jest naruszone. Otóż narząd smaku razem z narządem węchu biorą udział w regulacji trawienia, przemiany substancji i zachowania człowieka.

Co to są receptory narządów wewnętrznych? Wiele receptorów narządów wewnętrznych sygnalizuje o stanie naszego organizmu. Na przykład receptory, które znajdują się w ściankach żołądka i jelicie, kontrolują stopień ich wypełnienia pokarmem. Receptory ścianek naczyń krwionośnych reagują na zawartość gazów w krwi, ciśnienie tętnicze, zaburzenia pracy serca itd.

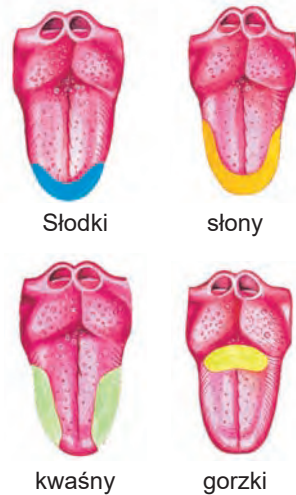
ZAPAMIĘTAJ! Współdziałanie różnych rodzajów receptorów, znajdujących się w różnych narządach wewnętrznych, daje nam całokształt obrazu o stanie naszego organizmu, zapewnia współdziałanie jego oddzielnych części i podtrzymywanie równowagi środowiska wewnętrznego organizmu – homeostazy.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia:** narząd węchu, ostrość węchu, narząd smaku, próg smakowy.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Obwodowymi częściami narządu węchu i narządu smaku są chemoreceptory. Receptory węchowe zapewniają odczuwanie zapachu różnych substancji, a smakowe – odczu-



Ryc. 178. Rozmieszczenie receptorów smakowych na języku. **Zadanie.** Na podstawie ryciny nazwij rozmieszczenie obszarów smakowych języka



wanie walorów smakowych różnych substancji. Narząd węchu jest ściśle powiązany z narządem smaku. Ich pola w korze półkul mózgowych znajdują się obok siebie, dlatego podczas określania jakości pokarmu uwzględniamy jednocześnie jego zapach i smak.

● Receptory narządów wewnętrznych kontrolują stan naszego organizmu. Ich czynność skierowana jest na podtrzymanie homeostazy.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie znaczenie dla człowieka ma zapach? 2. Jakie znaczenie ma czucie smaku? 3. Jak człowiek postrzega zapachy? 4. Jak powstaje czucie smaku? 5. Jak współdziałają między sobą narząd węchu i smaku? 6. Jakie funkcje pełnią receptory narządów wewnętrznych?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż stan skupienia substancji, w którym odbierany jest jej zapach : a) gazowy; b) ciekły; c) stały.

2. Wskaż narząd jamy ustnej, w którym znajdują się różne receptory smakowe: a) zęby; b) język; c) gruczoły ślinowe; d) podniebienie.

3. Wskaż część języka, gdzie znajdują się receptory, które rozróżniają smak słodki: a) na koniuszku; b) u nasady; c) po bokach; d) na koniuszku i po bokach.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Wyjaśnij osobliwości narządu węchu. II grupa. Wyjaśnij osobliwości narządu smaku.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Czym różni się zachowanie człowieka, kiedy on odczuwa przyjemny zapach i kiedy – nieprzyjemny? 2. Dlaczego nie potrafimy rozróżnić smaku gorącego pokarmu? 3. Dlaczego, kiedy mamy katar, czucie smaku jest naruszone?



ZADANIE TWÓRCZE. *Rozwiąż zadanie.* Minimalna koncentracja cukru, która stwarza czucie smaku słodkiego, wynosi 0,01mol/l. Oblicz, ile gramów cukru należy rozpuścić w szklance herbaty (200ml), aby odczuć smak słodki.

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

1. Wskaż miejsce, gdzie powstaje obraz przedmiotów przy krótkowzroczności: a) na siatkówce; b) przed siatkówką; c) za siatkówką; d) w soczewce.

2. Wybierz okulary z odpowiednimi soczewkami dla ludzi krótkowzrocznych: a) soczewki dwuwklęsłe; b) soczewki dwuwypukłe; c) kolorowe; d) okulary nie są potrzebne.

3. Wskaż narząd czucia, który posiada receptory węchu: a) nos; b) skóra; c) oko; d) ucho.

4. Wskaż część składową oka, która zawiera melaninę, która warunkuje kolor oczu: a) rogówka; b) źrenica; c) tęczówka; d) twardówka.

5. Jaka jest soczewka, kiedy oglądamy blisko znajdujące się przedmioty: a) spłaszczona; b) wypukła; c) jej kształt nie zmienia się.

6. Wskaż miejsce, gdzie powstaje obraz przedmiotów przy dalekowzroczności: a) przed siatkówką; b) za siatkówką; c) na siatkówce; d) na płamce żółtej.

7. Wskaż natężenie dźwięku (dB), które może spowodować zaburzenia słuchu: a) 40; b) 50; c) 60; d) 100.

8. Wskaż część języka, gdzie mieszczą się receptory, które rozróżniają smak słodki: a) na koniuszku; b) u nasady; c) po bokach; d) na koniuszku i po bokach.

9. Wskaż światłoczułe części składowe zmysłu wzroku: a) pręciki i czopki; b) tęczówka; c) soczewka; d) ciało szkliste.

10. Rozwiąż zadanie. Jeżeli norma higieniczna natężenia dźwięku wynosi 40dB, to ile razy przewyższa normę szum na dyskotecę, który wynosi 110dB? a) 1,75 razy; b) 2,75 razy; c) 3,75 razy ; d) 4,75 razy. Wytlumacz, jakie mogą być skutki słuchania zbyt głośnej muzyki.

Temat 9

WYŻSZE CZYNNOŚCI NERWOWE

Znany filozof grecki Sokrates (4–5 w.p.n.e.) powiedział: „Poznaj samego siebie”. Czy można siebie poznać? Jaka wiedza jest do tego potrzebna? Dlaczego ludzie są tak różni pod względem charakteru, temperamentu, stosunku do pracy?



§ 47. POJĘCIE WYŻSZEJ CZYNNOŚCI NERWOWEJ. WRODZONE MECHANIZMY ZACHOWANIA CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, co to są odruchy warunkowe i bezwarunkowe, instynkty. Co to jest adaptacja? Co to są jądra mózgowia?

Co to jest wyższa czynność nerwowa? Człowiek jako istota biospołeczna ciągle przystosowuje się do warunków środowiska, w którym żyje. Prócz czynników naturalnych (temperatury, zmiany ciśnienia, stopnia oświetlenia, wilgotności powietrza i in.) on podlega również czynnikom społecznym (współistnienie w różnych grupach społecznych: rodzinie, szkole itd.). Odpowiednio człowiek stale zmienia zachowanie, aby zaspokoić swoje potrzeby w podtrzymywaniu funkcjonowania i działalności społecznej. Reakcje człowieka na działanie bodźców środowiska zewnętrznego i wewnętrznego zapewniają trzy mechanizmy przystosowawcze: odruchy bezwarunkowe (wrodzone), odruchy warunkowe (nabyte) i działalność rozumowa.

Koncepcję tego, że działalność psychiczna człowieka jest odruchowa, po raz pierwszy wysłowił w 1863r. znany uczony-fizjolog I. Sieczenow (ryc. 179). Na początku XXw. eksperymentalnie potwierdził ją I. Pawłow (patrz ryc. 40).

Czynności warunkowa i bezwarunkowa człowieka są powiązane między sobą i razem stanowią wyższe czynności nerwowe. One są funkcją kory kresomózgowia i jąder podkorowych.

ZAPAMIĘTAJ! Wyższe czynności nerwowe – to całokształt współzależnych procesów nerwowych, które zachodzą w korze mózgowej i ośrodkach podkorowych oraz zapewniają doskonale przystosowanie się człowieka do zmiennych warunków istnienia. Całokształt reakcji organizmu, skierowanych na powstawanie życiowo niezbędnych związków z otaczającym środowiskiem, nazywamy zachowaniem.



Ryc. 179. I. Sieczenow (1829–1905)



Wyższe czynności nerwowe człowieka są skomplikowane i wielostronne. Umownie można je podzielić na trzy grupy:

- Procesy intelektualne, które warunkują poznawczą działalność człowieka;
- Procesy emocjonalne, dzięki którym ujawnia się stosunek człowieka do otaczających zjawisk, samego siebie i innych ludzi;
- Procesy wolicjonalne, które zapewniają ukierunkowane działanie człowieka.

Jaką rolę pełnią odruchy bezwarunkowe w zachowaniu człowieka?

Wiesz już, że odruchy bezwarunkowe są dziedziczne i prawie nie zmieniają się w ciągu życia człowieka. W ich powstawaniu bierze udział rdzeń kręgowy, pień mózgu i jądra podkorowe mózgowia. Te odruchy kontroluje kora dużych półkul. Bodźce, które warunkują te odruchy, nazywają się bodźcami bezwarunkowymi.

ZAPAMIĘTAJ! Bodźce – to dowolne wpływy, które są zdolne do sprowokowania reakcji biologicznych żywych komórek, tkanek i narządów, zmiany ich struktur i funkcji. Takie reakcje są nazywane **podrażnieniem**.

Bodźce działają na receptory (przypomnij sobie, jakie znasz receptory). One mogą być *zewnętrzne* (różnorodne zmiany warunków środowiska – świetlne, ciepłone, chemiczne, dźwiękowe, mechaniczne i in.) oraz *wewnętrzne* (zmiany składu i właściwości środowiska wewnętrznego układów biologicznych, mechaniczne bodźce wewnętrznych struktur organizmu).

Odruchy bezwarunkowe u człowieka odgrywają wiodącą rolę w zapewnieniu reakcji organizmu od razu po narodzinach. Potem one stają się podstawą odruchów warunkowych.

ZAPAMIĘTAJ! Odruchy bezwarunkowe występują jednakowo u każdego człowieka i zapewniają mu przystosowanie się do warunków życia. Ośrodki nerwowe odruchów bezwarunkowych znajdują się w rdzeniu kręgowym, pniu mózgu i jądrach podkorowych mózgowia.

Jakie podstawowe rodzaje odruchów bezwarunkowych rozróżniamy? Do podstawowych rodzajów odruchów bezwarunkowych należą: oddechowe, pokarmowe, chwytne, ochronne, orientacyjne oraz płciowe.

Odruchy oddechowe – to odruchowe ruchy oddechowe, które zapewniają wdech i wydech. *Odruchy pokarmowe* – ssanie, wydzielanie śliny, żółci, soków trawienych, żucie, połykanie pokarmu. (*Przypomnij sobie, gdzie znajduje się ośrodek oddechowy, wydzielania śliny, żucia i połykania.*)

Odruchy chwytne obserwowane są u noworodków (*ryc. 180, 1*). Dla dzieci odruchy chwytne nie mają większego znaczenia, ale dla współczesnych małą one są bardzo ważne, ponieważ umożliwiają chwytanie pokarmu, przesuwanie się po kronach drzew itd. (*ryc. 180, 2*).

Odruchy ochronne zapewniają ochronę organizmu przed działaniem różnych czynników: cofnięcie ręki przy ukłuciu, kaszel i kichanie przy trafianiu alergenów, mikroorganizmów do dróg oddechowych, drganie powieki oka, odruch źreniczny itp. (*Przypomnij sobie, gdzie znajduje się ośrodek kaszlu, kichania*). Zbadaj odruch źreniczny, wykonując doświadczenie laboratoryjne.



Ryc. 180. Odruch chwytny: 1. u dziecka; 2. u dorosłej małpy

DOŚWIADCZENIE LABORATORYJNE

Badanie reakcji źrenic na światło

Przyrządy: lampa z reflektorem.

1. Przymknij dłonią jedno oko na 3–5 s., a potem szybko zabierz rękę, skierowując światło na oko. Obserwuj, jak zmienia się średnica źrenicy podczas oświetlenia oka.
2. Znowu przymknij oko dłonią. Po 30 sekundach zwróć uwagę na średnicę źrenicy.
3. Wyciągnij wniosek, jak zmieniła się średnica źrenicy przy oświetleniu i po nim. Dlaczego? Jakie to ma znaczenie?

Wiele odruchów bezwarunkowych przejawia się nie od razu po narodzinach, a dopiero po pewnym czasie. Na przykład odruch *orientacyjny albo odruch „co to jest?”* – powstaje w odpowiedzi na nowe lub biologicznie ważne (światło, dźwięk i in.) bodźce. On powstaje za każdym razem, gdy pojawia się niespodziewany albo nowy bodziec i człowiek na niego reaguje zwrotem głowy.

Całokształt kolejnie następujących odruchów bezwarunkowych, które powstają na bodźce środowiska zewnętrznego i wewnętrznego organizmu oraz określają zapewnienie określonej funkcji życiowej, nazywamy **instynktem** (macierzyński, płciowy i in.).

Instynkty u człowieka mogą przejawiać się na różne sposoby w zależności od wewnętrznych potrzeb człowieka, konkretnej sytuacji, zmieniać się z wiekiem. Na przykład instynkt samozachowania może przejawiać się zarówno ucieczką przed niebezpieczeństwem, ostrożnym zachowaniem, jak i agresją. Instynkt macierzyński – to potrzeba matki dbania o dziecko i bronienia go. Czasami jest on silniejszy od instynktu samozachowania.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: wyższe czynności nerwowe, zachowanie człowieka, odruchy bezwarunkowe, instynkty.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Zachowanie człowieka – to skomplikowany zespół przystosowań, skierowanych na zaspokojenie potrzeb organizmu, które zewnętrznie przejawiają się w określonych czynnościach człowieka.
- W procesie ewolucji człowieka utrwaliły się stałe formy reakcji na bodźce środowiska zewnętrznego i wewnętrznego, które są nazywane bezwarunkowo-odruchowymi. Złożone, wrodzone (bezw warunkowe) formy zachowania się, skierowane na spełnienie określonych funkcji życiowych, w tym na przedłużenie rodu i zachowanie gatunku, nazywamy instynktami.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to są wyższe czynności nerwowe? 2. Co to jest zachowanie człowieka?
3. Jakie znasz podstawowe odruchy bezwarunkowe? Jak one mają znaczenie?
4. Co to są instynkty? Jak one mają znaczenie w życiu człowieka?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

Wybierz poprawne stwierdzenie: 1) wiele odruchów bezwarunkowych przejawia się nie od razu po urodzeniu, lecz po pewnym czasie; 2) na podstawie odruchów bezwarunkowych odbywa się regulacja i uzgodniona czynność różnych narządów: a) poprawne jest pierwsze stwierdzenie; b) poprawne jest drugie stwierdzenie; c) obydwa stwierdzenia są poprawne; d) obydwa stwierdzenia są niepoprawne.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj charakterystykę wyższych czynności nerwowych człowieka. Podaj przykłady odruchów bezwarunkowych.



ZADANIE TWÓRCZE. Przypomnij sobie z lekcji biologii 7. klasy cechy zachowania się ssaków. Co jest wspólnego i jakie są różnice w zachowaniu się ssaków i człowieka (na konkretnym przykładzie)?

§ 48. ODRUCHY WARUNKOWE. KSZTAŁTOWANIE SIĘ REAKCJI ZACHOWANIA CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, co nazywamy odruchami, instynktami. Jakie odruchy nazywamy orientacyjnymi?

Jakie są warunki powstawania odruchów warunkowych? Odruchy warunkowe powstają w ciągu życia człowieka przeważnie na podstawie odruchów bezwarunkowych pod wpływem określonych czynników środowiska zewnętrznego. Bodźce, które powodują te odruchy, nazywamy *warunkowymi*. Z wiekiem ilość powstałych odruchów warunkowych wzrasta, przy tym gromadzi się pewne doświadczenie.

I. Pawłow udowodnił powstawanie odruchów warunkowych na podstawie bezwarunkowych przeprowadzając doświadczenia na psach. On badał odruchową regulację wydzielania śliny: kiedy zwierzęciu podawano pokarm, to obserwowano wydzielanie się śliny – przejaw bezwarunkowego odruchu pokarmowego. Następnie na 30s przed karmieniem przed zwierzęciem włączano światło (lampę elektryczną), na które pies reagował zwrotem głowy w jego stronę (bezw warunkowy odruch orientacyjny). Ponieważ na tym etapie doświadczenia światło było *obojętnym bodźcem* dla wydzielania śliny, to do momentu spożywania pokarmu ona nie wydzielala się. Po kilku próbach włączania światła i potem karmienia światło przekształciło się na *bodziec warunkowy*: kiedy je włączano, obserwowano wydzielanie się śliny. W taki sposób odruch warunkowy powstał na podstawie bezwarunkowego: bodziec obojętny (światło) przy powtarzaniu go przed karmieniem (bodziec bezwarunkowy) stał się bodźcem warunkowym.

Jakie są cechy odruchów warunkowych? Odruchy warunkowe są odruchami indywidualnymi, powstają w ciągu życia człowieka niezależnie od innych.

Odruchy warunkowe nie są odruchami stałymi: pod wpływem zmian warunków środowiska zewnętrznego jedne z nich mogą znikać, a inne -powstawać. W ten sposób człowiek może pozbyć się tych odruchów warunkowych, które w nowych warunkach utraciły swoje znaczenie. Natomiast powstają nowe, które zapewniają adaptację do takich zmian.



ZAPAMIĘTAJ! Do powstawania odruchu warunkowego potrzebne jest działanie bodźca obojętnego, a także spełnienie następujących warunków:

- działanie odruchu warunkowego ma poprzedzać działanie bezwarunkowego;
- siła działania i znaczenie biologiczne bodźca warunkowego ma być słabsze niż bezwarunkowego;
- bodziec warunkowy powinien być niejednokrotnie wspierany działaniem bezwarunkowego;
- należy okresowo powtarzać działanie odruchu warunkowego w celu jego utrwalenia.

Fizjologiczny mechanizm powstawania odruchu warunkowego wydzielania śliny u psa w doświadczeniu I. Pawłowa można wytłumaczyć w następujący sposób. Na początku podczas karmienia psa pobudzenie od receptorów smakowych języka nadchodziło do ośrodków smakowych, znajdujących się jak w odcinkach pnia mózgu, tak i w korze wielkich półkul. Po przeanalizowaniu i przetworzeniu pobudzenia z ośrodków czucia smakowego przez neurony wstawkowe ono było przekazywane do ośrodka wydzielania śliny, a stąd – do gruczołów ślinowych, które wydzielają ślinę. Jest to czynność bezwarunkowo – odruchowa. Kiedy włączano żarówkę (bodziec umowny), pobudzenie od fotoreceptorów na siatkówce oka było przekazywane do odpowiednich ośrodków podkorowych, a stąd – do ośrodków wzrokowych w płatach potylicznych kory półkul mózgowych.

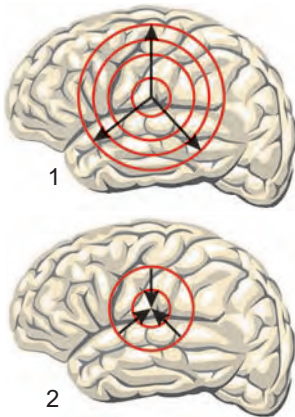
Przy niejednokrotnym kojarzeniu bodźca bezwarunkowego (pokarm) i warunkowego (światło) pobudzenie, które powstawało wskutek działania bodźca warunkowego, było przekazywane do ośrodka nerwowego bezwarunkowego odruchu wydzielania śliny jeszcze przed wystąpieniem działania bodźca bezwarunkowego. Ponieważ przerwa między działaniem warunkowego i bezwarunkowego bodźca jest niewielka, to między odpowiednimi ośrodkami nerwowymi ustala się *tymczasowy związek nerwowy*. Dzięki temu pobudzenie z ośrodka wzrokowego trafia do ośrodka pokarmowego, a potem – do gruczołów ślinowych, co powoduje wydzielanie się śliny w odpowiedzi na światło, bez podawania pokarmu.

U człowieka odruchy warunkowe powstają nie tylko w odpowiedzi na konkretne sygnały (dzwonek szkolny), ale również na usłyszane lub przeczytane słowa, cyfry, rysunki. Na przykład u człowieka, który kiedyś próbował cytrynę, nawet słowne wspomnienie o niej prowokuje wydzielanie się śliny. W tej reakcji warunkowo – odruchowej bierze udział również pamięć, ponieważ informacja o smaku cytryny została zakarbowana w korze wielkich półkul.

Utrwalenie w korze wielkich półkul określonej kolejności reakcji warunkowo – odruchowych nazywa się **stereotypem dynamicznym**. Do powstawania stereotypu dynamicznego potrzebny jest wielokrotny wpływ bodźców, które działają z ciągłymi przerwami między nimi. Stereotyp dynamiczny stanowi podstawę powstawania nawyków i przyzwyczajzeń (jazda na rowerze, łyżwach itd.).

Powstawanie odruchów warunkowych, ich połączenie w złożone warunkowo-odruchowe reakcje zachowań jest możliwe dzięki współdziałaniu dwóch form procesu nerwowego: hamowania i pobudzenia.

Co to jest hamowanie odruchów warunkowych? Hamowanie – to procesy, które prowadzą do osłabienia lub ustania pobudzenia w ośrodkowym ukła-



Ryc. 181. 1. irradycja;
2. koncentracja

dzie nerwowym. Rozróżniamy hamowanie zewnętrzne i wewnętrzne. Hamowanie zewnętrzne (bezwarunkowe) zachodzi na początku działania silnego bodźca zewnętrznego, który wywołuje nowe pobudzenie w korze wielkich półkul. To pobudzenie hamuje inne, słabsze.

Przykładem takiego zjawiska jest ustanie wydzielania się soków trawiennych podczas jedzenia w związku z uczuciem silnego bólu. Odmianą hamowania zewnętrznego jest *hamowanie pozaokresowe* w przypadku działania bodźca warunkowego o bardzo wielkiej sile. Ono chroni układ nerwowy przed nadmiernym pobudzeniem i przeciążeniem. Biologiczne znaczenie hamowania zewnętrznego odruchów warunkowych polega na zapewnieniu reakcji na podstawową, najważniejszą w danym momencie dla organizmu motywację (na przykład pisanie pracy kontrolnej).

Hamowanie wewnętrzne (warunkowe) zachodzi wtedy, gdy działanie bodźca warunkowego nie jest wzmacniane działaniem bezwarunkowego. Przykładem warunkowego hamowania są reguły sportowe, na przykład zakaz określonych czynności podczas gry w pewnych strefach boiska; pewne ograniczenia podczas uczenia się i wychowania, w zachowaniu człowieka w społeczeństwie.

Hamowanie i pobudzenie koordynuje działalność odruchową. Na przykład skurcz i rozkurcz mięśni jest wynikiem naprzemiennego występowania pobudzenia i hamowania. Gdyby nie było hamowania, organizm wykonywałby wiele niepotrzebnych reakcji w odpowiedzi na różne bodźce nerwowe, które przestały być wzmacniane przez bezwarunkowe.

Jak współdziałają między sobą pobudzenie i hamowanie w korze półkul mózgowych? Procesy pobudzenia i hamowania jako podstawowe procesy czynności ośrodkowego układu nerwowego opierają się na pewnych prawidłowościach. Powstając w określonych ośrodkach, one są zdolne do rozprzestrzeniania się po całym ośrodkowym układzie nerwowym. To zjawisko otrzymało nazwę *irradiacji*. Proces przeciwstawny – ograniczenie, skrócenie strefy źródła pobudzenia albo hamowania, nazywa się *koncentracją* (ryc. 181).

Irradiację i koncentrację można obserwować przy powstawaniu ruchowych odruchów warunkowych. Na pierwszym stadium powstania nawyków ruchowych wskutek szerzenia się pobudzenia kurczy się wiele mięśni, które nie są potrzebne do wykonywania danego ruchu. I tylko w procesie wielu powtórzeń (ćwiczeń) w wyniku koncentracji procesu pobudzenia w niezbędnych odcinkach kory ruchy stają się wysoce skoordynowane.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: odruch warunkowy, tymczasowy związek nerwowy, pobudzenie, hamowanie, irradycja, koncentracja.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Odruchy warunkowe umożliwiają człowiekowi dostosowanie swojego zachowania odpowiednio do zmian środowiska zewnętrznego. Podstawą mechanizmu powstawania odruchów warunkowych jest ustanowienie tymczasowych związków nerwowych w korze kresomózgowia między ośrodkami nerwowymi odruchu bezwarunkowego i bodźca warunkowego.
- Podstawą czynności układu nerwowego są procesy pobudzenia i hamowania. Przy pobudzeniu zachodzą reakcje odruchowe, a przy hamowaniu one zanikają. Przy po-

mocy hamowania człowiek pozbywa się odruchów, które utraciły znaczenie przystosowawcze, uczy się rozróżniać podobne bodźce, lepiej przystosowuje się do zmian warunków otaczającego środowiska. Pobudzenie i hamowanie mogą rozprzestrzeniać się lub koncentrować się w określonych ośrodkach nerwowych. Te procesy zapewniają uzgodnienie czynności ośrodków nerwowych.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Czym różnią się odruchy warunkowe od bezwarunkowych? 2. Jakie warunki są potrzebne do powstawania odruchów warunkowych? 3. Jaki jest mechanizm powstawania odruchów warunkowych? 4. Co to jest tymczasowy związek nerwowy? Jak on powstaje? 5. Co to jest hamowanie? Jakie znasz rodzaje hamowania? Czym one się różnią? 6. Co to jest irradycja i koncentracja?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż cechy odruchów warunkowych: a) gatunkowe; b) indywidualne; c) stałe.
2. Wskaż proces, który odbywa się wtedy, gdy działanie bodźca warunkowego nie jest wzmacniane bezwarunkowym: a) koncentracja; b) hamowanie; c) pobudzenie.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj charakterystykę warunków powstawania odruchów warunkowych. Jakie znaczenie biologiczne ma hamowanie odruchów warunkowych?



ZASTANÓW SIĘ. 1. Dlaczego człowiek, czytając ciekawą książkę, często nie zauważa, co dzieje się dookoła? 2. Dlaczego ból zęba w dzień odczuwamy słabo, a w nocy on jest nie do zniesienia?



ZADANIE TWÓRCZE. Porównaj odruchy warunkowe i bezwarunkowe.

§ 49. POJĘCIE O UKŁADACH SYGNAŁOWYCH. MOWA. MYŚLENIE. ŚWIADOMOŚĆ

Przypomnij sobie, dzięki jakim sygnałom zwierzęta orientują się w otaczającym środowisku. Co to jest układ narządów czuć? Jakie narządy czucia posiada człowiek?

Zachowanie człowieka jest skomplikowane. W nim zadziałane są mechanizmy nie tylko odruchów bezwarunkowych i warunkowych, lecz również pracy rozumowej. Jeżeli instynktowna działalność człowieka często występuje w postaci czynności nieuświadomionych, to praca umysłowa kieruje jego zachowaniem odpowiednio do praw społeczności, tradycji. Działalność rozumowa jest najbardziej skomplikowaną formą zachowania indywidualnego, które jest wynikiem ciągłego powstawania związków nerwowych, opierających się na minionym doświadczeniu.

Co to są układy sygnałowe? Jakie układy sygnałowe są u człowieka? Jedna z ważnych funkcji kory półkul mózgowych – zapewnienie funkcjonowania i rozwój układów sygnałowych.

Układ sygnałowy – to całokształt procesów odruchowych, które zapewniają odbiór i analizowanie informacji oraz kształtowanie odpowiednich reakcji organizmu na określone bodźce.

Pierwszy układ sygnałowy człowieka odbiera za pomocą odpowiednich narządów zmysłów różnorodne bodźce (sygnały) otaczającego środowiska. Ośrodki



nerwowe pierwszego układu sygnałowego są rozmieszczone w korze półkul. On służy podstawą powstawania odruchów warunkowych.

Drugi układ sygnałowy przejawia się w obcowaniu ludzi za pośrednictwem mowy ustnej i pisemnej. Funkcja mowy u człowieka związana jest z czynnością wielu struktur mózgu. Za mowę ustną odpowiada płat skroniowy i czołowy lewej półkuli, a pisemną – płat ciemieniowy, skroniowy i czołowy. Słowa, które człowiek wymawia, słyszy lub czyta, są bodźcami warunkowymi, które odbiera i rozróżnia kora półkul mózgowych.

Słowa – to symbole konkretnych przedmiotów i zjawisk otaczającego środowiska, czyli słowo jest sygnałem sygnałów. Słowami człowiek oznacza wszystko, co odbiera przy pomocy narządów zmysłów. Słowo wyznacza nasze pojęcia, związek z określonymi przedmiotami otaczającego środowiska. Przy pomocy słów człowiek uogólnia nie tylko pojęcia o przedmiotach i ich właściwościach, zjawiskach, lecz także swoje uczucia.

Za pomocą **mowy** informacja jest analizowana i uogólniana, człowiek rozmyśla, formułuje wnioski. Mowa jest potrzebna człowiekowi do uczenia się i obcowania, dzięki czemu z pokolenia na pokolenie może być przekazywane zgromadzone doświadczenie. Dziecko potrafi uczyć się mowy od urodzenia. Jeżeli ono z pewnych powodów zostało odizolowane od ludzi, to ta zdolność nie będzie zrealizowana.

ZAPAMIĘTAJ! Mowa nabyła ogromnego znaczenia w wyższych czynnościach nerwowych człowieka, które opierają się na współdziałaniu dwóch układów sygnałowych (ryc. 182). Mowa – to niepowtarzalna cecha człowieka, która daje możliwość za pomocą znaków-symboli (słów) nie tylko wypowiadać myśli, lecz także wyrażać je w formie pisemnej.

Sygnały słowne (dźwiękowe – ustne i wzrokowe – pisemne) są odbierane przez ośrodki słuchowe i wzrokowe, które przeważnie są rozmieszczone w lewej półkuli. Te ośrodki nerwowe tworzą jednolity układ funkcjonalny, który zapewnia odbiór i analizowanie różnych form sygnałów słownych i ich dźwiękowe przekształcenie.

Jakie są przejawy wyższych czynności nerwowych człowieka? Na wszystko, co człowiek odbiera z otaczającego środowiska, on odpowiada w postaci różnych czynności – impulsywnych (natychmiastowych), mimowolnych albo dowolnych (świadomych).

Wraz z rozwojem mowy rozwijało się również myślenie. Mowa i myślenie są ściśle powiązane między sobą. **Myślenie** – to funkcja kory półkul mózgowych, która pozwala człowiekowi za pomocą symboli (słów i obrazów) wyobrazić sobie i wyrazić swój stosunek do rzeczywistych i wyobraźalnych przedmiotów oraz zjawisk otaczającego środowiska, swoje interesy życiowe.



Ryc. 182. Współdziałanie dwóch układów sygnałowych



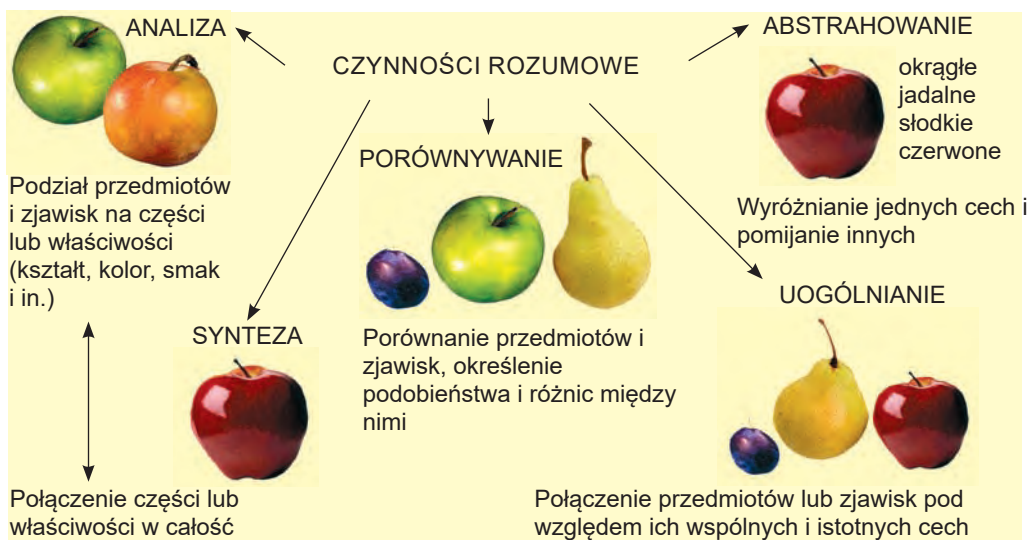
Człowiek myśli słowami. Dzięki nim on potrafi stwarzać obrazy konkretnych i wyobrażalnych przedmiotów i zjawisk, czyli on ma rozwinięte **myślenie abstrakcyjne**. Na przykład słowo „drzewo” uogólnia wiele konkretnych gatunków drzew: dębu, lipy, brzozy i in. Człowiek, jeśli zajdzie taka potrzeba, potrafi powstałe związki tymczasowe wydostać z pamięci, tworzyć ich różnorodne kombinacje, uogólniać to, co zobaczył i usłyszał. Taki typ myślenia cechuje tylko człowieka. Myślenie abstrakcyjne pozwala rozwijać swoje uzdolnienia, tworzyć kulturę, zajmować się nauką itd.

W procesie myślenia mózg człowieka wykonuje skomplikowane **operacje rozumowe**, wykorzystując pojęcia, sądy, wnioskowania, wynikiem których są domysły, prognozy, podejmowanie decyzji (ryc. 183). Czynności rozumowe często wykonujesz na lekcjach podczas utrwalania nowego materiału lub jego odtwarzania. Wykonywanie czynności rozumowych zależy od indywidualnych osobliwości myślenia konkretnego człowieka.

W przejawianiu się **indywidualności myślenia** wielkie znaczenie ma *samodzielność* – zdolność człowieka do stawiania nowych zadań i ich rozwiązywania, samodzielnego opracowywania otrzymanej informacji, kształtowania swojego własnego zdania i kierowania się nim.

Krytyczność myślenia przejawia się w zdolności człowieka do niepodpadania pod wpływ cudzych myśli, oceniania pozytywnych i negatywnych aspektów zjawiska lub faktu, określania tego, co jest w nich cenne. Człowiek o krytycznym myśleniu wymagająco ocenia również swoje własne myśli, decyzje, uczynki i okazuje samokrytyczny stosunek do swoich czynności.

Giętkość myślenia przejawia się w umiejętności szybkiego zmieniania swojej czynności przy zmianie sytuacji. Człowiek zdolny do giętkiego myślenia o wiele szybciej przystosowuje się do zmian otoczenia. *Głębokość myślenia* przejawia się w umiejętności przenikania w sedno trudnych pytań, postrzegania problemu tam, gdzie go nie widzą inni, przewidywania ewentualnych skutków wydarzeń i procesów. *Szerokość myślenia* przejawia się w zdolności ogarnięcia szerokiego kręgu zagadnień.



Ryc. 183. Czynności rozumowe (wg M. Hałzy, I. Domaszenko). **Zadanie.** Na podstawie ryciny podaj charakterystykę czynności rozumowych, które człowiek wykonuje codziennie



Logiczność myślenia – umiejętność dotrzymywania się logicznej kolejności przy wypowiedzianiu sądów, ich uzasadnianiu. W celu przestrzegania logicznego wykładania materiału, trzeba w myślach ułożyć sobie plan jego odtwarzania.

Prędkość myślenia wyraża się w umiejętności szybkiego oceniania trudnej sytuacji i szybkiego podejmowania prawidłowej decyzji.

Często człowiek wykorzystuje **wyobraźnię**. Są to procesy psychiczne, oparte na doświadczeniu człowieka. W wyniku takiej skomplikowanej pracy mózgu u człowieka kształtuje się **wizja** – naoczny obraz przedmiotu, zjawiska, możliwy schemat rozwiązania, który można sprawdzić w działaniu i na praktyce.

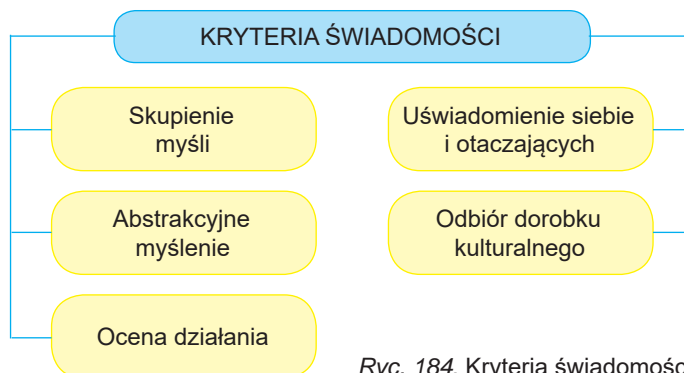
Swój stosunek do konkretnych albo wyobraźalnych przedmiotów czy wydarzeń człowiek wyraża za pomocą **emocji**. Są to przeżycia subiektywne, w których przejawia się stosunek człowieka do otaczającego świata i do siebie. Emocje dzielimy na *pozytywne* (radość, zadowolenie, zachwyty, miłość itd.) i *negatywne* (strach, gniew, odraza itd.). Umiejętność kierowania swoimi emocjami i uczynkami ludzie zdobywają w procesie wychowania.

W trakcie poznawania otaczającego świata kształtują się **odczucia**. Odzwierciedlenie w mózgu całościowego obrazu przedmiotu lub zjawiska nazywamy **odbiorem**. **Uwaga** – to proces, w wyniku którego otrzymana informacja staje się dostępna do analizowania, czyli dociera do świadomości. Trwałość uwagi wzrasta podczas aktywnego uświadamiania – **koncentracji**.

ZAPAMIĘTAJ! Drugi układ sygnałowy pozwala oznaczać słowem nie tylko bezpośrednie bodźce, ale też ich skomplikowane współzależności, operować słowami podczas analizy i syntezy zjawisk otaczającego świata. On uogólnia sygnały pierwszego układu sygnałowego. Mowa i myślenie odgrywają wielką rolę w formowaniu się świadomości człowieka, rozwoju jego psychiki.

Co to jest świadomość? Jakie są jej podstawy fizjologiczne? *Świadomość* – to przejaw wyższej czynności nerwowej, który polega na odzwierciedleniu rzeczywistości i dowolnym regulowaniu związków wzajemnych człowieka z otaczającym środowiskiem, szczególnie ze społeczeństwem. Rozwój świadomości stał się możliwy tylko dzięki komunikowaniu się ludzi między sobą, pracy społecznej. A więc świadomość – wynik funkcjonowania nie tylko wyższych odcinków układu nerwowego (kory półkul), ale też życia społecznego człowieka (ryc. 184).

Człowiek jest jedyną żywą istotą na Ziemi, która potrafi uświadamiać sobie nie tylko to, co ją otacza, ale i siebie, swój stosunek do przedmiotów i zjawisk świata zewnętrznego. Ta kategoria nazywa się *samoświadomością*.



Ryc. 184. Kryteria świadomości



❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: pierwszy układ sygnałowy, drugi układ sygnałowy, mowa, myślenie, myślenie abstrakcyjne, świadomość.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Wyższe czynności nerwowe człowieka opierają się na analizowaniu informacji, która nadchodzi do mózgu poprzez dwa układy sygnałowe. Pierwszy układ sygnałowy przedstawiają narządy zmysłów, drugi – mowa. Oddziaływanie słowa jako sygnału określa się jego znaczeniowym, a nie dźwiękowym znaczeniem. Mowa jest podstawą myślenia, które cechuje tylko człowieka.
- Świadomość – to jeden z najbardziej skomplikowanych procesów psychicznych, który określa stosunek człowieka do otaczającego świata. Świadomość jest ściśle związana z mową.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to są układy sygnałowe? 2. Na czym polega różnica między pierwszym a drugim układem sygnałowym? 3. Jak jest urzeczywistniana funkcja mowna u człowieka? 4. Co to jest myślenie? Jakie są fizjologiczne podstawy myślenia? 5. Co to jest świadomość?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

Wskaż sygnał, który człowiek określa według treściowego znaczenia: a) dźwięk; b) światło; c) słowo; d) temperatura.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. I grupa. Układy sygnałowe. II grupa. Znaczenie drugiego układu sygnałowego. III grupa. Znaczenie mowy dla człowieka. IV grupa. Związek mowy z myśleniem.



ZASTANÓW SIĘ. Tak zwane „wilcze dzieci” – wychowane przez zwierzęta dzieci, które po 5 latach trafiły do społeczeństwa ludzkiego, przeważnie nie potrafiły nauczyć się mowy. Dlaczego?



ZADANIE TWÓRCZE. Porównaj cechy pierwszego i drugiego układu sygnałowego.

§ 50. UCZENIE SIĘ I PAMIĘĆ

Przypomnij sobie, co to są odruchy warunkowe, utrwalanie.

Co to jest uczenie się i jakie są jego rodzaje? Uczenie się – to zmiany przystosowawcze (adaptacyjne) zachowania indywidualnego w wyniku nabytego doświadczenia. Ono opiera się na procesach psychofizjologicznych, które stale odbywają się w mózgu człowieka. Przy pomocy odruchów warunkowych uczenie się czyni zachowanie człowieka lepiej przystosowanym do dowolnej sytuacji zewnętrznej.

Rozróżniamy następujące rodzaje uczenia się: **utrwalanie (imprinting)**, przyzwyczajanie się, uczenie się drogą „prób i pomyłek”, ukryte (latentne) uczenie się, olśnienie. Utrwalanie (imprinting) – to cecha noworodków i niemowląt podczas rozwoju analizatorów utrwalac w pamięci obrazy swoich rodziców, otoczenia itd. One nie tylko zapamiętują postać matki, zachowanie rodziców, różne wydarzenia, lecz odtwarzają je. Później ta nabyta forma zachowania przekształca się na skomplikowaną czynność warunkowo-odruchową.

POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: Imprinting można spostrzegać wśród zwierząt (na przykład kurczątk, kaczątk, gęsi), u których po ukształtowaniu się wzrokowego układu czuciowego powstaje odruch naśladowania. One zapamiętują dowolny obiekt, który się porusza i idą za nim jak za kwoczką. Jednak to zjawisko jest krótkotrwałe, ono trwa tylko 13–18 godzin po wylęgnięciu się z jajka.



Przyzwyczajenie – to najdawniejszy i najbardziej rozpowszechniony rodzaj uczenia się. Przyzwyczajenie odbywa się nieświadomie. Układ nerwowy po pewnym czasie przestaje reagować na powtarzające się jednostajne sygnały. Im częściej jest wykorzystywany określony bodziec, tym szybciej zachodzi przyzwyczajenie.

Uczenie się drogą „prób i błędów” dokładnie opisał amerykański psycholog E. Thorndike. Na przykład, aby nauczyć się dobrze pływać, trzeba wykonać wiele prób, popełniając również i błędy. Z czasem mamy więcej doświadczenia i popełniamy mniej błędów.

Ukryte albo **latentne** uczenie się skierowane jest na zaspokojenie bezpośredniej potrzeby, na przykład dodatkowej wiedzy. Podczas czytania pisma naukowo-popularnego lub pracy w kółkach według zainteresowań my otrzymujemy informację, która na pierwszy rzut oka jest informacją drugorzędną, ale z czasem może mieć życiowo lub zawodowo ważne znaczenie.

Olśnienie (insajt) – to wyższa forma uczenia się, podstawą którego jest domysł, raptowne zrozumienie istotnego w strukturze, sytuacji.

Co to jest pamięć i jakie są jej rodzaje? Pamięć – to zespół procesów, które odbywają się w ośrodkowym układzie nerwowym, zapewniając gromadzenie, przechowywanie i odtwarzanie indywidualnego doświadczenia i doświadczenia innych ludzi, usłyszanego i przeczytanego, przeżyć itd.

Funkcjonalny stan pamięci zależy od czynności określonych odcinków kory półkul mózgowych, szczególnie różnych uczuć i obszarów kory, które odpowiadają za pamięć wzrokową, słuchową, ruchową itd. Oprócz tego kora płatu czołowego i skroniowego odpowiada za stan pamięci w całości. Uważa się, że wszystkie odcinki kory są zamknięte między sobą łańcuszkami neuronów. Impulsy, które w nich cykluje, warunkują zmianę aktywności biosyntetycznej komórek nerwowych, co prowadzi do powstawania substancji biologicznie aktywnych – „nosicieli pamięci”. Aby informacja utrwałała się w pamięci, należy ją powtarzać.

Jak my zapamiętujemy? Zapamiętywanie – to utrwalenie w pamięci określonej wiedzy. Rozróżniamy zapamiętywanie mechaniczne i uświadomione, mimowolne i dowolne.

Mechaniczne zapamiętywanie opiera się na powtarzaniu materiału bez jego uświadamiania. Ono potrzebuje znacznego wysiłku i dużo czasu. Przy takim zapamiętywaniu wiedza w pamięci trzyma się niedługo i przypomnieć ją w potrzebnym momencie bardzo trudno.

Uświadomione zapamiętywanie odbywa się wtedy, gdy człowiek uświadamia przeczytane, stara się zrozumieć, o co chodzi i zapamiętać sedno materiału nauczania.

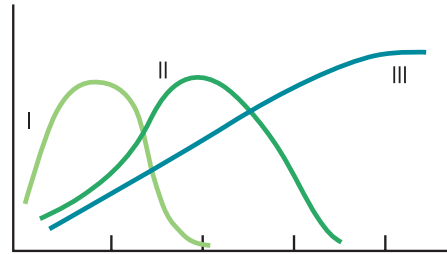
Mimowolne zapamiętywanie odbywa się wtedy, gdy człowiek nie ma na celu zapamiętania czegokolwiek (na przykład ciekawych, niezwykłych faktów lub obiektów).

Dowolne zapamiętywanie potrzebuje pewnego wysiłku woli z boku człowieka.

Wszystko, z czym człowiek styka się w życiu codziennym, nie znika bez śladu, lecz zachowuje się w mózgu w postaci śladów pamięciowych. Proces zapamiętywania można podzielić na etapy, które różnią się trwałością przechowywania informacji (ryc. 185).



Pierwszy etap – pamięć sensoryczna – trwa milisekundy. W ciągu tego czasu człowiek otrzymuje informację od narządów zmysłów (wzroku, słuchu itd.). Górne odcinki mózgu przyjmują sygnały, które nadchodzą z otoczenia. Jeśli to nie odbywa się, to mniej niż za sekundę te ślady ścierają się i sensoryczna pamięć wypełnia się nowymi sygnałami.



Ryc. 185. Wykres trwałości różnych rodzajów pamięci. **Zadanie.** Na podstawie ryciny wyjaśnij, jak zmienia się trwałość różnych rodzajów pamięci

Drugi etap – pamięć krótkotrwała – trwa od kilku sekund do kilku minut. Ten czas potrzebny jest do rozwiązania natychmiastowych zadań. Jeśli informacja nie powtarza się, ona znika z pamięci nie zostawiając znacznych śladów. Zbadano, że mózg człowieka jednocześnie może opracować i zapamiętać tylko pewną objętość informacji. Ona stanowi 7+2 informacyjne sygnały (słowa, przedmioty, symbole itd.). Na przykład my lekko zapamiętujemy numer telefonu, który zazwyczaj nie przekracza siedmiu cyfr.

Ważna dla człowieka informacja z krótkotrwałej pamięci przenosi się do długotrwałej. Jest to proces *połączenia się śladów pamięci*.

Trzeci etap – pamięć długotrwała – zapewnia trwałe zachowanie wiedzy, obrazów, przeżyć, które są zapamiętywane poprzez ich wielokrotne powtarzanie i odtwarzanie. To jest głębokościowa pamięć, która zachowuje to, co jest najważniejsze i najpotrzebniejsze. Informacja, która trafiła do długotrwałej pamięci, może przechowywać się w ciągu wielu godzin, dni, miesięcy, lat i nawet w ciągu całego życia człowieka. Szczególnie mocno zakarbowane są w pamięci wydarzenia, które zaszły pod wpływem silnych emocji.

A więc w pamięci zakarbowuje się tylko część otrzymanej informacji – trwałe okresy czasu przechowują się podstawowe pojęcia, uogólnienia oraz ważna informacja osobista. Większą część informacji człowiek zapomina, co chroni mózg przed przeciążeniem.

Informację w długotrwałej pamięci można podzielić na proceduralną i deklaratywną pamięć.

Pamięć proceduralna – to pamięć na czynności (co i jak należy wykonywać). W niej najczęściej są zadziałane różne sensoryczne (wzrokowe, słuchowe, węchowe i in.) i ruchowe ośrodki mózgu.

Pamięć deklaratywna – to zapamiętywanie obiektów, wydarzeń, epizodów, twarzy, miejsc itd. Kształtowanie się deklaratywnej pamięci związane jest z czynnością wewnętrzną powierzchni skroniowych odcinków półkul, razem ze strukturami podkorowymi.

Ze względu na aktywność psychiczną, która dominuje w działalności, rozróżniamy następujące rodzaje pamięci: ruchowa (motoryczna), emocjonalna, obrazowa, słowno-logiczna (treściowa) (ryc. 186).

Pamięć ruchowa albo **motoryczna** – to zapamiętywanie i odtwarzanie ruchów. Jest podstawą nawyków ruchowych i zwykłych ruchów, a także kształtowania się różnych praktycznych czynności i nawyków pracy. Dzięki tej pamięci jesteśmy zdolni do wykonywania najtrudniejszych ruchów: tańczenia, pisania, wirtuozyjnej gry na instrumentach muzycznych itd.



Ryc. 186. Rodzaje pamięci ze względu na charakter celów działalności. **Zadanie.** Na podstawie schematu nazwij rodzaje pamięci ze względu na charakter celów działalności, podaj ich charakterystykę i wyjaśnij ich znaczenie dla człowieka

Pamięć obrazowa – to zachowanie w pamięci i odtwarzanie odebranego kiedyś życiowo ważnego obiektu, jego rozmieszczenia w przestrzeni, koloru, dźwięków itd. Ona jest związana z określonym układem narządów czucia, dlatego też rozróżniamy pamięć obrazową wzrokową, słuchową, smakową, węchową. Te rodzaje pamięci mają znaczenie w różnorodnych dziedzinach działalności człowieka (podaj przykłady).

Pamięć emocjonalna – zachowuje przeżyte uczucia.

Pamięć słowno-logiczna albo **treściowa** – to zapamiętywanie i zachowanie w pamięci, a potem odtwarzanie w formie słownej przeczytanych lub usłyszanych myśli.

Rozróżniamy również pamięć wrodzoną (gatunkową) i nabytą (indywidualną). **Pamięć wrodzona** przejawia się w postaci odruchów bezwarunkowych, instynktów charakterystycznych dla wszystkich ludzi. **Pamięć nabyta (indywidualna)** kształtuje się w rezultacie uczenia się. Jej mechanizmy zapewniają zachowanie i odtwarzanie informacji, nabytej w ciągu życia. Właśnie ten rodzaj pamięci ma ogromne znaczenie dla reakcji zachowania się człowieka.

Bez zdolności do gromadzenia, zachowania i odtwarzania informacji nie można by było planować i realizować właściwe czynności, zdobywać nową wiedzę.

Jak my odtwarzamy (przypominamy) zapamiętane? Odtwarzanie – to proces przypominania pewnych wiadomości i przedstawianie ich w logicznej kolejności. Ono jest związane z wykorzystaniem śladów, które zachowują się w pamięci. Jak i zapamiętywanie, odtwarzanie może być mimowolne i dowolne. Impuls do **mimowolnego odtwarzania** może być nieznaczny. Wystarczy przypomnieć, jak zsiłście do pierwszej klasy i od razu z tym wydarzeniem powstanie szereg wspomnień.

Dla **dowolnego odtworzenia** potrzebny jest wysiłek ze strony człowieka, jego chęć wspomnienia czegoś konkretnego. Na przykład chcecie przypomnieć materiał, który był opracowywany na poprzedniej lekcji. Przypominanie w znacznej mierze zależy od tego, jak informacja odłożyła się w pamięci. Jeśli uczeń dobrze opanował materiał, to przypomina go lekko, a jeśli niewystarczająco – na przypomnienie traci wiele wysiłku.

❖ **Podstawowe terminy i pojęcia: uczenie się, pamięć, zapamiętywanie, odtwarzanie.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Pamięć dzielimy na wrodzoną, która istnieje w postaci odruchów bezwarunkowych i instynktów, i nabytą, która powstaje w procesie indywidualnego rozwoju człowieka.
- Rozróżniamy zapamiętywanie mechaniczne i uświadomione. Istnieje podział na rodzaje pamięci ze względu na: charakter zainicjowania procesu (mimowolna pamięć i dowolna); charakter aktywności psychicznej, która dominuje w działalności (ruchowa, emocjonalna, słowno-logiczna, obrazowa); trwałość przechowywania i utrwalenia materiału (sensoryczna, krótkotrwała, długotrwała).



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest pamięć? Jakie ona ma znaczenie w życiu człowieka? 2. Jakie są podstawowe charakterystyki pamięci? 3. Co to jest zapamiętywanie? Jakie są podstawowe warunki mechanicznego i uświadomionego zapamiętywania? Jaką przewagę ma uświadomione zapamiętywanie? 4. Jak jest przechowywana informacja w pamięci człowieka? Jakie są rodzaje przechowywania informacji w pamięci? 5. Jakie są cechy długotrwałej pamięci?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wybierz rodzaj pamięci, który zapewnia zapamiętywanie, zachowanie i odtwarzanie ruchów: a) motoryczna; b) emocjonalna; c) obrazowa; d) treściowa.
2. Wybierz rodzaj pamięci, który zapewnia zapamiętywanie, zachowanie i odtwarzanie uczuć: a) motoryczna; b) emocjonalna; c) obrazowa; d) treściowa.
4. Wybierz rodzaj pamięci, który zapewnia zapamiętywanie, zachowanie i odtwarzanie przeczytanego: a) motoryczna; b) emocjonalna; c) obrazowa; d) treściowa.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Omów rodzaje pamięci ze względu na: charakter zainicjowania procesu (mimowolna pamięć i dowolna); charakter aktywności psychicznej, która dominuje w działalności (ruchowa, emocjonalna, słowna (treściowa), obrazowa); trwałość przechowywania i utrwalenia materiału (sensoryczna, krótkotrwała, długotrwała).



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego wiersz, którego uczyliśmy się w szkole początkowej, zapamiętuje się na całe życie?



Przeprowadź badanie. Zbadaj różne rodzaje pamięci.

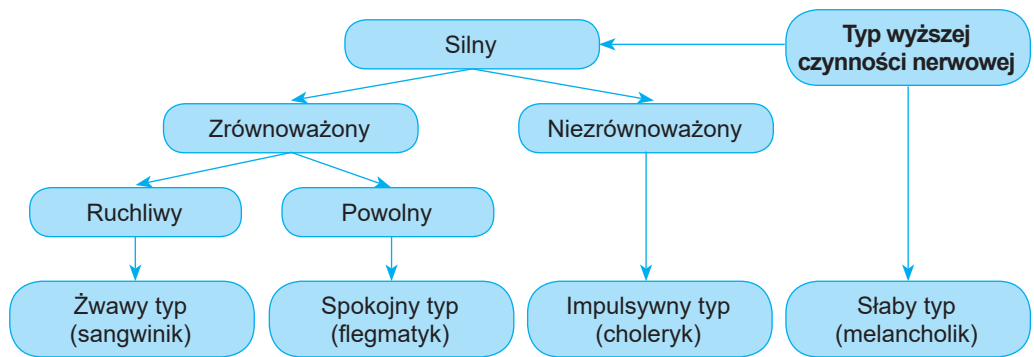
§ 51. PODSTAWY BIOLOGICZNE PSYCHOFIZJOLOGICZNEJ INDYWIDUALNOŚCI CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, co to jest wyższa czynność nerwowa.

Istnieje związek między osobliwościami procesów nerwowych w organizmie określonego człowieka a typem wyższej czynności nerwowej – temperamentem.

Jakie istnieją typy wyższej czynności nerwowej? I. Pawłow naukowo uzasadnił, że typ wyższej czynności nerwowej określa się stosunkiem trzech właściwości układu nerwowego – siły, zrównowżenia i ruchliwości procesów nerwowych: pobudzenia i hamowania. *Siła układu nerwowego* – to jego zdolność do reagowania na silne i bardzo silne bodźce bez przygnębienia (zdrętwienia) (ryc. 187). *Zrównoważenie* charakteryzuje się równowagą między procesami pobudzenia i hamowania. Ruchliwość nerwowych procesów charakteryzuje się szybkością przejścia od pobudzenia do hamowania i na odwrót.

Uczony wyróżnił silny typ wyższej czynności nerwowej i słaby typ. Silny typ on podzielił na zrównoważony i niezrównoważony. Ludzi o *spokojnym zrównoważonym*



Ryc. 187. Właściwości układu nerwowego, których kombinacja wyznacza typy wyższych czynności nerwowych człowieka

typie wyższej czynności nerwowej charakteryzuje mała ruchliwość procesów pobudzenia i hamowania. Ludzie o większej ruchliwości procesów pobudzenia należą do **żwawego typu (sangwinicy)**. To są energiczni, gorliwi ludzie, którzy potrafią szybko dostosować się do zmiany rodzaju działalności. Jeśli u ludzi o zrównoważonym typie wyższej czynności nerwowej procesy hamowania przeważają nad procesami pobudzenia, mamy do czynienia z typem spokojnym. Ludzie o **spokojnym typie (flegmatycy)** są bardziej pasywni. Takich ludzi cechuje wysoka energia i zdolność do pracy, ale preferują pracę spokojną, powoli podejmują decyzje.

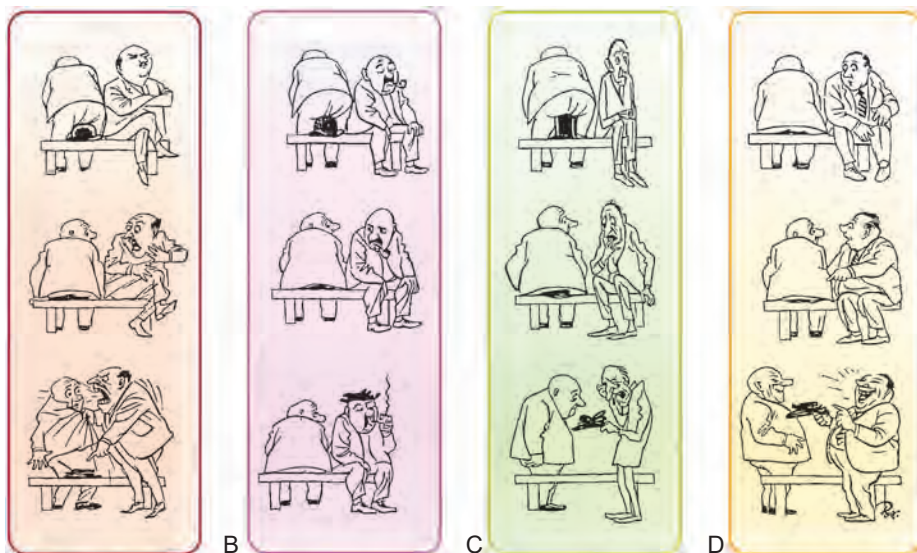
U ludzi o niezrównoważonym typie wyższej czynności nerwowej procesy pobudzenia wyraźnie przeważają nad procesami hamowania. Są to ludzie o **impulsywnym typie (cholerycy)**: oni są silni, ale niezrównoważeni. Tacy ludzie szybko się w coś angażują, ale są drażliwi i wybuchowi w swoich przejawach emocjonalnych, co świadczy o przewadze procesów pobudzenia nad hamowaniem. U ludzi o **słabym typie wyższej czynności nerwowej** procesy pobudzenia i hamowania są słabo rozwinięte. Takich ludzi (**melancholików**) cechuje słabość i męczenie się układu nerwowego. Oni są niezdecydowani, podporządkowują się cudzej woli, boją się odpowiedzialności i często sami odizolowują się od innych.

Opisane cztery typy wyższej czynności nerwowej są podstawowymi typami, ale rzadko spotykamy w „czystej postaci”. Najczęściej obserwujemy formy pośrednie, z przewagą jednego z typów.

ZAPAMIĘTAJ! Wiedzę o typach wyższej czynności nerwowej należy uwzględnić w procesach uczenia się i wychowania, w pracy, sporcie itd.

Co to jest temperament i charakter człowieka? Ludzie różnią się pod względem **temperamentu** – całokształtu cech indywidualnych, których fizjologiczną podstawą jest określony typ wyższej czynności nerwowej (patrz ryc. 187). Podstawowe komponenty temperamentu: ogólna aktywność osobnika, jego ruchliwość (aktywność ruchowa) i emocjonalność.

Wspominaliśmy już, że rozróżniamy cztery podstawowe typy temperamentu: sangwinistyczny (żwawy); flegmatyczny (spokojny); choleryczny (impulsywny); melancholiczny (słaby). Temperament – to indywidualna charakterystyka człowieka, która opiera się na cechach jego działalności psychicznej: tempie, rytmie, intensywności procesów psychicznych i określa przejawy jego zachowania (ryc. 188).



Ryc. 188. Reakcje ludzi o różnym temperamencie na tę samą sytuację. **Zadanie.**
Na podstawie ryciny określ typ temperamentu człowieka w każdej sytuacji

Typ wyższej czynności nerwowej jest wrodzony, ale w procesie rozwoju pod wpływem warunków otaczającego środowiska, a szczególnie czynników społecznych, przejawy temperamentu zmieniają się. W ten sposób kształtuje się **charakter** – zespół stosunkowo stałych cech psychicznych, które przejawiają się w działalności i życiu duchowym człowieka.

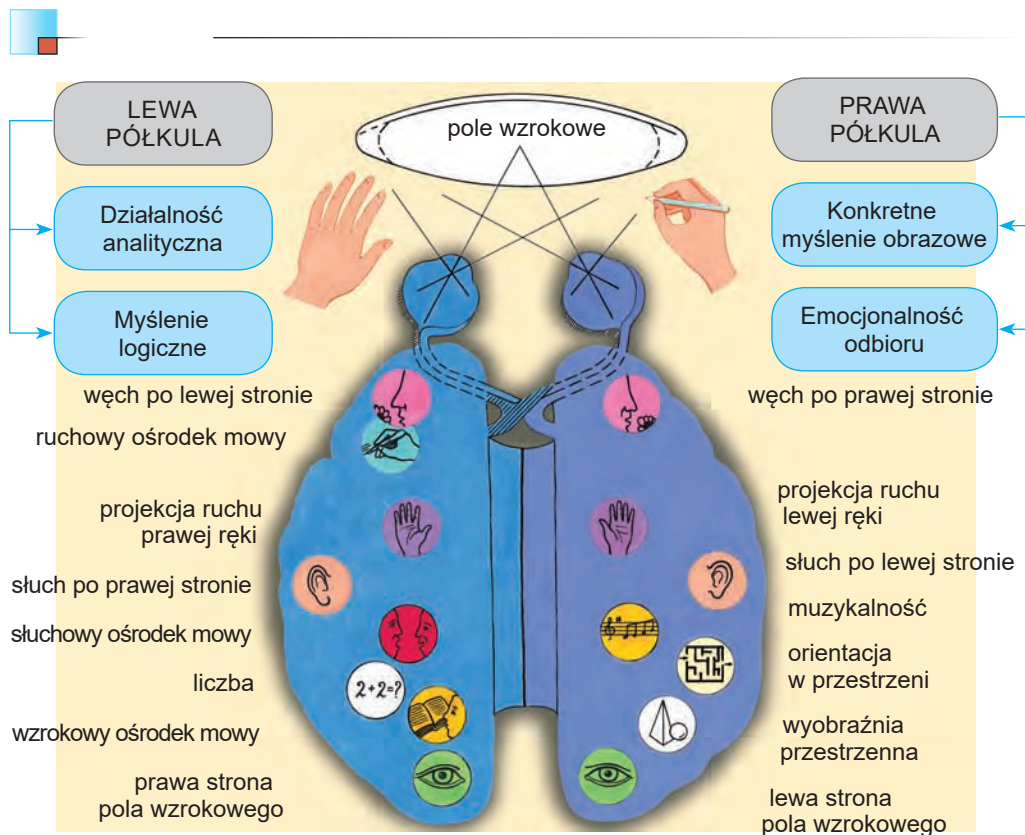
Decydująca rola w kształtowaniu charakteru należy nauczaniu, wychowaniu i samowychowaniu. Ważne znaczenie dla osiągnięcia celu mają właściwości woli, które rozwijają następujące cechy charakteru: gorliwość, zdecydowanie, wytrzymałość, zdyscyplinowanie itd.

Ważne znaczenie przy określaniu charakteru ma stosunek człowieka do pracy, swojej sprawy, do innych ludzi i do siebie. Ocenić człowieka można przede wszystkim według jego **stosunku do pracy**. W procesie wykonywania pracy przejawiają się różne rysy charakteru: przedsiębiorczość, gorliwość, pracowitość (lub lenistwo), dążenie do pokonywania trudności (lub strach przed trudnościami), sumiennosc, schludność itd.

Stosunek do innych ludzi przejawia się w stosunkach osobistych i zależy od okoliczności i oceniania uczynków. Pod względem charakteru stosunków wzajemnych ludzie bywają szczerzy (albo nieszczerzy), otwarci (albo zamknięci w sobie), bezpośredni (lub skryci), wrażliwi (albo niewrażliwi), życzliwi (albo nieżyczliwi), ufni (albo nieufni), pochmurni, uprzejmi.

Stosunek człowieka do samego siebie zależy od poziomu rozwoju samoświadomości, zdolności oceniania samego siebie.

Na czym polega funkcjonalna specjalizacja kory półkul mózgowych? Fundamentalną podstawą psychofizjologicznej indywidualności człowieka jest funkcjonalna specjalizacja półkul kresomózgowia. W dowolnym procesie psychicznym biorą udział obydwie półkule. Rozpatrz rycinę 189. Na niej pokazano, że w lewej półkuli jest trzy ośrodki mowy:



Ryc. 189. Ogólna i funkcjonalna specjalizacja kory półkul. **Zadanie.**
Na podstawie ryciny podaj charakterystykę półkul mózgu.

- *ruchowy ośrodek mowy*, który zapewnia możliwość pisania;
- *śluchowy ośrodek*, który zapewnia możliwość słyszenia i rozumienia mowy innego człowieka;
- *wzrokowy ośrodek mowy*, albo ośrodek czytania i rozumienia mowy pisemnej; liczb (zdolności matematyczne, logika, nauka).

Lewa półkula jest bardziej przystosowana do czynności analitycznej i odpowiada za logiczne myślenie człowieka, czyli za formułowanie pojęć, uogólnień, wniosków, prognozowanie itd

W **prawej półkuli** znajdują się ośrodki sterowania: orientacją w przestrzeni (zdolność do tańców, gimnastyki), ośrodki, które wyznaczają muzykalność (odbior muzyki), przestrzenną wyobraźnię (skulptura, odbiór literatury pięknej, malarstwo, fantazja). Otóż prawa półkula specjalizuje się na zapewnieniu obrazowego odbioru otaczającego środowiska na podstawie minionych doświadczeń, kształtowaniu indywidualnego emocjonalnego stosunku do siebie, innych ludzi i do przedmiotów; jest podstawą konkretnego obrazowego myślenia, emocjonalnego pojmowania otoczenia.

Do osobliwości półkul należy rozmieszczenie ośrodków projekcji ruchu prawej i lewej ręki. W lewej półkuli znajdują się ośrodki projekcji ruchu prawej ręki, w prawej półkuli – ośrodki projekcji ruchu lewej ręki. Ta funkcjonalna osobliwość dzieli ludzi na praworęcznych i leworęcznych.

Wśród istotnych cech człowieka są jego **zdolności**. One są wyznaczone dziedzicznie, ale ich realizacja zależy od warunków życia, zdrowia, nauczania i wycho-



Ryc. 190. 1. T.Szewczenko. 2.Leonardo da Vinci.

Zadanie. Opowiedz o tych postaciach

wania. Rozróżniamy ogólne i specjalne zdolności. Dzięki ogólnym zdolnościom ludzie skutecznie opanowują różne rodzaje działalności. Wśród wybitnych postaci jest wiele osobowości o wielostronnym rozwoju zdolności ogólnych: ukraiński poeta i malarz T. Szewczenko; włoski malarz, rzeźbiarz, architekt, badacz przyrody, inżynier Leonardo da Vinci (ryc. 190) (podaj własne przykłady). Ludzie o ogólnych zdolnościach lekko przechodzą z jednego rodzaju działalności na inny. Ludzie o specjalnych zdolnościach preferują tylko określony rodzaj działalności, a mianowicie: zajmują się wyłącznie muzyką, malarstwem, literaturą (na przykład austriacki kompozytor A. Mozart, ukraińska malarka Kateryna Biłokur (ryc. 191) (podaj własne przykłady) .

W zawodowym ukierunkowaniu, zawodowym wyborze i kształceniu zawodowym znaczne miejsce oprócz zdolności i predyspozycji należy **uzdolnieniom** – przejawowi możliwości organizmu człowieka (rozumowych, artystycznych, fizycznych), które znacznie przewyższają średni poziom. Biologiczne (wrodzone) czynniki (cechy budowy i cechy funkcjonalne mózgu i analizatorów) odgrywają wiodącą rolę w przejawianiu uzdolnień. Najczęściej dziedziczy się zdolność do myślenia abstrakcyjnego, przestrzennych wyobrażeń – konstruktorskie, malarskie itd. Należy zaznaczyć, że czynniki biologiczne wyznaczają tylko zadatki zdolności. Aby uzdolnienia przejawiały się, zdolności i predyspozycje powinny być w odpowiednim czasie zauważone i rozwinięte w procesie nauczania i wychowania.



Ryc. 191. Kateryna Biłokur i jej obraz.

Zadanie. Przyszykuj prezentację o tej wybitnej malarce



❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: temperament, charakter, zdolności, uzdolnienia, przyzwyczajenia nawyki.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Biologiczną podstawą psychofizjologicznej indywidualności człowieka są funkcjonalne charakterystyki układu nerwowego. Funkcjonalnie indywidualność określa się siłą, ruchliwością i zrównoważeniem procesów nerwowych. Te charakterystyki są podstawą rozwoju temperamentu. Temperament jest wrodzoną podstawą charakteru. Charakter – zespół stosunkowo stałych cech psychicznych człowieka, przejawiających się w jego zachowaniu i działalności.
- Fundamentalną podstawą psychofizjologicznej indywidualności człowieka jest funkcjonalna specjalizacja półkul mózgowych.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie cechy procesów nerwowych wyznaczają typ układu nerwowego? 2. Co to jest charakter człowieka? 3. Co to są zdolności i nawyki? 4. Czym jest określane uzdolnienie człowieka? 5. Co to jest funkcjonalna specjalizacja półkul kresomózgowia? 6. Jak ona wpływa na kształtowanie się zdolności człowieka?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż półkulę mózgu człowieka, w której znajduje się ośrodek kierowania pi-smem: a) lewa; b) prawa; c) obydwie półkule.
2. Wskaż półkulę mózgu człowieka, w której znajduje się ośrodek projekcji prawej ręki: a) lewa; b) prawa; c) obydwie półkule.
3. Wskaż półkulę mózgu człowieka, w której znajduje się ośrodek, który wyznacza muzykalność: a) lewa; b) prawa; c) obydwie półkule.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Jak ludzie o różnym typie temperamentu przejawiają się w działalności zawodowej?



ZASTANÓW SIĘ. Kim chcesz zostać w przyszłości? Do jakiego rodzaju działalności masz zdolności?



Przeprowadź badania.

Wyznaczanie własnego typu wyższej czynności nerwowej

§ 52. BIORYTMY CZŁOWIEKA. SEN I CZUWANIE

Przypomnij sobie, co to są biorytmy, populacja, gatunek, ekosystem, biosfera. Co to jest automatyzm serca? Co to jest elektroencefalograf?

Co to są rytmy biologiczne? Rytmy biologiczne (biorytmy) – to regularne ilościowe i jakościowe zamiany procesów życiowych, które zachodzą na wszystkich poziomach życia – cząsteczkowym, komórkowym, tkankowym, narządowym, organizmowym, populacyjno-gatunkowym, ekosystemowymi biosferycznym.

TO CIEKAWE! W 1729 r. francuski astronom Jean-Jacques de Meran, obserwując rośliny, odkrył zjawisko rytmiczności biologicznej. Od tego czasu badacze zebrali ogromny materiał faktyczny dotyczący rozprzestrzeniania się biorytmów w przyrodzie. Badanie



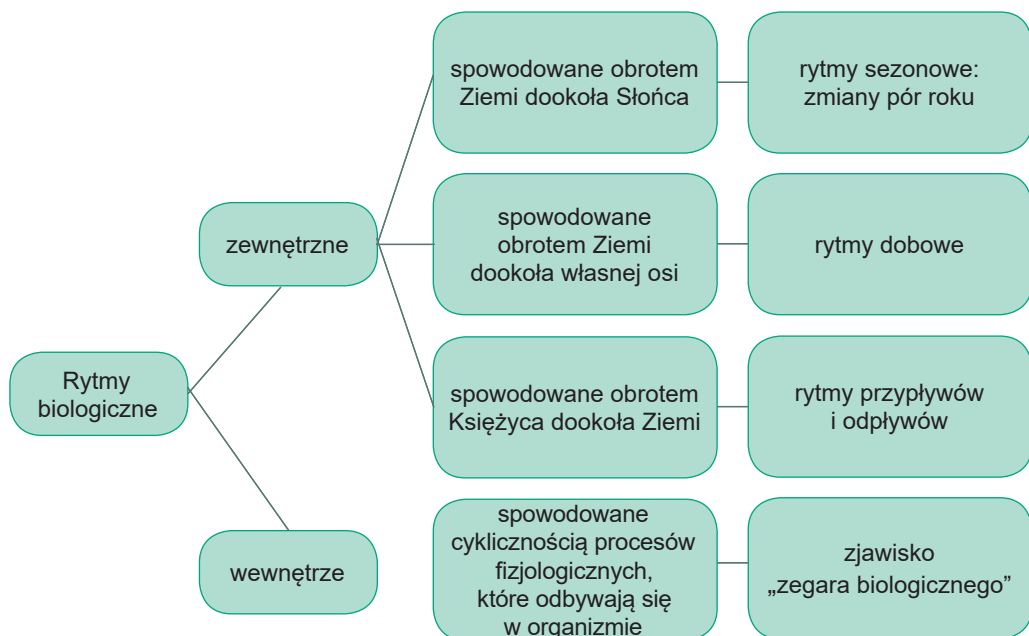
procesów biorytmicznych sprzyjało powstaniu nowej dyscypliny naukowej – **chronobiologii** (gr. chronos = czas), która bada procesy czynności życiowych i zachowania organizmów oraz ich związek wzajemny z wpływami otaczającego środowiska.

Rozróżniamy biorytmy **zewnętrzne i wewnętrzne** (ryc. 192). **Wewnętrzne** rytmy biologiczne związane są ze zmianami intensywności własnych procesów życiowych. Przykłady **zewnętrznych rytmów biologicznych**: sezonowe, przyływów i odpływów, dobowe. Zmiana sezonów związana jest z ruchem planet (przede wszystkim obrotem Ziemi dookoła Słońca), co warunkuje zmiany oświetlenia, temperatury, wilgotności powietrza. Dobowe rytmy organizmów spowodowane są obrotem Ziemi dookoła swej osi.

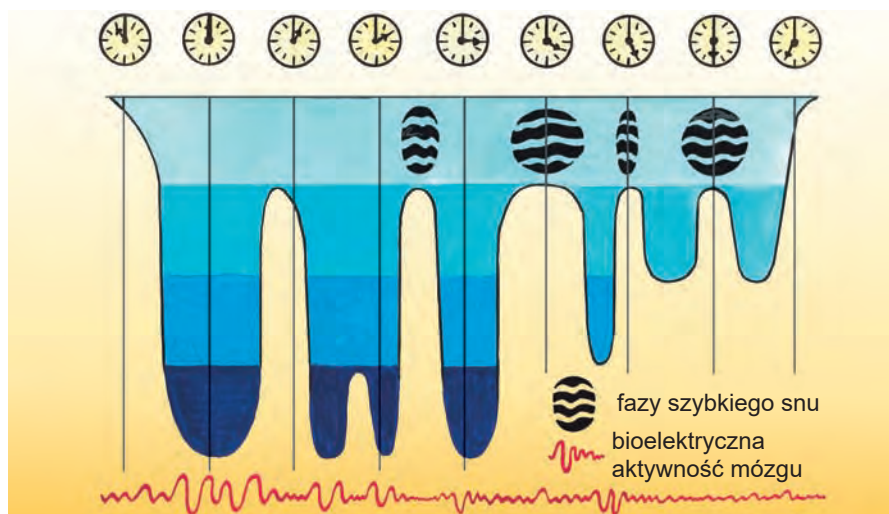
Swoistym „dyrygentem” rytmów biologicznych w organizmie człowieka jest ośrodek podkorowy, który znajduje się w podwzgórzu.

Biorytmy dobowe są kontrolowane przez „zegar biologiczny”. Jest to mechanizm przystosowawczy, który zapewnia żywym organizmom zdolność do orientowania się w czasie. Uważa się, że on opiera się na ścisłej cykliczności procesów fizykochemicznych, które zachodzą w komórkach organizmu.

Wewnętrzne rytmy biologiczne są ściśle powiązane z zewnętrznymi, co uzgadnia je ze zmianami w środowisku życia. Dlatego przebudowie rytmów dobowych często towarzyszą zaburzenia przebiegu procesów fizjologicznych do czasu, aż wewnętrzne rytmy biologiczne nie zostaną uzgodnione z zewnętrznymi. Na przykład, kiedy człowiek trafia do innej strefy czasowej, to on odczuwa potrzebę snu w tych godzinach, w których to odbywało się w jego miejscu zamieszkania. Ale po pewnym czasie człowiek przystosowuje się do nowego rytmu dobowego i zaczyna zasypiać wraz z nastaniem ciemnej pory doby.



Ryc. 192. Rodzaje biorytmów i ich przyczyny. **Zadanie.** Na podstawie schematu nazwij rodzaje biorytmów i wyjaśnij przyczyny ich powstawania



Ryc. 193. Fazy snu człowieka w ciągu nocy

Najważniejszy dobowy rytm człowieka – to przemienność snu i aktywności (czuwania).

Co to jest sen? Sen – to okresowy stan układu nerwowego, który cechują skomplikowane reakcje fizjologiczne: tymczasowe odłączenie świadomości, hamowanie aktywności ruchowej, spadek wszystkich rodzajów wrażliwości.

Podczas snu zanika aktywny związek z otaczającym środowiskiem. Odbywa się to dlatego, że hamują się odruchy warunkowe i znacznie osłabiają się bezwarunkowe. Najbardziej charakterystyczną cechą snu jest typowa elektryczna aktywność komórek mózgu i mięśni, ruchy oczu.

Na podstawie badań elektrofizjologicznych udowodniono istnienie dwóch faz snu. Ich nazwy odpowiadają charakterowi drgań elektrycznych potencjałów mózgu powolnych i szybkich (ryc. 193).

W fazie **powolnego snu**, która nastaje wskutek zasypiania, zmniejsza się częstotliwość ruchów oddechowych i skurczów serca, obniża się napięcie mięśni i temperatura ciała, spowalnia się przemiana substancji i energii. Po upływie 1–1,5 godz. powolna faza snu zmienia się na **szybką** – wzrasta częstotliwość ruchów oddechowych i skurczów serca, aktywizuje się czynność większości narządów wewnętrznych, odbywają się mimowolne ruchy gałek ocznych i mimowolne skurcze niektórych grup mięśni. Faza szybkiego snu trwa 10–15 min. i znów przechodzi w fazę powolną. W ciągu 7–8 godz. snu odbywa się 4–5 takich cykli.

TO CIEKAWIE! Prócz normalnego (fizjologicznego) snu istnieje sen patologiczny, który nastaje podczas działania na organizm narkotyków, alkoholu, hipnozy itd.

Przebudzenie się ze snu następuje przy nadchodzeniu sygnałów z otaczającego środowiska (światło, szum itd.) i od narządów wewnętrznych (skurczów ścianek żołądka z powodu braku w nim pokarmu, przepełnionego pęcherza moczowego itd.).

Sen jest regulowany przez specjalne struktury mózgu (szczególnie przez ośrodki snu, które znajdują się w międzymózgowiu, a ośrodki czuwania – w pniu mózgu).

Kiedyś sądzono, że sen – to spokój, który jest potrzebny do odnowienia zdolności do pracy. Po śnie polepsza się samopoczucie, zdolność do pracy, uwaga itd. To wskazuje na



odbywanie się procesów odnowienia. Jednak badania elektrofizjologiczne wykazały, że podczas snu neurony niektórych odcinków kory półkul mózgu (wzrokowego, motorycznego itd.) przebywają w stanie aktywności rytmicznej, czyli aktywność kory półkul nie hamuje się całkowicie. Uczeni sądzą, że podczas snu w mózgu zgromadzona informacja jest analizowana, rozdzielana i zapamiętywana.

Co to są widzenia senne? Podczas snu **powstają widzenia senne**. Widzenia senne od dawna zdumiewają i wzruszają ludzi swą tajemniczością. Sieczenow nazywał je *niespotykanymi kombinacjami minionych wrażeń*. Charakter snu zależy od minionych wydarzeń i przeżyć, które tworzą różne kombinacje, czasem fantastyczne pod względem treści. Podczas snu aktywizuje się czynność potylicznych odcinków kory półkul – ośrodką wzrokowego. Rzadziej sny są związane ze słuchowymi, węchowymi i innymi odczuciami. W fazie szybkiego snu powstają barwne i fantastyczne pod względem treści widzenia senne, a w fazie powolnego snu – realistyczne i mniej emocjonalne. Trwałość i jakość snu w normie warunkują predyspozycje dziedziczne. Ale jeszcze w XV w. znany lekarz Paracels był zdania, że sen powinien trwać 8 godzin. On zdejmuje zmęczenie i dodaje człowiekowi energii. Paracels nie radził spać ani bardzo długo, ani bardzo mało, lecz naśladować cykl świetlny, czyli iść spać o zachodzie słońca i wstawać o świcie.

Biologiczne znaczenie snu polega na niezbędności odnowienia energetycznego potencjału i struktury komórek nerwowych, przeniesienia informacji do długotrwałej pamięci. Potrzeba snu jest życiowo niezbędna.

Sen może naruszać się pod wpływem ekologicznych czynników, informacyjnego obciążenia, wyťažonej pracy. Tak powstaje bezsenność, co zadaje człowiekowi cierpień. Niedosypianie lub bezsenność negatywnie wpływają na funkcjonalny stan człowieka. Po długotrwałym niespaniu u ludzi spostrzega się mikrosen – nadzwyczaj niebezpieczne zjawisko, podczas którego człowiek periodycznie zasypia na 1–3 sekundy. Na przykład mikrosen u kierowców podczas ruchu samochodu może spowodować wypadek.

❁ Podstawowe terminy i pojęcia: biorytmy, „zegar biologiczny”, sen, widzenia senne.



UOGÓLNIENIE WIEDZY

• Sen – to funkcjonalny stan organizmu, podczas którego hamuje się czynność kresomózgowia. Widzenia senne powstają wskutek przeglądu informacji, która zachowuje się w mózgu. Trwałość i jakość snu w normie określona jest predyspozycjami dziedzicznymi., „Zegar biologiczny” – to genetycznie zaprogramowany mechanizm wewnętrzny, który pozwala organizmowi wymierzać czas i wyznacza rytmy biologiczne. Zaburzenia snu mogą doprowadzić do bezsenności. Walczyć z tym stanem pomagają spacerować na świeżym powietrzu przed snem, uprawianie sportu.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to są biorytmy i jakie są ich rodzaje? 2. Co to jest sen? 3. Jakie zmiany zachodzą w organizmie podczas snu? 4. Jakie rozróżniamy fazy snu? 5. Jakie jest znaczenie biologiczne snu?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż typ biorytmów, do których należy rytm „sen – aktywność”: a) sekundowy; b) minutowy; c) dobowy; d) sezonowy.
2. Wskaż stan mięśni szkieletowych i mimicznych podczas powolnego snu: a) nie zmieniają się; b) są rozluźnione; c) są napięte.
3. Wskaż elektryczną aktywność mózgu, która jest zbliżona do jego stanu podczas czuwania: a) neutralna; b) wysoka; c) niska.



4. Wskaż fazę snu, podczas której powstają widzenia senne: a) wolny; b) szybki; c) widzenia senne powstają w dowolnej fazie snu.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj przykłady różnych rodzajów biorytmów.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego trwałość snu u niemowląt jest najdłuższa?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż na tydzień swój reżim dnia, który będzie sprzyjał zdrowiu.

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

1. Wskaż rodzaj pamięci, która odpowiada za przeżyte uczucia: a) słowno-logiczna; b) obrazowa; c) motoryczna; d) emocjonalna.

2. Wskaż poprawne stwierdzenie: 1) drugi układ sygnałowy – to zespół procesów nerwowych, które powstają pod wpływem na narządy czucia; 2) drugi układ sygnałowy – to odruchy warunkowe, które powstają na słowa: a) pierwsze stwierdzenie jest poprawne; b) drugie stwierdzenie jest poprawne; c) obydwa stwierdzenia są poprawne; d) obydwa stwierdzenia są niepoprawne.

3. Do jakiego typu temperamentu zaliczamy ludzi, których cechuje wielka siła, ruchliwość, ale niezrównoważoność procesów nerwowych: a) sangwinicy; b) melancholicy; c) cholerycy; d) flegmatycy?

4. Wskaż odruch bezwarunkowy noworodka, który z wiekiem ugasa: a) ssanie; b) oddychanie; c) chwytanie; d) kichanie.

5. **Rozwiąż zadanie.** Oblicz, ile razy informacja, która nadchodzi do mózgu, przewyższa jego pojemność informacyjną przy trwałości życia równej 70 lat podczas aktywnej czynności, trwającej 16 godzin w ciągu dnia, jeśli przyjąć, że średnio potok informacji stanowi 20 bit/s: a) 10 razy; b) 20 razy; c) 100 razy; d) 200 razy.

6. **Rozpatrz wykres**, pokazany na rycinie 186 (s. 236). Wyjaśnij, jak zmienia się trwałość długotrwałej pamięci i jakie to ma znaczenie dla człowieka.

7. Uzasadnij pojęcie „myślenie krytyczne” i ułóż plan jego rozwoju.

8. Olek sądzi, że na opanowanie materiału szkolnego wpływa jego powtarzanie, Oksana to zaprzecza. Jak sprawdzić poprawność ich myśli?

9. Oksana zafascynowała się poezją Wasyla Symonenki i po pewnym czasie zauważyła, że łatwiej rozwiązuje zadania z fizyki. Dlaczego?

Memat 10

REGULACJA FUNKCJI ORGANIZMU CZŁOWIEKA

Normalne czynności życiowe organizmu są ściśle związane z wzajemnie uzgodnioną czynnością wszystkich układów fizjologicznych organizmu. Jest to osiągnięte dzięki działalności sprzężonych ze sobą układów regulacji, a szczególnie układu nerwowego, dokrewnego i odpornościowego.



§ 53. POJĘCIE HOMEOSTAZY I REGULACJI NERWOWEJ FUNKCJI ORGANIZMU CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, co to jest homeostaza, nerwowa i humoralna regulacje. Jaka jest budowa układu czucia człowieka? Co to są nerwy i ośrodki nerwowe?

Jakie są mechanizmy regulacji funkcji życiowych organizmu człowieka? Важливою Ważnym warunkiem normalnego funkcjonowania organizmu człowieka jest utrzymanie *homeostazy* – odnośnie stałego środowiska wewnętrznego, na przykład chemicznego składu krwi, określonej temperatury ciała, wysokości ciśnienia tętniczego itd. Homeostaza organizmu człowieka jest podtrzymywana współdziałaniem trzech układów regulujących: nerwowego, dokrewnego i odpornościowego. One zapewniają funkcjonowanie skomplikowanego wielokomórkowego organizmu ogólnego jednolitego układu biologicznego i warunkują jego reakcje na zmiany warunków środowiska zewnętrznego i wewnętrznego. W razie potrzeby wzmacnia się lub osłabia czynność narządów i ich układów, synchronizuje się ich czynność, dokonuje się ich tymczasowe połączenie w celu wykonania określonej funkcji.

Jakie są ogólne zasady regulacji nerwowej? Podsumujmy naszą wiedzę o regulacji nerwowej organizmu człowieka. **Regulacja nerwowa** ma charakter odruchowy. Ona zapewnia szybkie reakcje na działanie różnorodnych bodźców środowiska zewnętrznego i wewnętrznego.

Mechanizm nerwowej regulacji polega na tym, że specjalne receptory odbierają różne wpływy (pobudzenia) środowiska zewnętrznego i wewnętrznego. Impulsy nerwowe o elektrycznym pochodzeniu są przekazywane od receptotów do określonych ośrodków ośrodkowego układu nerwowego. Od nich impulsy nerwowe nadchodzą do pracujących narządów, wskutek czego czynność określonych tkanek i narządów wzmacnia się lub hamuje. A więc dzięki układowi nerwowemu organizm człowieka jest zdolny do szybkiego odbierania bodźców otaczającego środowiska oraz zmian zachodzących we własnym środowisku i również szybkiego reagowania na nie.



POWTÓRZ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Przypomnij sobie: długie wypustki neuronów (nazywane są również *włóknami nerwowymi*), zebrane w pęczek, tworzą nerw. Większość włókien nerwowych otoczona jest błoną z substancji tłuszczopodobnej, która pełni rolę izolatora. Dzięki takim błonom impulsy nerwowe przechodzą nerwami, jak po kablu, w określonym kierunku. Pwiesz już, że nerwy, które przekazują nerwowe pobudzenie od ośrodkowego układu nerwowego do określonych narządów, nazywamy *ruchowymi (odśrodkowymi)*, a te, które przewodzą pobudzenie od receptorów do ośrodkowego układu nerwowego – *czuciowymi (dośrodkowymi)*. Większość nerwów ma w swoim składzie zarówno włókna odśrodkowe, jak i włókna dośrodkowe, dlatego nazywamy je *mieszanymi*. Neurony, które biorą udział w spełnieniu określonego odruchu, są zebrane w *ośrodki nerwowe*. Całokształt struktur układu nerwowego, które biorą udział w spełnieniu określonego odruchu, nazywamy *łukiem odruchowym*.

Łuki odruchowe większości odruchów przechodzą przez ośrodkowy układ nerwowy. Ośrodki mniej skomplikowanych odruchów mieszczą się przeważnie w rdzeniu kręgowym (na przykład kolanowy, wydzielenia moczu), bardziej skomplikowanych – w mózgowiu. Mózgowie kontroluje zachowanie człowieka i zapewnia przejawy wyższej czynności nerwowej, szczególnie psychicznej.

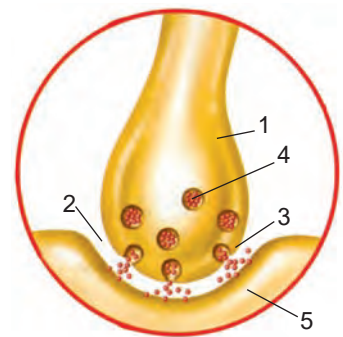
Wiesz już, że funkcjonalnie układ nerwowy dzielimy na somatyczny i wegetatywny. Somatyczny układ nerwowy kieruje ruchami mięśni szkieletowych, odbiera i przewodzi impulsy od narządów czucia, zapewniając związek organizmu z środowiskiem zewnętrznym i wewnętrznym. Wegetatywny układ nerwowy reguluje czynność narządów wewnętrznych (żołądka, wątroby, nerek, serca, naczyń itd.), przemianę substancji, stan układu nerwowego. Jego czynność nie podlega woli człowieka, stąd jego inna nazwa – autonomiczny. Do większości narządów dochodzą dwa nerwy wegetatywne – sympatyczny i parasympatyczny. Impulsy, które nadchodzą po nich od ośrodkowego układu nerwowego, warunkują odwrotną czynność: jeden wzmacnia, inny – osłabia aktywność narządu.

ZAPAMIĘTAJ! Charakterystycznymi cechami nerwowej regulacji są:

- odruchowy charakter czynności;
- znaczna szybkość działania;
- stosunkowo nietrwały czas działania;
- ukierunkowanie działania: od określonego ośrodka nerwowego nerwowy impuls zmierza do określonego narządu pracującego.

Ważną rolę w zapewnieniu funkcjonowania układu nerwowego odgrywają synapsy.

Co to są synapsy? **Synapsa** – to połączenie między dwoma neuronami lub między neuronem i komórką mięśniową, przez które przekazywane są impulsy nerwowe. Synapsa ma presynaptyczną i postsynaptyczną części, których błony są przeważnie rozdzielone szczeliną synaptyczną (*ryc. 194*). Część presynaptyczna – to końcowe blaszki odgałęzień aksonu jednej komórki nerwowej, a postsynaptyczna – odcinki innego neuronu lub komórki mięśniowej, na które przekazywane jest pobudzenie.



Ryc. 194. Budowa synapsy:
1. akson; 2. szczelina synaptyczna;
3. błona aksonu (presynaptyczna);
4. pęcherzyki z neuromediatoorem;
5. błona neuronu ruchowego (postsynaptyczna)



W presynaptycznej części synapsy znajdują się pęcherzyki ze specyficzną substancją, która pełni funkcję pośrednika – neuromediatorem. **Neuromediatory** – to substancje biologicznie aktywne, za pomocą których impuls nerwowy (o podłożu elektrycznym) jest przekazywany z błony presynaptycznej na błonę postsynaptyczną poprzez szczelinę postsynaptyczną. Do neuromediatorów należą następujące związki: adrenalina, noradrenalina, histamina, acetylocholina i in. (o nich dowiesz się później).

Kiedy impulsy nerwowe docierają do synaps, pęcherzyki z neuromediatorem pękają. On trafia do szczeliny synaptycznej, wpływając na błonę postsynaptyczną, która odbiera informację. Pobudzenie drogą szczeliny synaptycznej jest przekazywane bardzo szybko.

Są synapsy przyspieszające przekazywanie impulsów nerwowych oraz hamujące, które przeszkadzają rozprzestrzenianiu się pobudzenia w sieci neuronów, zapobiegając zaburzeniom czynności układu nerwowego.

Wysoko rozwinięty układ nerwowy człowieka zapewnia jego czynności nie tylko jako istoty biologicznej, ale również jako członka społeczeństwa, bo jest podstawą kształtowania mowy i wyłącznie ludzkich form myślenia, pamięci, nauczania, uczuć.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: regulacja nerwowa, synapsa, neuromediatory.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

● Wszystkie procesy fizjologiczne w organizmie człowieka są podporządkowane regulacji neurohumoralnej. Regulacja nerwowa odbywa się za pomocą układu nerwowego. On odbiera bodźce zewnętrzne i zmiany środowiska wewnętrznego i koryguje czynności organizmu, warunkując jego funkcjonalną jednolitość. Czynność układu nerwowego opiera się na zasadzie odruchowej.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest regulacja nerwowa? 2. Jak odbywa się regulacja nerwowa? 3. Jakie struktury układu nerwowego biorą udział w urzeczywistnieniu nerwowej regulacji funkcji życiowych. 4. Co to są nerwy i ośrodki nerwowe?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż cechę, która jest charakterystyczna dla regulacji nerwowej: a) włącza się powoli; b) działa powoli; c) sygnałem jest impuls nerwowy; d) sygnałem są hormony.
2. Nazwij nerwy, którymi impulsy nerwowe zmierzają od ośrodka nerwowego do receptorów: a) wstawkowe; b) ruchowe; c) czuciowe.
3. Nazwij nerwy, którymi impulsy nerwowe zmierzają od receptorów do ośrodka nerwowego: a) wstawkowe; b) ruchowe; c) czuciowe.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Podaj charakterystykę mechanizmu regulacji nerwowej.



ZASTANÓW SIĘ. Jakie jest biologiczne znaczenie procesów hamowania w regulacji nerwowej?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż tabelę „Struktury, które zapewniają regulację nerwową procesów czynności życiowych, ich funkcje”.

§ 54. REGULACJA HUMORALNA PROCESÓW CZYNNOŚCI ŻYCIOWYCH. UKŁAD DOKREWNY CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie z lekcji podstaw zdrowia, które produkty spożywcze zawierają jod. Co to są witaminy? Co to są hormony? Jaka jest budowa mózgowia człowieka?

Jakie są ogólne zasady regulacji humoralnej? Wiesz już, że humoralna (endokrynną) regulacja procesów fizjologicznych w organizmie człowieka odbywa się z udziałem substancji biologicznie aktywnych, które są transportowane przez krew, limfę i płyn tkankowy.

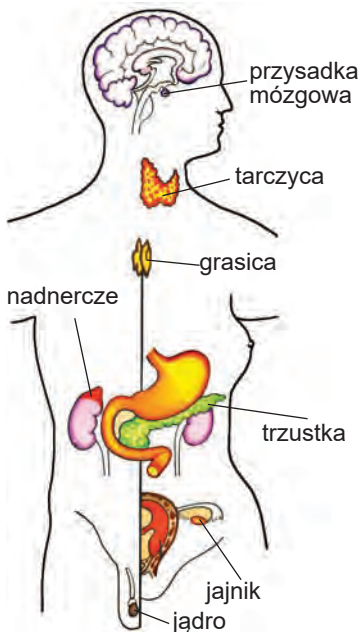
Wiodącą rolę w procesach regulacji humoralnej pełni **układ dokrewny** (ryc. 195). W jego skład wchodzi gruczoły wydzielania wewnętrznego i zmieszanego. **Gruczoły wydzielania wewnętrznego** nie mają własnych przetok wywodzących, dlatego one oddają swoją wydzielinę bezpośrednio do krwi lub limfy. Gruczoły **wydzielania zmieszanego funkcjonują** tak jak gruczoły wydzielania wewnętrznego i jak gruczoły wydzielania zewnętrznego, które mają przetoki, otwierające się na powierzchnię ciała (potowe) albo do jamy narządów wewnętrznych (ślinowe). Na przykład trzustka przez przetokę wydziela do dwunastnicy sok trawienny (*przypomnij sobie jego skład i funkcje*), a także produkuje hormony, które regulują przemianę węglowodanów. Gruczoły dokrewne (endokrynną) produkują substancje – **hormony**, które w niewielkiej koncentracji zmieniają stan organizmu, funkcje różnorodnych narządów, przemianę substancji. Podobnie do hormonów działają **neurohormony**. Ich produkują specyficzne neurony – **komórki neurowydzielnicze**. Jeżeli określone hormony lub neurohormony są produkowane w niewystarczających ilościach (tak zwana *hipofunkcja*) lub wcale nie są produkowane, obserwujemy znaczne zaburzenia funkcjonowania organizmu. Takie choroby nazywamy chorobami endokrynnymi. Nadprodukcja określonych hormonów również negatywnie wpływa na organizm (*hiperfunkcja*).

W odróżnieniu od układu nerwowego, który zapewnia przekazywanie sygnału na znaczne odległości w ciągu krótkiego czasu, czynność układu dokrewnego różni się mniejszą szybkością, jednak spowodowane przez nich działanie jest trwalsze. Cechy charakterystyczne regulacji humoralnej:

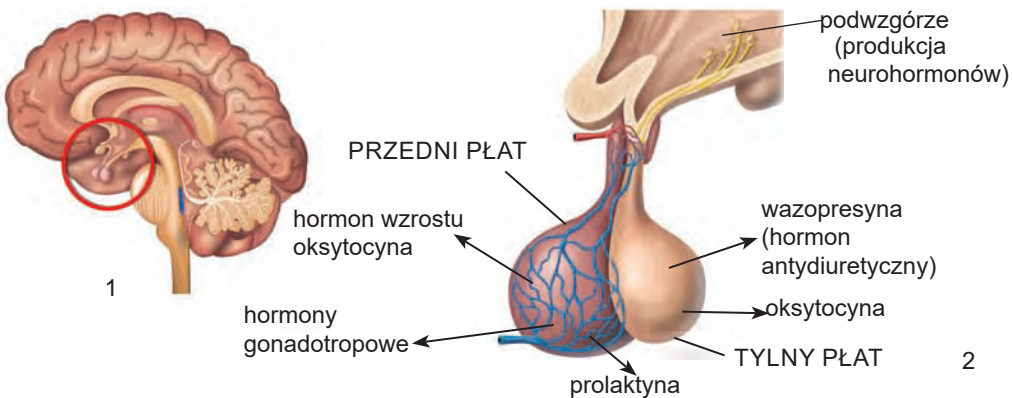
• **zdalnie sterowane działanie:** hormony i neurohormony z biegiem krwi lub innych płynów mogą przemieszczać się od miejsc swojej syntezy do komórek, na których działalność one wpływają;

• **wysoka aktywność biologiczna:** te związki wpływają na komórki, tkanki i narządy w nieznacznych koncentracjach;

• **specyficzność działania:** hormony i neurohormony wpływają tylko na określone procesy biochemiczne, które zachodzą w komórkach i narządach.



Ryc. 195. Układ dokrewny człowieka



Ryc. 196. Rozmieszczenie (1) i funkcje (2) przysadki mózgowej

Jak jest regulowana czynność układu dokrewnego? Prawie wszystkie gruczoły wydzielania wewnętrznego są bogate na włókna nerwowe. Ich czynność kontrolują impulsy, które nadchodzą od układu nerwowego. Prócz tego działalność jednych gruczołów dokrewnych reguluje się hormonami, które wydzielają inne, lub neurohormonami. Ośrodkiem sterowania czynności gruczołów dokrewnych jest przysadka mózgowa (*przypomnij sobie*: jest to struktura międzymózgowia). Ona otrzymuje sygnały od ośrodkowego układu nerwowego i analizuje je. W odpowiedzi na nie podwzgórze mózgowe wydziela do ogólnego krwotoku neurohormony regulujące. Naczyniami krwionośnymi one trafiają do przedniego płatu przysadki mózgowej – nadrzędnego gruczołu dokrewnego, który znajduje się w mózgowiu bezpośrednio przed podwzgórzem (*ryc. 196, 1*). Pod wpływem tych substancji przysadka mózgowa syntezuje hormony, które stymulują czynność wszystkich innych gruczołów dokrewnych. Są to hormony tropowe (z gr. *tropos* – zakręt, obrót).

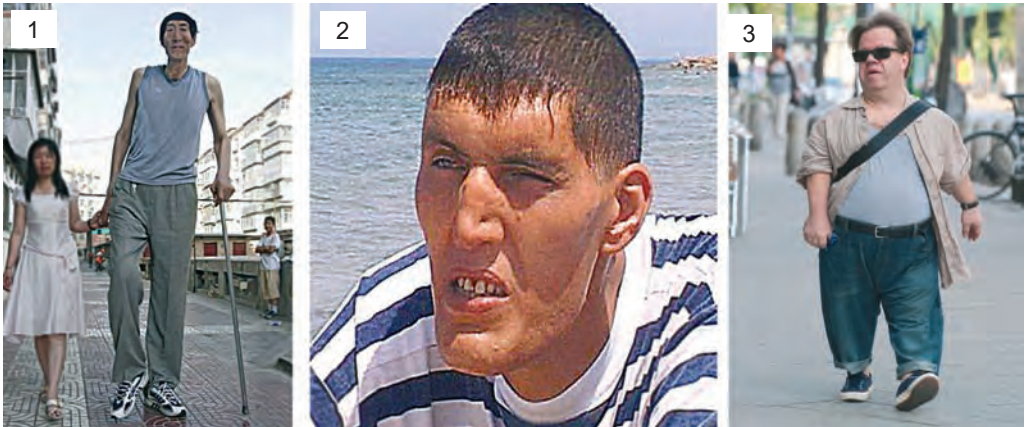
Jaka jest budowa i funkcje przysadki mózgowej? Przysadka mózgowa albo **przydatek mózgu** (*ryc. 196*), związana jest z podwzgórzem za pomocą cienkiej nóżki. W przysadce mózgowej rozróżniamy dwa płaty: przedni i tylny. Hormony przedniego płatu regulują czynność innych gruczołów dokrewnych (hormon wzrostu, prolaktyna, hormony gonadotropowe). Na przykład prolaktyna reguluje czynność gruczołów mlecznych..

Hormon wzrostu (hormon somatotropowy) wpływa na rozwój całego organizmu. Przy nadmiernym wydzielaniu tego hormonu w dziecięcym wieku obserwuje się wzmożony wzrost całego organizmu – **gigantyzm** (*ryc. 197, 1*).

Jeśli to zjawisko zachodzi po zakończeniu kształtowania się organizmu człowieka, powstają znaczne dysproporcje całego ciała i narządów wewnętrznych, na przykład obserwujemy nadmierne rozrastanie się oddzielnych części ciała (nos, ucha, kończyny). Tę chorobę nazywamy **akromegalią** (*ryc. 197, 2*), narusza się przemiana materii, obserwujemy zaburzenia czynności psychicznych. W przypadku niedoczynności przysadki mózgowej w wieku dziecięcym zachodzi hamowanie wzrostu, wczesne skostnienie chrząstek. Taka choroba nazywa się karłowatością (*ryc. 197, 3*).

Niedostateczna ilość **hormonów gonadotropowych**, które stymulują rozwój narządów układu płciowego, warunkuje zaburzenia w kształtowaniu układu płciowego człowieka (*infantylizm*).

Do tylnego płatu przysadki mózgowej nadchodzą neurohormony (wazopresyna, oksytocyna), które są produkowane w podwzgórz. **Wazopresyna** albo **hormon antydiuretyczny**, reguluje resorpcję wody w nerkach i aktywność naczyń.



Ryc. 197. Objawy zaburzenia czynności przysadki mózgowej:
1. gigantyzm, 2. akromegalia, 3. karłowatość

Oksytocyna stymuluje skurcze macicy podczas porodu, odprowadzenie mleka z gruczołów mleknych podczas karmienia niemowląt.

A więc przysadka mózgowa, która przebywa pod kontrolą podwzgórza, sama kontroluje: produkcję hormonów przez tarczycę tarczowatą, czynność nadnerczy, męskich i żeńskich gruczołów płciowych, a także wzrost ciała i bilans wodny.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: regulacja humoralna, hormony, neurohormony, przysadka mózgowa, gigantyzm, akromegalia, karłowatość.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Podstawę regulacji humoralnej czynności organizmu zapewniają hormony, które wydzielają gruczoły dokrewne, i neurohormony, które produkują wyspecjalizowane komórki układu nerwowego. Hormony są wysokospecyficznymi biologicznie aktywnymi substancjami o różnym pochodzeniu. One działają powoli, lecz ich działanie jest trwałe. Charakteryzuje je specyficzność działania i dystansowość (wpływają na narządy, które mogą być rozmieszczone daleko od tego miejsca, gdzie one utworzyły się).
- Do gruczołów dokrewnych należą gruczoły wydzielania wewnętrznego i zmieszanego. W procesie czynności życiowych organizmu czynność gruczołów dokrewnych może ulec zaburzeniom (nadmiar produkcji hormonów – nadczynność, brak – niedoczynność), co powoduje różne schorzenia narządów układu dokrewnego. Czynność gruczołów dokrewnych kontroluje układ nerwowy.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jak odbywa się regulacja humoralna czynności organizmu człowieka? 2. Jakie gruczoły nazywamy gruczołami wydzielania wewnętrznego? 3. Jakie gruczoły nazywamy gruczołami mieszanymi? 4. Co to jest przysadka mózgowa? 5. Jaką rolę pełni przysadka mózgowa w regulacji czynności układu dokrewnego? 6. Jak regulacja nerwowa i humoralna współdziałają między sobą?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż cechę, charakterystyczną dla regulacji humoralnej: a) włącza się dość szybko; b) działa szybko; c) sygnałem służy impuls nerwowy; d) sygnałem służą hormony.
2. Wskaż gruczoł dokrewny, który nazywany jest „dyrygentem” czynności innych gruczołów dokrewnych: a) przysadka mózgowa; b) tarczyca; c) nadnercza; d) trzustka.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Wyjaśnij mechanizm regulacji humoralnej.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego hormony są nazywane specyficznymi substancjami biologicznie aktywnymi?



ZADANIE TWÓRCZE. Projekt. 1. Przyszykuj prezentację na temat „Przysadka mózgowa i jej funkcje”. 2. Ułóż tabelę „Porównanie regulacji nerwowej i humoralnej”.

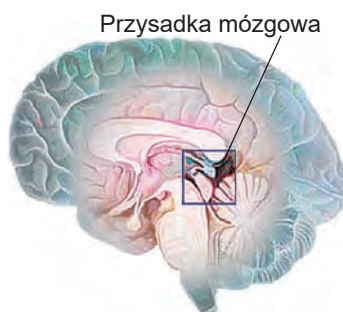
§ 55. GRUCZOŁY DOKREWNE ORGANIZMU CZŁOWIEKA. PROFILAKTYKA SCHORZEŃ UKŁADU DOKREWNEGO

Przypomnij sobie znaczenie trzustki w procesach trawienia. Jakie gruczoły są nazywane gruczołami wydzielania mieszanego i wewnętrznego? Co to jest glikogen?

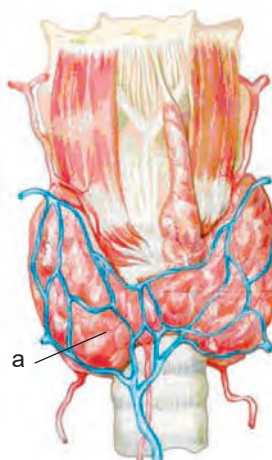
Co to jest szyszynka? W mózgowiu jest jeszcze jeden mały gruczoł – szyszynka (ciało szyszynkowe) (ryc. 198). On syntetyzuje hormon **melatoninę**. Ten hormon reguluje ciśnienie tętnicze, przemienność snu i czuwania, wzmacnia efektywność układu odpornościowego. Uczni przypuszczają, że szyszynka pełni funkcję zegara wewnętrznego, który uzgadnia zmiany stanu organizmu ze zmianami cyklicznymi dnia i nocy.

Jakie są funkcje tarczycy i gruczołów przytarczycznych? **Tarczyca** – największy – gruczoł dokrewny naszego organizmu (ryc. 199). On składa się z dwóch płatów: lewego i prawego, połączonych wąską cieśnią (węzliną). Swoją wklęsłą częścią on przylega do tchawicy i krtani (do jej chrząstki tarczowatej, skąd i pochodzi nazwa) Hormony, które wydziela tarczyca – **trójiodotyronina, tyroksyna, tyreokalcytonina przyspieszają** przemianę materii, pochłanianie tlenu w tkankach, wymianę wapnia i fosforu, regulują rozwój tkanek (przede wszystkim kostnej) i funkcjonowanie układu nerwowego. Tyteokalcytonina reguluje zawartość wapnia w krwi i sprzyja jego zachowaniu w kościach. Przy niedostatecznej produkcji hormonów tarczycy u dorosłych może rozwinąć się miksodema, a wrodzony niedorozwój tego gruczołu u dzieci warunkuje kretynizm.

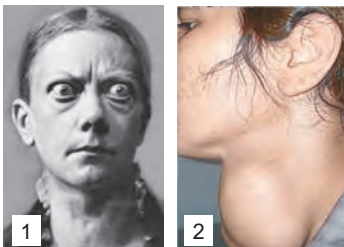
Miksodemie towarzyszy obrzęk skóry i tkanki podskórnej, wypadanie włosów, mrawość, senność, a **kretynizmowi** – znaczne zahamowanie rozwoju fizycznego i umysłowego. W przypadku nadczynności tarczycy spostrzega się zwiększenie jej rozmiarów, wtrzeszcz oczu, przyspieszenie procesów przemiany substancji, intensywne wydzielanie ciepła, podwyższona częstotliwość skurczów serca, trema palców rąk, nadpobudliwość nerwowa, wychudzenie (**choroba Basedowa**) (ryc. 200, 1).



Ryc. 198. Przysadka mózgowa



Ryc. 199. Tarczyca (a)



Ryc. 200. 1. Chora na chorobę Basedową. 2. Wole endemiczne

W skład hormonów tarczycy (tyroksyny, trójiodotyroniny) wchodzi jod. Przy niedostatecznej ilości jodu w wodzie i pokarmie ilość tych hormonów w krwi obniża się. Dla podtrzymywania niezbędnej ilości tych hormonów wzmagają się ich wydzielanie, co warunkuje zwiększenie rozmiarów tarczycy, której masa czasami sięga kilku kilogramów. Tę chorobę nazywamy **wolem endemicznym** (ryc. 200, 2).

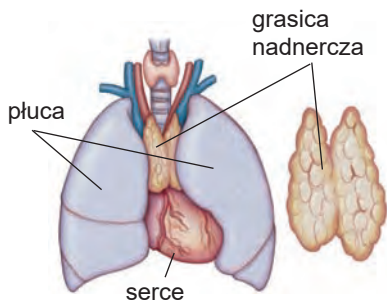
Zdrowie człowieka. Żeby zapobiec powstaniu wola endemicznego, stosuje się środki profilaktyczne, z których najważniejszy – to jodowanie soli kuchennej. Jod zawierają niektóre artykuły żywnościowe: brunatnica listownica (karpusta morską), ryba morską, orzech włoski, persymona itd.

Gruczoły przytarczyczne (prytarczyce) – to cztery niewielkie ciała, rozmieszczone na tylnej powierzchni bocznych płatów tarczycy. One tworzą parathormon, który reguluje wymianę fosforu i wapnia w organizmie człowieka. Usunięcie tych gruczołów prowadzi do śmierci z powodu silnych konwulsji.

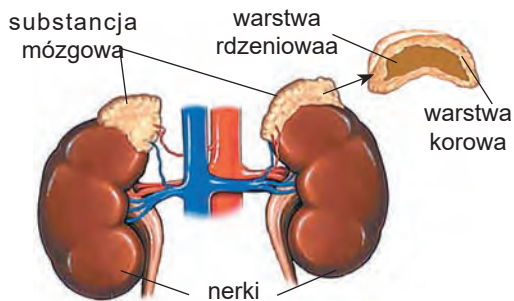
W przypadku nadczynności gruczołów przytarczycznych rozwija się choroba, której objawami są bóle w mięśniach, kościach i stawach; rozmięczenie kości, deformacja szkieletu. Składniki mineralne wymywają się z tkanki kostnej i odkładają w mięśniach i narządach wewnętrznych.

Jakie funkcje pełni grasica? *Grasica (thymus)* znajduje się za mostkiem (ryc. 201). Ona ma dwa płaty połączone tkanką łączną. Największą masę grasica ma od dziecięcego wieku i do okresu dojrzewania płciowego. Po 16. roku życia masa gruczołu stopniowo zmniejsza się, jej tkanki nabłonkowe zanikają. Hormon grasicy – **tymozyna** – wpływa na wzrost organizmu do momentu dojrzałości płciowej i odkładanie w kościach soli wapnia. Oprócz tego grasica zapewnia prawidłowe kształtowanie się układu odpornościowego.

Jakie funkcje pełnią nadnercza? *Nadnercza (gruczoły nadnerczowe)* – to gruczoły parzyste, z których każdy przylega swoją podstawą do górnego bieguna nerki (ryc. 202). One składają się z warstwy korowej jasnego koloru i warstwy rdzeniowej ciemniejszego koloru. Hormony kory nadnerczy regulują wymianę węglowodanów, biorą udział w reakcji stresowej, regulują wymianę soli mineralnych i wody, działalność układu płciowego człowieka.



Ryc. 201. Grasica



Ryc. 202. Nadnercza

Podstawowymi hormonami warstwy rdzeniowej nadnerczy są: **adrenalina** i noradrenalina. Przypomnij sobie: adrenalina przyspiesza rytm i wzmacnia siłę skurczów serca, zwęża tętnice, podwyższa ciśnienie tętnicze, rozluźnia mięśnie oskrzeli, rozszerza źrenicę, aktywizuje wydzielanie gruczołów ślinowych i łzowych, znacznie podwyższa poziom przemiany substancji. **Noradrenalina** jest poprzedniczką adrenaliny. Ona również aktywizuje czynność różnych narządów.

Niedoczynność kory nadnerczy u człowieka znana jest pod nazwą *choroby Addisona*. Przy nadczynności kory nadnerczy rozwija się choroba, której towarzyszą zaburzenia przemiany substancji: otyłość, zmiany w mięśniach, kościach i stawach, podwyższenie ciśnienia tętniczego.

Jakie znamy gruczoły mieszane? Do gruczołów mieszanych należą: trzustka i gruczoły płciowe.

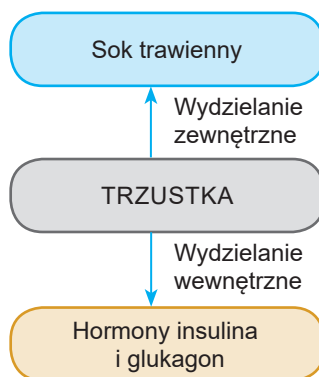
Trzustka produkuje zarówno sok trawienny (wydzielanie zewnętrzne), jak i hormony (wydzielanie wewnętrzne). Hormony – insulina i glukagon – produkują specyficzne komórki, rozmieszczone w trzustce w postaci wysepek. **Insulina** reguluje wymianę białkową, tłuszczową i węglowodanową w organizmie, stymulując konsumpcję glukozy z krwi przez komórki i syntezę glikogenu w wątrobie i mięśniach. Brak insuliny prowadzi do cukrzycy, dla której charakterystyczne jest podwyższenie poziomu glukozy we krwi i tkankach organizmu. Następuje chudnięcie, zatrucie produktami niepełnego rozpadu węglowodanów. **Glukagon** ma działanie przeciwstawne do insuliny. On stymuluje rozszczepianie glikogenu i zwiększenie koncentracji glukozy w krwi.

ZAPAMIĘTAJ! Jeśli w krwi człowieka wzrasta poziom glukozy, to wydzielanie insuliny zwiększa się, a glukagonu – zmniejsza się. I przeciwnie, jeżeli w krwi obniża się poziom glukozy, wtedy gwałtownie zmniejsza się wydzielanie insuliny, a zwiększa się wydzielanie glukagonu. A więc insulina i glukagon wspólnie podtrzymują poziom zawartości glukozy we krwi, co jest jednym z warunków podtrzymania homeostazy.

Zdrowie człowieka. Cukrzyca – to niebezpieczna choroba, która rozwija się stopniowo. Początkowymi oznakami cukrzycy jest suchość błon śluzowych (jamy ustnej, nosowej itp.), wzmożony apetyt lub jego brak; wzmożone pragnienie; wzmożone wydalanie moczu, zwłaszcza w nocy. Żeby ochronić się przed rozwojem tej choroby, należy unikać sytuacji stresowych, racjonalnie odżywiać się, zmniejszać spożywanie węglowodanów, wykonywać umiarkowaną pracę fizyczną, uprawiać sport, prowadzić ruchliwy tryb życia itd.

W męskich i żeńskich **gruczołach płciowych** oprócz rozwoju komórek płciowych (wydzielanie zewnętrzne), produkowane są hormony (wydzielanie wewnętrzne), które wpływają na rozwój i funkcję układu płciowego człowieka.

W męskich gruczołach płciowych – **jądrach** – powstają męskie hormony płciowe – **androgeny**. Najaktywniejszy wśród nich – testosteron, który pobudza wzrost, rozwój i funkcję normalnego organizmu męskiego. W żeńskich gruczołach płciowych – **jajnikach** – syntezują się i wydzielają do krwi żeńskie hormony płciowe



Ryc. 203. Wydzielanie mieszane trzustki



we – **estrogeny**. One pobudzają rozwój żeńskich narządów płciowych, wtórnych cech płciowych, regulują żeński cykl płciowy.

Zdrowie człowieka. Wśród rozmaitych preparatów medycznych znane są również preparaty hormonalne. Pamiętaj, że hormony – to biologicznie aktywne substancje, które regulują procesy przemiany substancji w organizmie. Zżywanie preparatów hormonalnych bez zalecenia lekarza może zakłócić przemianę materii i naszkodzić zdrowiu. Jeśli z jakichkolwiek przyczyn zaistnieje potrzeba ich wprowadzenia, to obowiązkowo należy czynić to pod kontrolą lekarza endokrynologa¹.

Oprócz wspomnianych gruczołów w organizmie człowieka (zwłaszcza w układzie pokarmowym) są setki komórek dokrewnych, które produkują i wydzielają do krwi hormony. A więc układ dokrewny posiada ważne miejsce w procesach ogólnej neurohumoralnej regulacji czynności organizmu człowieka.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: tarczyca, gruczoły przytarczowe, grasicca, nadnercza, trzustka, gruczoły płciowe.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

● Podstawowe gruczoły dokrewne – to przysadka mózgowa, tarczyca, gruczoły przytarczyczne, grasicca, nadnercza, trzustka i gruczoły płciowe. Wiodącą rolę wśród nich pełni przysadka mózgowa. Jej hormony regulują rozwój i czynność innych gruczołów dokrewnych. Gruczoły mieszane wykonują podwójną funkcję – wydzielają swoje wydzieliny do jamy ciała, a hormony – bezpośrednio do krwi. Do takich gruczołów należy trzustka i gruczoły płciowe. Naruszenie funkcjonalnej aktywności układu dokrewnego prowadzi do szeregu ciężkich schorzeń.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jakie znaczenie dla funkcjonowania organizmu ma tarczyca? 2. Jakie środki zapobiegawcze należy podjąć, żeby uniknąć chorób tarczycy? 3. Jakie jest znaczenie nadnerczy? 4. Jaką rolę pełni trzustka w regulacji przemiany materii? 5. Jakie funkcje pełnią gruczoły płciowe? Jakie hormony one produkują?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż schorzenie tarczycy, które rozwija się w wyniku braku we krwi tyroksyny we wczesnym wieku dziecięcym: a) miksedema; b) kretynizm; c) choroba Basedowa; d) wole endemiczne.
2. Wybierz hormon, który wywiera działanie odwrotne do insuliny: a) tyroksyna; b) glukagon; c) testosteron; d) wazopresyna.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Wyjaśnij funkcje gruczołów dokrewnych, ich wpływ na procesy czynności życiowych organizmu.



ZASTANÓW SIĘ. 1. Wyjaśnij wpływ hormonów płciowych na rozwój organizmu w okresie nastoletkowym? 2. W jaki sposób można zapobiec schorzeniom gruczołów dokrewnych?



ZADANIE TWÓRCZE. Przeszykuj prezentację „Profilaktyka niedoboru jodu w organizmie człowieka”.

¹ **Endokrynologia** – nauka o budowie i funkcjach gruczołów dokrewnych, hormonach, które one produkują, ich działaniu na organizm oraz o schorzeniach, które są związane z zaburzeniami funkcji tych gruczołów. Fachowcy – endokrynolodzy diagnozują i leczą schorzenia, związane z układem dokrewnym.

§ 56. UKŁAD ODPORNOŚCIOWY. ODPORNOŚĆ SPECYFICZNA I NIESPECYFICZNA. IMMUNIZACJA

Przypomnij sobie, co to jest lizozym, leukocyty, odporność. Jakie funkcje pełni czerwony szpik kostny? Co to jest limfa? Jakie funkcje ona pełni?

Układ odpornościowy należy do układów regulacji naszego organizmu. On sformował się w trakcie ewolucji człowieka dla zapewnienia ochrony jego organizmu przed zewnętrzną i wewnętrzną agresją biologiczną – infekcjami i nowotworami. Układ odpornościowy odgrywa też ważną rolę w podtrzymywaniu homeostazy.

ZAPAMIĘTAJ! Odporność – to niepodatność organizmu na działanie bodźców infekcyjnych i inwazyjnych (które są przenoszone przez zwierzęta) schorzeń oraz wpływ substancji, które mają właściwości antygenowe.

Antygeny – to obce dla organizmu substancje chemiczne, związki, które wchodzi w skład wirusów, bakterii, eukariotów pasożytniczych itd., które są zdolne do wywołania reakcji obronnych.

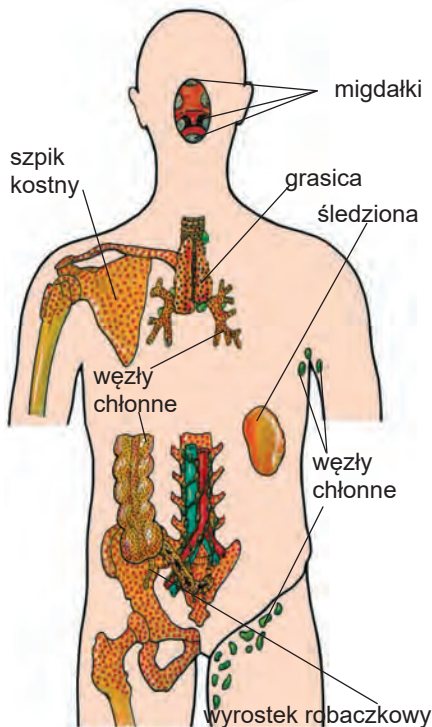
Co to jest układ odpornościowy?

Układ odpornościowy – to układ narządów i tkanek, które chronią organizm przed cudzymi dla niego organizmami i związkami (ryc. 204). Jego składowe rozpoznają i niszczą nie tylko antygeny, ale też komórki nowotworowe, zmienione molekuly stworzone przez sam organizm.

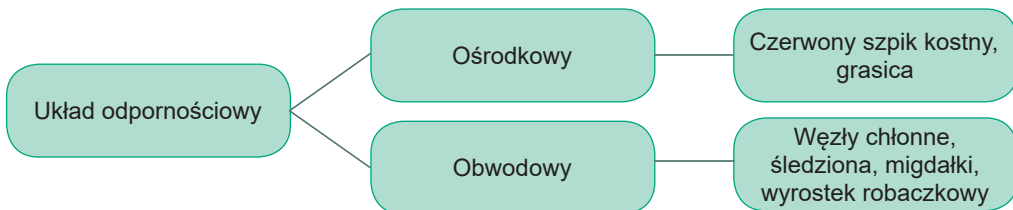
Rozróżniamy ośrodkową i obwodową części układu odpornościowego (ryc. 205).

Do **ośrodkowych części** układu odpornościowego należą: czerwony szpik kostny i grasica. Wiesz już, że szpik kostny jest najważniejszym narządem krwiotwórczym, a w grasicy dojrzewają określone rodzaje leukocytów.

Do **obwodowych części** układu odpornościowego należą: śledziona, wyrostek robaczkowy, migdałki oraz węzły chłonne. W śledzionie tworzą się określone rodzaje



Ryc. 204. Układ odpornościowy człowieka



Ryc. 205. Struktura układu chłonnego. **Zadanie.** Na podstawie schematu wymień części składowe układu odpornościowego.



je leukocytów. Ona działa jak filtr przeciw bakteriom pasożytniczym i obcym ciałom oraz produkuje przeciwciała.

W wyrostku robaczkowym mieszczą się skupiska tkanki chłonnej. W jej skład wchodzi komórki, które biorą udział w ochronnych reakcjach organizmu. Węzły chłonne wchodzi w skład układu chłonnego.

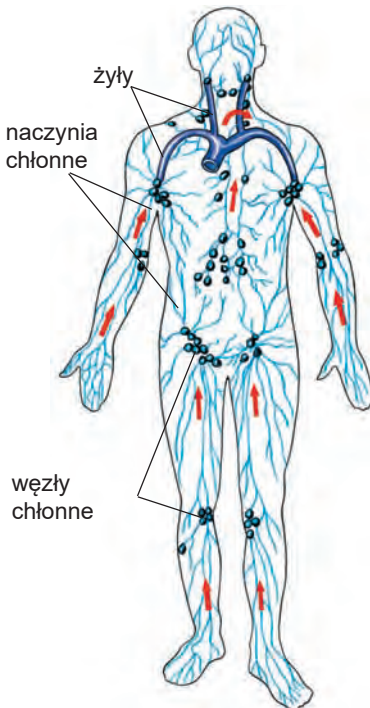
Układ odpornościowy wraz z układem krwionośnym należy do układów transportujących organizmu. Przez niego z tkanek do żył powraca woda z rozpuszczonymi w niej substancjami i część leukocytów. Chłonka (limfa) cieknie tylko w jednym kierunku – od tkanek do serca.

W skład układu chłonnego wchodzi włosowate naczynia chłonne (kapilary limfatyczne), naczynia chłonne (limfatyczne), węzły chłonne i narządy chłonne (ryc. 206). One są ściśle powiązane między sobą i zapewniają tworzenie się chłonki i jej ruch. **Włosowate naczynia chłonne (kapilary limfatyczne)** pod względem budowy przypominają krwionośne, lecz mają nieco większą średnicę. Ich ścianki składają się z pojedynczej warstwy komórek śródbłonka, które, nieszczelnie przylegając do siebie, tworzą pory. To daje możliwość międzykomórkowemu płynowi z molekułami o dużych rozmiarach (białek, lipidów itd.) łatwo przenikać do środka kapilar limfatycznych.

Naczynia chłonne podobnie do żył układu krwionośnego mają zastawki, które uniemożliwiają ruch limfy w zwrotnym kierunku.

Na przebiegu naczyń limfatycznych leżą **węzły chłonne**. One wykonują rolę filtrów biologicznych, ponieważ zawierają zdolne do fagocytozy komórki, które zatrzymują i unieszkodliwiają bakterie, inne ciała obce i substancje trujące o białkowym pochodzeniu, które produkują żywe organizmy, – *toksyny*.

Podczas chorób infekcyjnych węzły chłonne mogą być powiększone, bolesne.



Ryc. 206. Układ chłonny

Jakie są rodzaje odporności? W układzie odpornościowym istnieje wiele sposobów wykrywania i unieszkodliwiania antygenów. Te procesy nazywamy **odpowiedzią odpornościową**.

Ze względu na pochodzenie odporność można umownie podzielić na wrodzoną i nabytą (ryc. 207).

Wrodzona (niespecyficzna) odporność jest dziedziczona po rodzicach i nie zależy od tego, czy kontaktował człowiek z czynnikiem chorobotwórczym, czy nie (właśnie dlatego ona nazywa się ona niespecyficzną). Na przykład w organizmie człowieka nie może pasożytować askaryda świnińska, a w organizmie świni – ludzka.

Wrodzoną odporność zapewniają następujące mechanizmy:

- jednolitość zewnętrznych pokryw ciała, błon śluzowych dróg oddechowych, przewodu pokarmowego, ścianek naczyń krwionośnych, co zapobiega przenikaniu do organizmu i rozwojowi organizmów patogenicznych;
- duża ilość biologicznie aktywnych substancji (ferment śliny lizocym, ochronne białka krwi itd.);
- określone rodzaje leukocytów, zdolnych do fagocytozy.



Ryc. 207. Rodzaje odporności człowieka

Nabyta (specyficzna) odporność, w odróżnieniu od wrodzonej, kształtuje się w ciągu życia człowieka. Ona może rozwinąć się po przebytej chorobie (*czynna naturalna*) lub po szczepionce (*czynna sztuczna*). *Odporność bierna naturalna nabyta* kształtuje się dzięki przekazaniu przeciwciał od matki do dziecka przez płacentę. *Odporność bierna sztuczna nabyta* powstaje po wprowadzeniu do organizmu gotowych antyciał w postaci surowicy leczniczej.

Nabyta odporność kształtuje się na określony antygen. W przypadku ponownego zarażenia organizm zdolny jest do reagowania tylko na niego. Nabytą odporność zapewniają określone rodzaje leukocytów (limfocyty T) i przeciwciała. Niektóre limfocyty (*one są nazywane komórkami pamięci*), spotkawszy się z drobnoustrojami chorobotwórczymi, „zapamiętują” ich budowę i przekazują informację o tym rodzaju przeciwciał następnym pokoleniom limfocytów T. One bronią organizm tylko przed tymi drobnoustrojami, które „zapamiętały”. A więc nabyta odporność włącza trzy etapy: rozpoznawanie obcego (antygenowego) obiektu, intensywny podział komórek, które zapewniają reakcje obronne i odpowiedź odpornościową.

ZAPAMIĘTAJ! Składowe niespecyficznej i specyficznej odporności działają wspólnie, uzupełniając się wzajemnie.

Ze względu na mechanizm realizacji ochrony odporność dzielimy na komórkową i humoralną. **Komórkowa odporność** jest uwarunkowana zdolnością różnych rodzajów leukocytów do fagocytozy patogenów i usuwania zarażonych komórek. Fagocytarną teorię odporności opracował wybitny ukraiński uczoney I. Miecznikow (*patrz ryc. 76*). **Odporność humoralną** zapewniają specyficzne białka, które znajdują się w osoczu krwi, chłonce, płynie tkankowym, różnorodnych wydzielinach, surowicy leczniczej.



Ryc. 208. P. Erlieg (1854–1915)



Autorem humoralnej teorii odporności jest niemiecki uczonec P. Erlieg (ryc. 208). W 1908 r. I. Miecznikow i P. Erlieg otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: układ odpornościowy, odporność wrodzona (niespecyficzna), nabyta (specyficzna), naturalna i sztuczna.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

• Jednym z czynników zachowania indywidualności biologicznej organizmu jest układ odpornościowy. On broni organizm przed negatywnymi wpływami zewnętrznego i wewnętrznego środowiska. Odporność może być wrodzona (niespecyficzna) i nabyta (specyficzna).



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Wyjaśnij pojęcie „odporność”. 2. Z czego składa się układ odpornościowy człowieka? 3. Co to jest odporność niespecyficzna? 4. Co to jest odporność specyficzna? 5. Jakiej znasz rodzaje odporności specyficznej?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż szereg, w którym zaznaczono narządy ośrodkowego układu odpornościowego: a) czerwony szpik kostny, śledziona; b) czerwony szpik kostny, grasica; c) śledziona, węzły chłonne; d) wyrostek robaczkowy, grasica.

2. Wybierzcie poprawne stwierdzenia: 1) odporność – to zdolność organizmu do obrony własnej jednolitości; 2) odporność – to zdolność organizmu do obrony indywidualności biologicznej: a) pierwsze stwierdzenie jest poprawne; b) drugie stwierdzenie jest poprawne; c) obydwa stwierdzenia są poprawne; d) obydwa stwierdzenia są niepoprawne.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Wyjaśnij cechy odporności niespecyficznej i specyficznej.



ZASTANÓW SIĘ. Jaki związek istnieje między specyficzną i niespecyficzną odpornością?



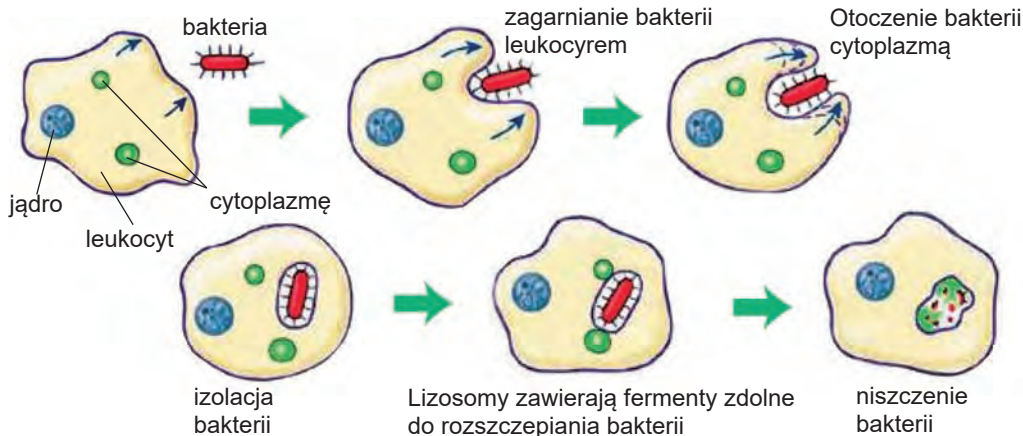
ZADANIE TWÓRCZE. Przyszykuj prezentację na temat „Rodzaje odporności”.

§ 57. MECHANIZMY ODPORNOŚCIOWYCH REAKCJI ORGANIZMU CZŁOWIEKA. UCZULENIE. AIDS I JEGO PROFILAKTYKA

Przypomnij sobie rodzaje odporności człowieka. Jakie elementy morfotyczne zawiera krew człowieka?

Wiesz już, że odporność człowieka może być nabyta (specyficzna) i wrodzona (niespecyficzna). Te rodzaje odporności pod względem mechanizmów realizacji dzielą się na komórkową i humoralną.

Czym charakteryzuje się odporność komórkowa? Odporność komórkową zapewniają określone rodzaje leukocytów. Wiesz już, że **leukocyty** – to bezbarwne komórki krwi, które mają jądro i są zdolne do ruchu ameboidalnego. Dzięki takiemu ruchowi określone rodzaje leukocytów mogą przenikać przez ściankę naczyń krwionośnych. One poruszają się w kierunku do bakterii, ich toksyn, szczątków komórek własnego organizmu. Dzięki tworzeniu się nieprawdziwych nibynóżek leukocyty są zdolne do fagocytozy (ryc. 209).



Ryc. 209. Mechanizm unieszkodliwiania leukocytem bakterii za pomocą fagocytozy. **Zadanie.** Na podstawie ryciny wyjaśnij znaczenie fagocytozy dla czynności życiowych organizmu

Leukocyty są różnorodne pod względem budowy i właściwości. Większość z nich zawiera w cytoplazmie wiele granул z biologicznie aktywnymi substancjami. One są nazywane **granulocytami**. Leukocyty, pozbawione takich granул, należą do **agranulocytów**.

Granulocyty dzielą się na neutrofile, eozynofile i bazofile. Zasadnicze funkcje *neutrofile*: przeprowadzenie fagocytozy i wewnątrzkomórkowe trawienie postronnych dla organizmu obiektów (na przykład drobnoustrojów chorobotwórczych), a także unieszkodliwianie antygenów na odległości. W ten sposób one zapewniają odporność niespecyficzną.

Eozynofile zapewniają odporność w przypadku zarażenia organizmu robakami pasożytniczymi (helmindami); zapobiegają przenikaniu antygenów do środka naczyń, wiążąc je w tkankach; osłabiają rozwój reakcji alergicznych.

Bazofile są zdolne do fagocytozy i biorą udział w reakcjach alergicznych.

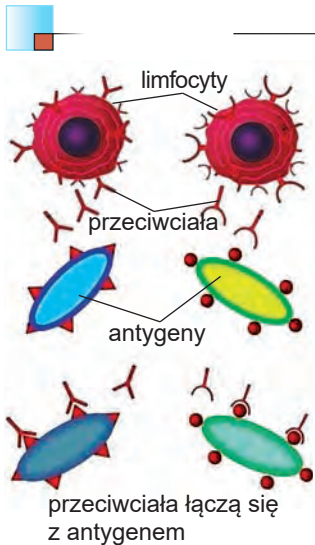
Do agranulocytów należą monocyty i limfocyty. Monocyty -to największe komórki krwi. Jeden monocyty potrafi pochłonąć i przetrawić kilka dziesiątek drobnoustrojów. Zasadnicze funkcje monocytów: synteza lizozymu, ochronnych białek interferonów; przeprowadzenie fagocytozy; niszczenie komórek nowotworowych; udział w mechanizmach odporności specyficznej.

Limfocyty w odróżnieniu od innych rodzajów leukocytów potrzebują jeszcze dojrzenia i specjalizacji w narządach limfoidalnych (na przykład limfocyty T – w grasicy). Tylko potem one są zdolne do spełnienia swojej podstawowej funkcji – zapewnienie i podtrzymywanie odporności specyficznej.

Podczas pierwszego spotkania w krwi lub płynie międzykomórkowym z antygenem (na przykład drobnoustrojem) limfocyt T rozpoznaje jego strukturę. Potem on zaczyna intensywnie się dzielić. Przy tym część nowo powstałych komórek staje się tzw. *komórkami – zabójcami*, a część – *komórkami pamięci odpornościowej*.

„Komórki – zabójcy”, wydzielając specyficzne białko, rują błonę komórek bakteryjnych i w ten sposób niszczą drobnoustroje. W przypadku wtórnego zarażenia organizmu przez ten rodzaj drobnoustroju odpowiedź obronna odbywa się szybciej, ponieważ w krwi już są gotowe limfocyty T pamięci odpornościowej.

Jakie są mechanizmy odporności humoralnej? Odporność humoralną zapewniają różne biologicznie aktywne substancje, a szczególnie przeciwciała i interferony. *Przeciwciała produkują* limfocyty B. U człowieka te komórki dojrzewają w migdał-



Ryc. 210. Reakcja antygen – przeciwciała

kach (narządy w jamie nosowo-gardzielowej, utworzone przez tkankę limfoidalną), wyrostku robaczkowym, węzłach limfatycznych. Po rozpoznaniu antygeny limfocyty B dzielą się na komórki pamięci odpornościowej i *komórki plazmatyczne*, które przemieszczają się do węzłów chłonnych i zaczynają produkować przeciwciała. Początkowo te przeciwciała są związane z błonami limfocytów B, a następnie, odrywając się od błony, one specyficznie łączą się z antygenem. W ten sposób powstaje *zespół antygen – przeciwciała* (ryc. 210). Komponenty odporności niespecyficznej aktywnie reagują na zespół antygen – przeciwciała i unieszkodliwiają antygen.

Białka obronne *interferony* zapobiegają rozmnażaniu się wirusów, mają działanie przeciwnowotworowe i przeciwbakteryjne. W odróżnieniu od przeciwciał nie cechuje je wąska specyficzność w stosunku do antygenów.

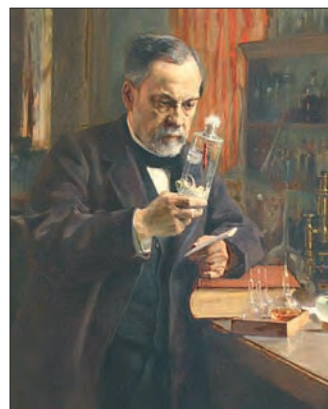
Silną przeciwbakteryjną aktywnością charakteryzuje się *lizocym* – ferment, który mieści się w ślinie, łzach.

Zdrowie człowieka. Jednym z głównych wskaźników stanu układów obronnych organizmu jest ilościowa charakterystyka leukocytów. Ich ilość może zmieniać się w dosyć szerokich granicach: zmniejszać się do 1,5–2 tys./ μ l. (*leukopenia*) albo rosnać do 15–20 tys./ μ l. (*leukocytoza*). Ważna jest również proporcja różnych rodzajów leukocytów, tak zwany wzór leukocytarny. Zmiana proporcji różnych rodzajów leukocytów w stronę zwiększenia ilości neutrofilii świadczy o obecności w organizmie ostrego procesu zapalnego, limfocytów – przewlekłego.

Co to jest wakcynacja? Wspominaliśmy już, że w niektórych przypadkach odporność można rozwinąć sztucznie – przy pomocy *immunizacji* (uodpornienia) – stosowania profilaktycznego szczepienia lub surowic. Do szczepień stosuje się *szczepionki* (wakcyny). Te preparaty składają się z osłabionych lub zabitych drobnoustrojów chorobotwórczych, produktów ich czynności życiowych, oddzielnych antygenów. Przykładem takich szczepionek jest szczepionka przeciw błonicy, gruźlicy, itd. W odpowiedzi na ich wprowadzenie w organizmie wytwarzają się własne przeciwciała i komórki pamięci odpornościowej, jak i po przebytych schorzeniach. Dlatego człowiek staje się odporny na określone schorzenie. Taka sztuczna odporność, jak pamiętasz, nazywa się czynna.

Luis Pasteur (ryc. 211) – znany francuski uczyony, prekursor współczesnej medycyny mikrobiologii i immunologii, opracował metodę ochronnych szczepionek przeciw wielu chorobom infekcyjnym, w szczególności przeciw węglikowi, wściekliźnie.

W celu sprowokowania biernej odporności sztucznej do organizmu człowieka wprowadza się specjalne *surowice*, które zawierają gotowe przeciwciała przeciw określonemu czynnikowi chorobotwórczemu. One są otrzymywane z krwi zwierząt, które przebyły określoną chorobę. Własne przeciwciała przy czym w organizmie nie wytwarzają się. Wprowadzenie choremu surowicy hamuje rozwój choroby i sprzyja szybkiemu wyzdrowieniu. Niestety, bierna sztuczna odporność zachowuje się tylko w ciągu kilku miesięcy.



Ryc. 211. Luis Pasteur



ZAPAMIĘTAJ! Szczepienia są stosowane w celu zapobiegania schorzeniom, a surowice wprowadza się w celu leczenia określonych schorzeń. Wprowadzenie szczepionki w czasie trwania choroby może doprowadzić do komplikacji jej przebiegu.

Co to są reakcje alergiczne? Przeważnie odpowiedź odpornościowa na dostanie się do organizmu antygeny jest korzystna. Czasami jednak taka reakcja odpornościowa może być nadmierna lub nieodpowiednia. W takim przypadku rozwija się **reakcja alergiczna** – podwyższona wrażliwość organizmu na jakąkolwiek substancję (przeważnie pochodzenia białkowego) – alergen.

ZAPAMIĘTAJ! Uczulenie (alergia) – to stan podwyższonej wrażliwości organizmu w odpowiedzi na działanie alergenów. **Alergeny** – to substancje, które powodują reakcje alergiczne w organizmie.

Przeważnie substancje, które mogą być alergenami, nie stanowią żadnego zagrożenia dla organizmu. Do takich substancji należą: pyłek roślin, sierść zwierząt, produkty spożywcze, leki itd. Reakcja alergiczna rozwija się w przypadku powtórnego dostania się alergenów. Objawy reakcji alergicznej: zaczerwienienie, obrzęki, świąd skóry, uczucie silnego ściskania dróg oddechowych.

Alergeny dzielą się na zewnętrzne i wewnętrzne. Do **zewnętrznych alergenów** należą niektóre produkty żywnościowe (jajka, czekolada, owoce cytrusowe), różne substancje chemiczne nieorganiczne, zapachy (kwiatów, perfum), leki (ryc. 212). Takie same reakcje mogą powstać w wyniku działania substancji trujących, ukąszeń pszczoł, trzmieli, innych owadów. **Alergeny wewnętrzne** – własne tkanki organizmu, przeważnie o zmienionych właściwościach naturalnych. Na przykład w przypadku poparzeń lub odmrożeń organizm odbiera obumarłe tkanki jako obce i wytwarza przeciwko nim przeciwciała.

Najcięższym przejawem reakcji alergicznych jest *wstrząs anafilaktyczny*. On może rozwinąć się wskutek ukąszeń owadów, uczulenia na produkty spożywcze, leki itd. Taki rodzaj reakcji alergicznej przebiega burzliwie. Jego objawami są: swędzące zmiany skórne, obrzęk gardła, zmniejszenie ciśnienia tętniczego.

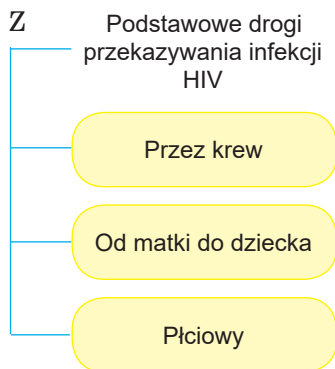
Zdrowie człowieka. Każdy człowiek powinien wiedzieć, na co jest uczulony, unikać kontaktu z alergenem. W przypadku rozwoju reakcji alergicznej należy umieć okazać pierwszą pomoc medyczną.

Większość chorób infekcyjnych, z którymi ostatnio ludzkość miała do czynienia, rozwinęła się bardzo dawno. Do niektórych u człowieka rozwinęła się odporność.



Ryc. 212. Alergeny, które mogą spowodować uczulenie: 1. niektóre produkty spożywcze pochodzenia roślinnego (czekolada, owoce cytrusowe, truskawki, orzechy); 2. pyłek niektórych roślin; 3. niektóre leki.

Zadanie. Uzupełnij listę substancjami, które mogą spowodować uczulenie



Ryc. 213. Podstawowe drogi przekazywania infekcji HIV.

Zadanie. Na podstawie schematu nazwij podstawowe drogi przekazywania infekcji HIV

niektórymi ludzie nauczyli się walczyć, tworząc odporność sztuczną. Jednak w końcu XX w. odkryto wirusy, których czynniki skierowane są na przeciwko samemu układowi odpornościowemu. Tę bardzo niebezpieczną chorobę nazwano „zespołem nabytego upośledzenia odporności”.

Co to jest AIDS? AIDS – zespół nabytego upośledzenia odporności – schorzenie spowodowane wirusem braku odporności u człowieka (HIV). Przypomnij sobie na podstawie schematu podstawowe drogi przekazywania infekcji HIV (ryc. 213).

Bardzo niebezpieczne jest to, że człowiek – nosiciel wirusa – może zachorować po wielu latach, infekując w tym czasie innych ludzi. Obcowanie z ludźmi, którzy są nosicielami infekcji HIV, w życiu codziennym jest bezpieczne dla otoczenia. Prześladowanie tych ludzi jest naruszeniem praw człowieka.

Jak są wzajemnie powiązane układ odpornościowy i stan ekologiczny otaczającego środowiska? Lekarze wielu krajów stwierdzają obniżenie u człowieka aktywności układu odpornościowego i, jako wynik, zwiększenie częstotliwości i ciężkiego przebiegu chorób zakaźnych wskutek pogorszenia się sytuacji ekologicznej na naszej Ziemi.

Niestety, sytuacja ekologiczna na Ukrainie jest bardzo napięta, szczególnie w rejonach przemysłowych i zanieczyszczonych promieniowaniem po awarii na elektrowni jądrowej w Czarnobylu. Ujemnie wpływają na układ odpornościowy również spaliny samochodowe, chemiczne środki trujące, produkty spożywcze, które zawierają nadmierną ilość konserwantów, aromatyzatorów itd. Dlatego wszyscy powinni dbać o jakość produktów spożywczych i zachowanie czystości otaczającego środowiska.

Zdrowie człowieka. Wzmocnieniu układu odpornościowego sprzyja hartowanie organizmu, obciążenia fizyczne, pełnowartościowe odżywianie, przestrzeganie higieny osobistej.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: odporność naturalna, odporność sztuczna, immunizacja, szczepionka, surowica lecznicza, uczulenie.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- W celu zapobiegania chorobom infekcyjnym wprowadza się szczepionki – wakcyny. W celu leczenia niektórych chorób infekcyjnych wykorzystuje się surowicę leczniczą.
- Aktywność układu odpornościowego może być różna: nadmierna aktywność, wrażliwość na niektóre substancje prowokuje uczulenie, niedostateczna – przyczynia się do rozwoju braku odporności.
- Substancje, które przyczyniają się do rozwoju alergii, nazywają się alergenami. Reakcja organizmu na chorobę infekcyjną wyznacza się jego reaktywnością odpornościową.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest immunizacja? 2. Czym szczepionka różni się od surowicy leczniczej? 3. Co to jest uczulenie (alergia)? Jakie są objawy reakcji alergicznej? 4. Dlaczego rozwój reakcji alergicznych są niebezpieczne dla życia człowieka? 5. Jakie choroby nazywamy chorobami zakaźnymi? Jakie są ich ogólne objawy? 6. Co to jest AIDS? - Jakie są drogi rozpowszechnienia się AIDS?



Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż alergeny wewnętrzne: a) produkty spożywcze (jajka, czekolada, owoce cytrusowe); b) zapachy (kwiatów, perfum); c) leki; d) własne tkanki organizmu podczas poparzeń.

2. Wskaż możliwe drogi zakażenia wirusem HIV: a) powietrzno – kropelkowa; b) przetaczanie krwi; c) konsumpcja zakażonych produktów spożywczych; d) używanie surowej wody; e) uścisk dłoni.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Co to jest immunizacja, rodzaje immunizacji i jakie jest jej znaczenie dla zachowania zdrowia człowieka?



ZASTANÓW SIĘ. 1. Na początku powstania epidemii grypy masmedia nawołują do robienia szczepionek. Czy ma cel wprowadzanie profilaktycznej szczepionki przeciw grypowej? Jakie to ma znaczenie dla zachowania zdrowia człowieka?

2. Dlaczego środki walki z AIDS trzeba przeprowadzać na skalę międzynarodową?



ZADANIE TWÓRCZE. 1. Dowiedz się, jakie szczepionki dostawałeś i dlaczego? 2. Korzystając z różnych źródeł informacji, w tym z Internetu, przyszykuj prezentację „Statystyczne dane schorzeń na AIDS w różnych regionach Ukrainy”.

§ 58. WSPÓLDZIAŁANIE POMIĘDZY UKŁADAMI REGULUJĄCYMI PRACĘ ORGANIZMU. STRES I CZYNNIKI, KTÓRE GO WYWOŁUJĄ

Przypomnij sobie budowę i funkcje międzymózgowia. Co to jest przysadka mózgowa i podwzgórze? Jakie funkcje one pełnią? Co to są hormony i neurohormony?

Ścisły związek między układem nerwowym i dokrewnym zachodzi dzięki współdziałaniu struktury międzymózgowia podwzgórze i podstawowego gruczołu dokrewnego, który też jest związany z międzymózgowiem – przysadki mózgowej. Tak powstaje układ podwzgórzowo-przysadkowy.

Jaką rolę pełni układ podwzgórzowo-przysadkowy w regulacji działalności organizmu człowieka? Do podwzgórze od tkanek nerwowych innych odcinków mózgowia nadchodzą określone sygnały. W odpowiedzi komórki neurowydzielnicze podwzgórze wydzielają neurohormony, które po naczyniach krwionośnych z biegiem krwi docierają do przedniego płatu przysadki mózgowej (patrz ryc. 196). Tu neurohormony stymulują albo hamują produkcję określonych hormonów, które wpływają na czynność innych gruczołów dokrewnych. A więc czynność przysadki mózgowej przebywa pod kontrolą podwzgórze.

W czynności jednolitego układu podwzgórzowo-przysadkowego założona jest zasada **bezpośredniego i zwrotnego związku**. Kiedy dowolny gruczoł dokrewny zaczyna wydzielać zbyt mało lub zbyt wiele hormonów, podwzgórze reaguje na takie odchylenia od normy ich zawartości we krwi. Tę informację on przekazuje do przysadki mózgowej, która dzięki wydzielaniu określonych hormonów wzmacnia albo osłabia czynność odpowiedniego gruczołu dokrewnego. Na przykład przysadka produkuje **hormon tyreotropowy**, który stymuluje czynność tarczycy. Pod wpływem tego hormonu tarczyca produkuje swój hormon – tyroksynę (trójiodotyroninę), który wpływa na wszystkie narządy i tkanki organizmu. Tyroksyna wpływa i na przysadkę mózgową, dla której to jest sygnałem o wynikach jego czynności. A więc, jeśli hormon tyreotropowy przysadki stymuluje czynność tarczycy (związek bezpośredni), to wtedy



tyroksyna hamuje czynność przysadki, zmniejszając produkcję hormonu tyreotropowego (związek zwrotny).

Integracja nerwowej i humoralnej regulacji w organizmie szczególnie przejawia się podczas reakcji stresowych.

Co to jest stres? Stres – to stan organizmu, który wynika w odpowiedzi na działanie niesprzyjających czynników zewnętrznych lub wewnętrznych (stresorów). Stresor może mieć różne pochodzenie – upał lub chłód, trucizna, infekcja, utrata krwi, silny wstrząs emocjonalny itd. Z fizjologicznego punktu widzenia stres jest reakcją neurohumoralną, ukierunkowaną na przystosowanie się organizmu do nietypowych dla niego warunków.

Kiedy zachodzą sytuacje nietypowe, spowodowane nadmierną intensywnością określonych czynników zewnętrznych lub wewnętrznych, zachodzi potrzeba mobilizacji wszystkich sił organizmu, wzmożonej czynności różnych układów narządów, znacznych strat energii, bardzo aktywnej działalności umysłowej itd. Z takimi okolicznościami spotykają się sportowcy podczas zawodów, żołnierze na wojnie; kierowcy, piloci, marynarze – w sytuacjach awaryjnych. Każdy człowiek może okazać się w takim stanie, kiedy układy nerwowy i dokrewny powinny tak wpływać na czynność organizmu, aby umożliwić przystosowanie się do nowych, nietypowych okoliczności, podtrzymać homeostazę.

W organizmie istnieją doskonałe mechanizmy podtrzymania homeostazy. Ale jeśli działanie określonych czynników jest zbyt silne, trwałe lub nietypowe, wtedy rozwija się *zespół¹ (syndrom) ogólnej adaptacji* – nastawienie się organizmu na przeżywanie nietypowej sytuacji.

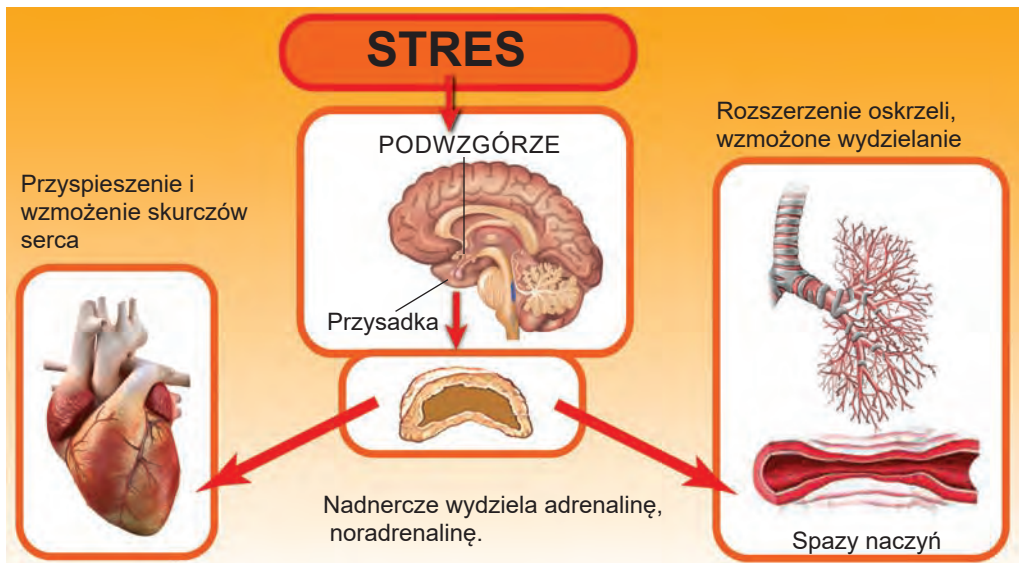
Jakie są mechanizmy reakcji organizmu na stres? Powstanie stanu stresowego reguluje przysadka. Jej receptory reagują na zmiany składu chemicznego, temperatury i ciśnienia krwi. W przypadku stresu ona uruchamia łańcuch reakcji, które przyczyniają się do powstania zespołu ogólnej adaptacji.

Jako przykład rozpatrzmy stres, który wywołuje reakcję trwogi. W zespole ogólnej adaptacji możemy wyróżnić trzy etapy. Najpierw zaczyna się pobudzenie kory półkul kresomózgowia. Stąd impulsy nerwowe są przewodzone do podwzgórza. Wskutek pobudzenia przez podwzgórze nerwów sympatycznych zachodzi **reakcja trwogi**. Przy tym zazwyczaj brak jest czynności fizycznych, a wielka ilość glukozy i tlenu z krwią dostaje się do struktur, które odgrywają największą rolę w przeciwstawieniu się niebezpieczeństwu:

- mózgowia, które powinno dokładnie kierować organizmem;
- mięśni szkieletowych, za pomocą których być może trzeba będzie odpierać atak lub uciekać;
- serca, które powinno intensywnie pracować, aby dostarczać odpowiednią ilość substancji odżywczych do organizmu;
- płuc, które rozszerzają się i odpowiednio zwiększa się wentylacja płucna;
- gruczołów potowych skóry, które wzmagają wydzielanie potu
- źrenic oka, które rozszerzają się itd.

Neurohormony, które produkuje podwzgórze, aktywizują czynność przysadki, produkującą hormony tropowe. Wpływ tych hormonów stymuluje funkcję nadnerczy i wydzielanie przez nich hormonu adrenaliny, co wpływa na czynność określonego odcinka układu nerwowego (ryc. 214).

¹ Zespół (syndrom) – całościowy obraz objawów określonego schorzenia lub stanu organizmu.



Ryc. 214. Mechanizmy rozwoju stresu. **Zadanie.** Na podstawie schematu wyjaśnij, jakie procesy zachodzą w narządach podczas stresu

Na etapie oporu organizm mobilizuje swoje zasoby, aby pokonać sytuację stresową. Wzrasta ilość hormonów, przeciwciał, które wchodzi do uszkodzonej części; część glikogenu przekształca się na glukozę, która intensywnie rozszczepia się, uzupełniając zapasy energetyczne organizmu. Odcinek sympatyczny autonomicznego układu nerwowego szykuje organizm do walki lub ucieczki. Przy tym aktywnie pracuje również mózg. Przeważnie człowiek przezwycięża ten etap i wraca do normalnego stanu. Ale jeśli organizm nie pokonuje stresu, nastaje **etap wycieńczenia**, który może doprowadzić do ciężkiej choroby.

Ważne znaczenie tego, jakie są skutki stresu, ma zachowanie w sytuacji stresowej. Jeśli człowiek szuka sposobów polepszenia lub uniknięcia rozwoju tego stanu, odporność jego organizmu wzrasta. Jeśli człowiek nie podejmuje żadnych kroków przeciwdziałania, opór zespołowi ogólnej adaptacji przechodzi do etapu wycieńczenia.

A więc podczas stresu organizm człowieka mobilizuje swoje siły obronne, co sprzyja przystosowaniu się do warunków życia, które się stale zmieniają. Bez określonego poziomu stresu niemożliwa jest żadna aktywna czynność człowieka.

Jaki wpływ na układy regulujące pracę organizmu mają substancje narkotyczne, alkohol i palenie papierosów? Narkotyki – to związki chemiczne, które działają na stan psychiczny człowieka. One powodują niedługo-trwałe podniesienie nastroju człowieka, w określonych przypadkach – *halucynacje*. Jest to stan chorobliwy, przy którym powstają obrazy i odczucia (słuchowe, wzrokowe itd.), nie związane z bodźcami zewnętrznymi, jednak w ciągu określonego czasu są odbierane jako realne. Chorobliwy popęd do używania narkotyków nazywamy narkomanią, a człowieka, który używa narkotyki – narkomanem.

Substancje narkotyczne pogarszają przewodzenie impulsu nerwowego wzdłuż nerwów. Właśnie na tym opiera się działanie określonych narkotyków, zdolnych do usuwania bólu.



Narkotyki zgubnie wpływają również na regulację humoralną. Trwale ich używanie prowadzi między innymi do niedostatecznej produkcji hormonów płciowych. Przy stałym używaniu alkoholu zmienia się psychika człowieka, ponieważ alkohol przyspiesza niszczenie neuronów (na każde spożyte 100 g alkoholu ginie 33 000 neuronów). Wskutek tego odbywa się degradacja osobowości, rozpadają się rodziny, człowiek traci zdolność do pracy itp.

Źle wpływa na nerwową i humoralną regulację czynności organizmu i palenie papierosów. Podczas palenia powstaje dym, który zawiera wiele szkodliwych substancji – dwutlenek węgla, smoły, izotopy promieniotwórcze, nikotyna i in.

ZAPAMIĘTAJ! Ważne jest, aby w okresie dorastania nie podpadać pod różne negatywne wpływy. Życie jest wielostronne i możliwości, założone w każdym człowieku, trzeba realizować poprzez uczenie się, ciekawą działalność zawodową, sport.

***Podstawowe terminy i pojęcia: układ przysadkowo – podwzgórzowy, stres, stresory.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Regulacja funkcji w organizmie zapewnia się wzajemnie uzgodnioną czynnością układu nerwowego i czynników humoralnych. Podwzgórze i przysadka mózgowa tworzą jedyny układ przysadkowo – podwzgórzowy wywierający wpływ na inne gruczoły dokrewne.
- Stres - to stan organizmu, który wynika w odpowiedzi na działanie niesprzyjających czynników zewnętrznych lub wewnętrznych (stresorów). Aktywna działalność człowieka jest niemożliwa bez określonego poziomu stresu. On podwyższa adaptacyjne możliwości człowieka. Negatywnie wpływa na organizm trwałe oddziaływanie stresorów. Stresy są stałą składową naszego życia. Do przeciwdziałania stresom w organizmie człowieka istnieją mechanizmy zapewniające homeostazę. Przyczynami stresu mogą być różnorodne czynniki. Stres ma etapy trwogi, oporu i wycieńczenia.
- •Alkoholizm, narkomania i palenie tytoniu negatywnie wpływają na nerwy i dokrewny układ człowieka, prowadzą do ciężkich schorzeń i śmierci.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Na czym polega integracja nerwowej i humoralnej regulacji? 2. Co to jest stres? Jak on ma znaczenie w życiu człowieka? 3. Jak reagują nerwy i dokrewny układy na działanie stresorów?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż gruczoł dokrewny, który kieruje czynnością innych gruczołów dokrewnych: a) przysadka mózgowa; b)tarczyca; c) trzustka; d) szyszynka.
2. Wskaż hormon, który zapewnia mobilizację wszystkich zasobów organizmu w sytuacjach stresowych: a) insulina; b) adrenalina; c) tyroksyna; d) testosteron.
3. Wskaż gruczoł, który aktywizuje wydzielanie hormonów podczas rozwoju stresu: a) grasica; b) przysadka mózgowa; c)nadnercza; d) tarczyca.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Jakie znaczenie ma układ podwzgórzowo – przysadkowy?



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego uważa się, że niektóre sytuacje stresowe mają pozytywny wpływ na organizm?



ZADANIE TWÓRCZE. Ułóż notatkę „Jak obronić swój organizm przed czynnikami stresowymi”?

SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

1. Wskaż gruczoł mieszany: a) trzustka; b) nadnercza; c) tarczyca; d) przysadka mózgowa.
2. Wskaż pierwiastek chemiczny, potrzebny do syntezy hormonów tarczycy: a) żelazo; b) cynk; c) jod; d) siarka.
3. Wskaż hormon trzustki, który wpływa na rozszczepianie glikogenu do glukozy: a) tyroksyna; b) insulina; c) glukagon; d) trójjodotyronina.
4. Wskaż warunek, przy którym może rozwinąć się wole endemiczne: a) niedoczynność trzustki; b) nadczynność trzustki; c) niedoczynność tarczycy; d) nadczynność tarczycy.
5. Wskaż szereg hormonów trzustki, które są antagonistami podczas regulacji zawartości glukozy w krwi: a) insulina i tyroksyna; b) testosteron i glukagon; c) insulina i glukagon; c) progesteron i testosteron.
6. **Ustalcie odpowiedniość** między gruczołami i hormonami, które one produkują:

A nadnercza	1 melatonina
B gruczoły przytarczyczne	2 adrenalina
C tarczyca	3 parathormon
D szyszynka	4 tyroksyna
	5 oksytocyna
7. Podaj charakterystykę trzustki.

A Rozmieszczenie w organizmie	B Produkuje hormon	C Schorzenie spowodowane zaburzeniem funkcji gruczołu
1 w mózgowiu	1 tyroksyna	1 miksedema
2 nad nerkami	2 glukagon	2 gigantyzm
3 pod żołądkiem	3 adrenalina	3 cukrzyca

ZASTANÓW SIĘ

8. Podczas ogólnego badania krwi lekarz szczególnie zwraca uwagę na poziom cukru we krwi. Wytlumacz, dlaczego.
9. Badania krwi wykazały podwyższoną zawartość leukocytów. Wyjaśnij przyczynę zwiększenia się ich ilości.
10. Fizjologdy nazywają przysadkę „dyrygentem orkiestry hormonów”. Dlaczego ją tak nazywają?

Mema 11

ROZMNAŻANIE I ROZWÓJ CZŁOWIEKA

Człowiek podobnie do innych organizmów jest zdolny do rozmnażania. Dzięki temu procesowi życie człowieka jako gatunku biologicznego nie przerywa się



§ 59. BUDOWA I FUNKCJE UKŁADU REPRODUKCYJNEGO CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie, co to jest rozmnażanie, jakie są rodzaje rozmnażania. Jakie gruczoły dokrewne należą do mieszanych?

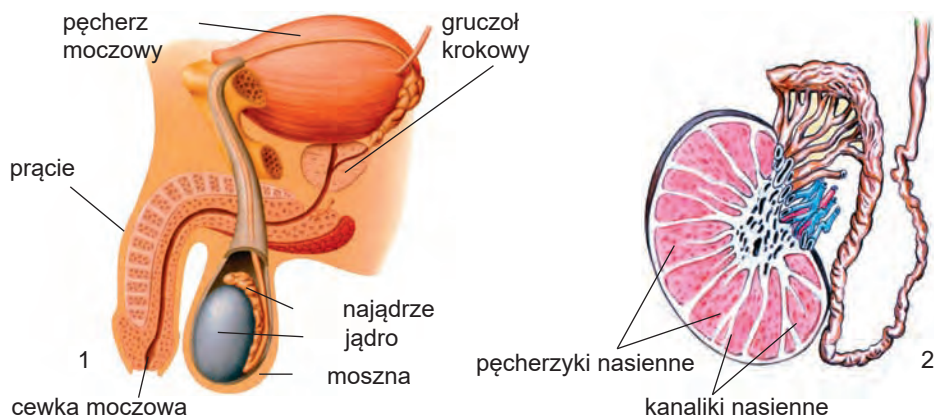
Jednym z warunków istnienia i rozwoju gatunku biologicznego jest zdolność do odtwarzania potomków. Człowiek też jest gatunkiem biologicznym, dlatego przedłużenie rodu jest jego naturalnym zapotrzebowaniem. Jednak człowiek jest nie tylko istotą biologiczną, ale też społeczną. Jest to uwarunkowane tym, że jego ewolucja zachodziła w środowisku społecznym. Dlatego pełnocennymi warunkami przedłużenia rodu ludzkiego jest założenie rodziny.

Człowiek rozmnaża się drogą płciową. Funkcje rozmnażania zapewnia **układ reprodukcyjny**. Tworzą go narządy płciowe. One są złożone z gruczołów płciowych, w których powstają komórki płciowe; dróg płciowych, po których komórki dochodzą do miejsc azapłodnienia, i narządów płciowych zewnętrznych. Wyróżniamy męski i żeński układy płciowe.

Jaka jest budowa męskiego układu płciowego? Do wewnętrznych męskich narządów płciowych należą jądra, najądrza, nasieniowody, pęcherzyki nasienne, przewody wytryskowe, gruczoł krokowy (prostata = stercz), gruczoły opuszkowo-cewkowe (ryc. 215).

Jądra – to parzyste owalne gruczoły płciowe, rozmieszczone poza jamą brzuszną w worku skórny (mosznie). One wykonują podwójną funkcję wydzielniczą: **zewnątrzną** – powstawanie plemników i **wewnętrzną** – wydzielanie hormonu testosteronu. (Przypomnij sobie, do jakiego rodzaju gruczołów zaliczamy jądra). Każde jądro składa się w przybliżeniu z tysięcy **kanalików nasiennych**. Podczas dojrzewania płciowego w kanalikach nasiennych jąder zaczynają się produkować komórki płciowe męskie – **plemniki**. Z jąder one nadchodzą do najądrzy, gdzie dojrzewają w ciągu dwóch tygodni.

Najądrze – to zwinięta spiralnie rurka, przechodząca przez tylną część jądra. Od każdego przewodu najądrza zaczyna się nasieniowód połączony z przewodami pęcherzyków nasiennych. **Pęcherzyki nasienne** – to parzyste gruczoły, których wydzieliny zaopatrują plemniki w substancje odżywcze i pobudzają ich



Ryc. 215. 1. Męskie narządy płciowe. 2. Budowa jądra

ruch. Przewody najądrzy i przewody pęcherzyków nasiennych łączą się w jeden przewód – **przewód wytryskowy**. On uchodzi do cewki moczowej. Właśnie to miejsce jest połączeniem dróg wyprowadzających moczowych i płciowych.

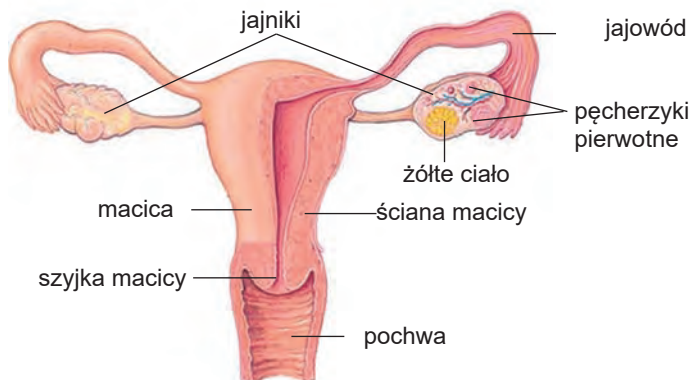
Pod pęcherzem moczowym górną część cewki moczowej otacza **gruczoł krokowy (prostata = stercz)**. On wydziela śluz zapewnia ruch plemników przewodem wytryskowym, a także proces wytryskiwania plemników.

Do **narządów płciowych zewnętrznych** zaliczamy mosznę, w której znajdują się jądra wraz z najądrzami, i prącie.

Jaka jest budowa żeńskiego układu płciowego? Do narządów płciowych żeńskich należą jajniki; jajowody, macica i pochwa (ryc. 216). **Jajniki** są utworzone z licznych pęcherzyków pierwotnych i komórek gruczołowych produkujących hormony płciowe (zwłaszcza estradioliprogesteron) (gruczoł wydzielania dokrewnego). Każdy pęcherzyk pierwotny zawiera niedojrzałą komórkę jajową (gruczoł wydzielania zewnętrznego).

Do każdego jajnika dochodzi **jajowód** – parzysty narząd mięśniowy o długości do 12 cm. Część jajowodu ma rozszerzenie (lejek) z otworem otoczonym nabłonkiem urzęsionym. Dzięki ruchom tych rzęsek komórka jajowa dostaje się do jajowodu, gdzie zazwyczaj zachodzi zapłodnienie.

Macica – grubościenny workowaty mięśniowy narząd o kształcie gruszki, który wykonuje menstrualną, wydzielniczą funkcję, a podczas ciąży w niej rozwija się zarodek.



Ryc. 216. Budowa żeńskich narządów płciowych



dek i płód. W macicy wyróżniamy górną uwypukloną część – **dno macicy, trzon macicy**, do którego dochodzą jajowody i węższą cylindryczną dolną część – szyjkę macicy. Jest to wąski kanał, który przy porodzie rozszerza się, żeby przez niego mogło przejść dziecko. Końcowy odcinek szyjki macicy wchodzi do **pochwy** – mięśniowego przewodu, przez który plemniki dostają się do organizmu żeńskiego.

Do układu rozrodczego kobiet także należą **gruczoły mlekowe** – narządy parzyste, w których tworzy się mleko w okresie karmienia niemowląt.

Do czego doprowadza nieprzestrzeganie higieny osobistej u dziewcząt i chłopców? W przypadku nieprzestrzegania norm higienicznych u dziewcząt (kobiet) powstają procesy zapalne narządów płciowych. Jeżeli dochodzi do zapalenia, trzeba niezwłocznie zgłosić się do lekarza. Przy wcześnie rozpoczętym leczeniu choroba zazwyczaj znika bez śladu. Jeśli zwlekać z leczeniem, choroba przybiera charakter chroniczny i wyleczyć ją jest o wiele trudniej. Niewyleczone choroby narządów płciowych prowadzą do bezpłodności; wpływają na przebieg ciąży i porodu.

U chłopców w razie nieprzestrzegania higieny osobistej w wyniku dostania się drobnoustrojów chorobotwórczych do narządów płciowych, a także wskutek siedzącego, małoruchliwego trybu życia, spożywania alkoholu, ostrych pokarmów może dojść do zapalenia gruczołu krokowego – **prostatitis**.

Częstą przyczyną chorób narządów płciowych są **infekcje przekazywane drogą płciową (IPDP)**.

Co to są infekcje przekazywane drogą płciową? Dzisiaj naliczamy ponad 20 chorób przekazywanych drogą płciową. Chorują na nie i mężczyźni i kobiety. W odróżnieniu od innych chorób infekcyjnych na choroby przekazywane drogą płciową odporność nie powstaje i przy powtórny zakazaniu choroba znów się rozwija. Te choroby nie można wyleczyć samodzielnie. Bez pomocy medycznej człowiek będzie na nie chorował przez całe życie. Czynnikiem chorobotwórczymi schorzeń przekazywanych drogą płciową są wirusy, bakterie, grzyby i niektóre pierwotniaki, które trafiają do organizmu człowieka podczas stosunku płciowego. Niektóre schorzenia przekazywane drogą płciową, takie jak chłamydioza i opryszczka są przekazywane również przez przedmioty higieny osobistej – bieliznę, ręcznik itd. Najbardziej rozpowszechnionymi schorzeniami przekazywanymi drogą płciową są: kiła, rzeżączka i rzesistkowica (patrz tabelę 12).

Tabela 12

Schorzenia przekazywane drogą płciową

Schorzenie	Czynnik chorobotwórczy	Objawy	Skutki
Kiła	Krętek błądy	Pojawienie się niebolesnych wrzodów na zewnętrznych narządach płciowych, powiększenie się pachowych węzłów chłonnych	Porażenie wszystkich narządów, niszczenie przegródek nosowych, zniekształcenie twarzy, paraliż nóg, ciężkie cierpienia, śmierć
Rzeżączka	Dwoinka rzeżączki	Pojawienie się ropnych wydzielin, gorączka, ból przy oddawaniu moczu	Niszczenie gruczołów płciowych, niepłodność
Rzesistkowica	Rzesistek pochwy	Pojawienie się ropnych wydzielin, stan zapalny błony śluzowej narządów płciowych	Niszczenie gruczołów płciowych, niepłodność

Zadanie. Korzystając z różnych źródeł informacji, uzupełnij tabelę 12 przykładami chorób, które są przekazywane drogą płciową.



Ważną formą profilaktyki infekcji przekazywanych drogą płciową jest edukacja profilaktyczna, wczesna diagnostyka, moralna i prawna odpowiedzialność człowieka względem rodziny i otoczenia.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: jądra, pęcherzyki nasienne, gruczoł krokowy (prostata), jajniki, jajowody, macica, choroby przekazywane drogą płciową.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Człowiek rozmnaża się drogą płciową. Funkcję rozmnażania zapewnia układ rozrodczy, który tworzą narządy płciowe. Do układu rozrodczego człowieka należą męskie i żeńskie narządy płciowe.
- Nieprzestrzeganie higieny osobistej zewnętrznych narządów płciowych i przypadkowe stosunki płciowe są głównymi przyczynami, które prowadzą do chorób żeńskich i męskich narządów płciowych. Przeprowadzenie stosunków płciowych mogą doprowadzić do infekcji przekazywanej drogą płciową. Przestrzeganie zasad higieny narządów płciowych ma ogromne znaczenie dla zachowania ich pełnocennej funkcji fizjologicznej.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jak jest powiązana budowa męskich narządów płciowych z ich funkcjami? 2. Jak jest powiązana budowa żeńskich narządów płciowych z ich funkcjami?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż produkty męskich gruczołów płciowych: a) plemniki; b) komórki jajowe; c) hormon adrenalina; d) hormon progesteron.
2. Wskaż produkty żeńskich gruczołów płciowych: a) plemniki; b) komórki jajowe; c) hormon testosteron; d) hormon adrenalina.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH (ODDZIELNIE CHŁOPCY I DZIEWCZYNKI).

- I grupa. Znaczenie przestrzegania higieny osobistej u chłopców. II grupa. Znaczenie przestrzegania higieny osobistej u dziewcząt.



ZASTANÓW SIĘ. Dlaczego przestrzeganie higieny osobistej ma ważne znaczenie dla zachowania reprodukcji narządów płciowych?



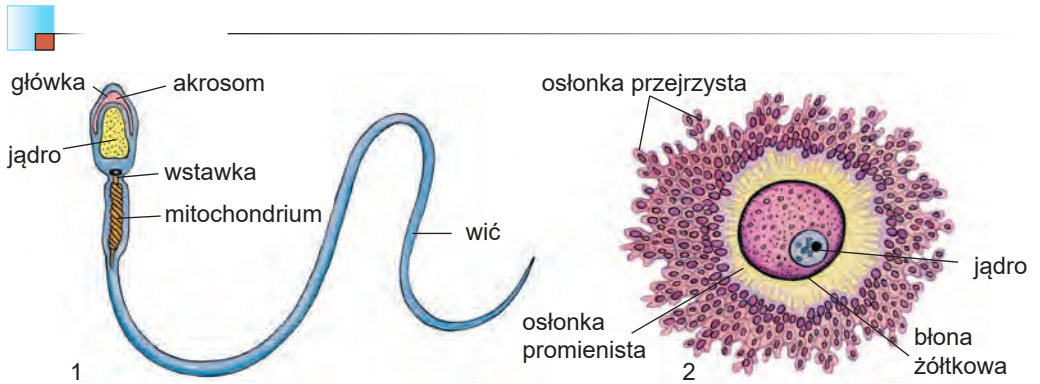
ZADANIE TWÓRCZE. Przyszykuj plakat na temat „Jak uchronić się przed infekcjami przekazywanymi drogą płciową”.

§ 60. KOMÓRKI PŁCIOWE. CYKL MENSTRUACYJNY. ZAPŁODNIENIE. CIAŻA

Przypomnij sobie, co to jest jądro komórki.

Komórki jajowe i plemniki rozwijają się z pierwotnych komórek płciowych. Pierwotne komórki płciowe męskie zaczynają powstawać z nadejściem dojrzałości płciowej. Proces dojrzewania plemników trwa ponad dwa miesiące. Codziennie u mężczyzny dojrzewa kilka milionów plemników. W odróżnieniu od mężczyzny, u kobiet pierwotne komórki płciowe powstają jeszcze w okresie zarodkowym i znajdują się w stanie „zawieszone” aż do nadejścia dojrzałości płciowej.

Jaka jest budowa męskich komórek płciowych? Męskie komórki płciowe – **plemniki** – to bardzo małe, ruchliwe gamety, które składają się z główki, wstawki i wici (ryc. 217, 1). **Główka** ma jądro otoczone cienką warstwą cytoplazmy i **akrosom**, zawierający fermenty trawienne, dzięki którym plemnik wnika w komórkę jajową. We **wstawce** rozmieszczona jest duża ilość mitochondrium, których energia zapewnia ruch **wici**, a znaczy i ruch plemnika do komórki jajowej.



Ryc. 217. Budowa plemnika (1) i komórki jajowej (2)

Dojrzwianie płciowe u chłopców zaczyna się w okresie od 11 i kończy się średnio do 18 roku życia. Z początkiem dojrzwiania płciowego u chłopców zaczyna się wytwarzać sperma. Jej mimowolny wytrysk podczas snu nazywa się **polucją**.

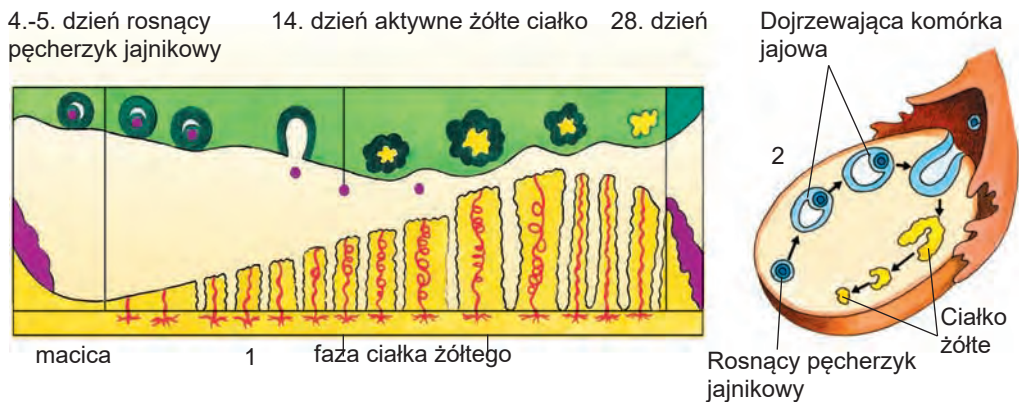
Jaka jest budowa żeńskich komórek płciowych? Żeńskie komórki płciowe – **komórki jajowe** w odróżnieniu od plemników są nieruchome, znacznie większe pod względem wymiarów (około 0,1 mm), okrągłe (ryc. 217, 2). Cytoplazma komórki jajowej zawiera dużo substancji odżywczych w postaci wtrąceń żółtkowych, równomiernie rozmieszczonych w komórce. Z zewnątrz komórka otoczona jest osłonkami. One pełnią funkcję odżywiania i ochrony.

Dojrzwianie płciowe dziewcząt odbywa się od 9 do 16 lat. Około 10–12 roku życia u dziewcząt występuje pierwsza **miesiączka** – oznaka dojrzwiania komórki jajowej w pęcherzykach jajników.

Co to jest cykl menstruacyjny? Cykl menstruacyjny – to proces fizjologiczny w organizmie kobiety, podczas którego zachodzą regularne cykliczne zmiany układu płciowego, kontrolowane przez hormony płciowe. Trwałość menstruacyjnego cyklu w normie stanowi 21–36 dni (najbardziej rozpowszechniony cykl – 28 dni). Można go podzielić na trzy fazy: menstruacyjna, pomenstruacyjna i przedmenstruacyjna (ryc. 218, 1).

W **menstruacyjnej fazie** (1. – 5. dzień menstruacji) zachodzi łuszczenie się błony śluzowej macicy, któremu towarzyszy pęknięcie niektórych naczyń krwionośnych.

W **pomenstruacyjnej fazie** (6.–14. dzień) przysadka mózgowa wydziela hormon, który pobudza tworzenie się nowego pęcherzyka jajnikowego. Ten pęcherzyk jajnikowy zaczyna produkować specjalny hormon, który stymuluje rozwój w nim komórki ja-



Ryc. 218. 1. Cykl menstrualny. 2. Powstanie ciała żółtego



jowej i odnowienie funkcjonalnej warstwy błony śluzowej macicy, która staje się grubsza i osiąga grubość około 1 mm.

Na 14 dzień zachodzi **owulacja** (z łac. ovum – jajko), wskutek czego dojrzała komórka jajowa rozrywa błonę pęcherzyka *jajnikowego* i uwalnia się z jajnika, wędruje jajowodem, gdzie kończy się jej dojrzewanie; macica staje się zdolna do przyjęcia zapłodnionej komórki jajowej.

W **przedmenstruacyjnej fazie** (od 15. po 28. dzień) w miejscu zniszczonego pęcherzyka jajnikowego powstaje **ciałko żółte** (tkanka łączna tłuszczowa żółtego koloru) (ryc. 218, 2). Ono wykonuje rolę tymczasowego gruczołu dokrewnego, produkując hormon *progesteron*, który wstrzymuje dojrzewanie następnego pęcherzyka jajnikowego i przygotowuje błonę śluzową macicy do przyjęcia zarodka. Jeśli nie doszło do zapłodnienia komórki jajowej, ciałko żółte zanika, poziom odpowiednich hormonów spada, błony śluzowa macicy złuszcza się i zaczyna się menstruacja. Cykl znowu się powtarza.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: plemniki, komórki jajowe, polucja, miesiączka, cykl menstruacyjny, owulacja.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

• Komórki płciowe (plemniki i komórki jajowe) są bardzo uczulone na wpływ środowiska zewnętrznego. Dlatego młody organizm powinien unikać nikotyny, substancji narkotycznych, alkoholu i szkodliwych wpływów fizycznych (promieniowania jonizującego, elektromagnetycznego itd.). One mogą spowodować zakłócenie funkcjonalnej (rozrodczej) zdolności tych komórek.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jaka jest budowa męskich komórek płciowych? 2. Jaka jest budowa żeńskich komórek płciowych? 3. Co to jest cykl menstruacyjny?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wybierz dzień cyklu menstruacyjnego, w którym zachodzi owulacja: a) 1.; b) 5.; c) 7.; d) 14.
2. Wskaż, co tworzy się w miejscu zrujnowanego pęcherzyka jajnikowego: a) komórka jajowa; b) ciałko żółte; c) hormon estrogen; d) hormon progesteron.
3. Wskaż rolę ciała żółtego: a) wydziela hormon, który wstrzymuje dojrzewanie następnego pęcherzyka jajnikowego; b) sprzyja rozwarstwianiu błony śluzowej macicy; c) sprzyja dojrzewaniu komórki jajowej.



ZASTANÓW SIĘ. Jak budowa męskiego układu płciowego wywiera wpływ na proces zapłodnienia?



ZADANIE TWÓRCZE. Porównaj komórki płciowe męskie i żeńskie ze względu na powiązanie budowy z pełnionymi funkcjami.

§ 61. ZAPŁODNIENIE. ZARODKOWY OKRES ROZWOJU CZŁOWIEKA. ŁOŻYSKO, JEGO FUNKCJE

Przypomnij sobie, co to jest zapłodnienie.

Ontogeneza (od gr. *ontos* – istniejące i *genezys* – pochodzenie) – to rozwój osobniczy organizmu z momentu jego powstania do naturalnej śmierci. Wyróżniamy dwa okresy ontogenezy: **embrionalny (zarodkowy)** i **postembrionalny (poza-**



rodkowy). Zarodkowy okres ogarnia przekształcenie zygoty na zarodek i rozwój zarodka i płodu do momentu urodzenia dziecka. **Pozarodkowy okres** zaczyna się po jego urodzeniu.

Jak się odbywa proces zapłodnienia? Wiesz już, że początkowym etapem rozwoju osobniczego organizmu (ontogenezy) jest **zapłodnienie** – proces zlewania się jąder męskiej i żeńskiej komórek płciowych.

Plemniki, trafiwszy do pochwy kobiety, przesuwiają się do szyjki macicy. Mniej więcej po 30 min. one trafiają do jamy macicy, a po 1,5 godz. – do jajowodu, gdzie spotykają się z komórką jajową. Plemnik niszczy osłonki komórki jajowej za pomocą specjalnej substancji produkowanej przez akrosom. Kiedy główka plemnika trafia do środka komórki jajowej, jej błona staje się nieprzenikalna dla innych plemników.

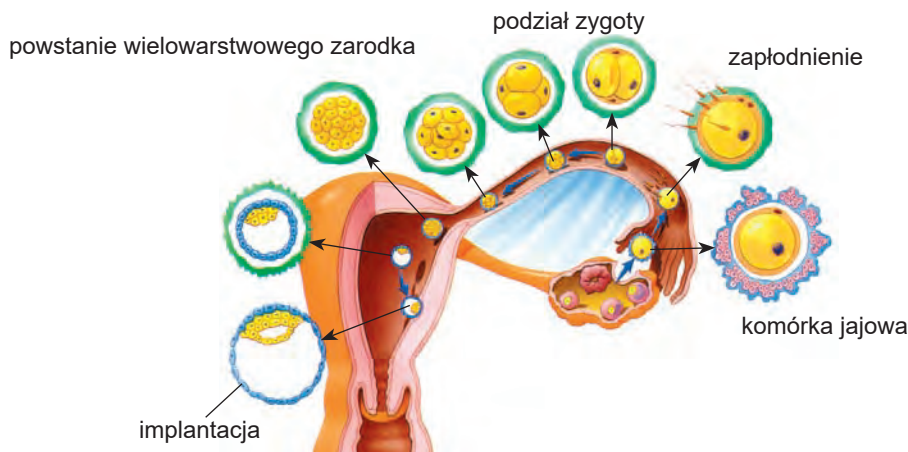
Jądra obydwu komórek płciowych (plemnika i komórki jajowej) zlewają się w jedno, tworząc zapłodnioną komórkę jajową – **zygotę**. Tak nastaje ciąża, która trwa w granicach dziewięciu miesięcy.

Ciąża – to fizjologiczny stan organizmu kobiety, powiązany z zapłodnieniem komórki jajowej i rozwojem zarodka i płodu. W czasie ciąży zachodzi wzmożone wydzielanie się hormonów jajników, a potem łożyska, zwiększają się rozmiary macicy. Jej podstawowe cechy: brak miesiączki; zwiększenie gruczołów mlekowych; senność; możliwe tymczasowe zawroty głowy i nudności.

Jak powstaje zarodek i płód? Zapłodniona komórka jajowa porusza się w jajowodzie i jednocześnie dzieli się, przekształcając się w wielokomórkowy zarodek (ryc. 219). Po czterech – pięciu dniach po zapłodnieniu zarodek dostaje się do jamy macicy. Na 7. dzień po zapłodnieniu on zanurza się w jej błonę śluzową i zagnieżdża się w niej. Ten proces nazywa się **implantacją** (łac. *im* – przedrostek oznaczający wniknięcie w coś, *plantatio* – przesadzenie).

Okres od momentu implantacji do utworzenia się łożyska (koniec drugiego miesiąca) nazywa się **okresem zarodkowym** wewnątrzmacicznego rozwoju, a organizm nazywa się **zarodkiem**, lub **embrionem**.

W końcu drugiego miesiąca wewnątrzmacicznego rozwoju powstaje **łożysko** albo **placenta** (z łac. *placenta* – placek) (ryc. 220), – narząd, który ma kształt dys-



Ryc. 219. Rozwój organizmu człowieka po zapłodnieniu

ku, mocno przytwierdzonego do błony śluzowej macicy i łączącego płód z organizmem matki. Od momentu utworzenia się łożyska organizm nazywamy **plodem**.

Łożysko, pełniąc funkcję gruczołu dokrewnego, zaczyna produkować specjalny hormon – *progesteron*, który sprzyja normalnemu przebiegowi ciąży. Ono też chroni płód przed ujemnym wpływem szeregu czynników środowiska zewnętrznego, tworząc tak zwaną *barierę łożyskową*. Krew matki nie miesza się z krwią płodu, w łożysku przez ściany ich naczyń krwionośnych zachodzi wymiana substancjami odżywczymi.

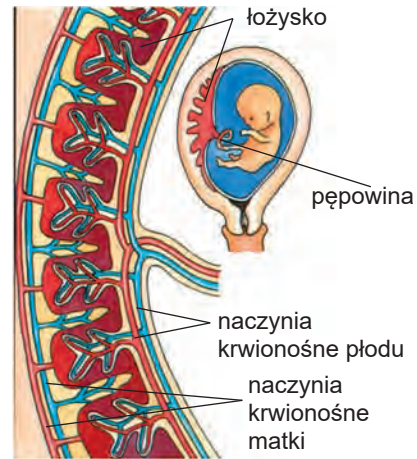
Płód otacza owodnia i wody płodowe. Owodnia – to błona otaczająca w postaci worka płód i pełniąca funkcję ochronną. Wody płodowe wypełniają przestrzeń między płodem i ścianą owodni i zapewniają ochronę mechaniczną, ruch i rozwój płodu.

Płód z organizmem matki łączy narząd w postaci sznura – **pępowina**. Dzięki niej płód otrzymuje z krwi matki substancje odżywcze (odżywianie płodu) i przeciwciała (funkcja ochronna), zachodzi wymiana gazowa między organizmem matki i płodu (oddychanie płodu, uwalnianie się od dwutlenku węgla) i wydalanie zbędnych produktów przemiany materii.

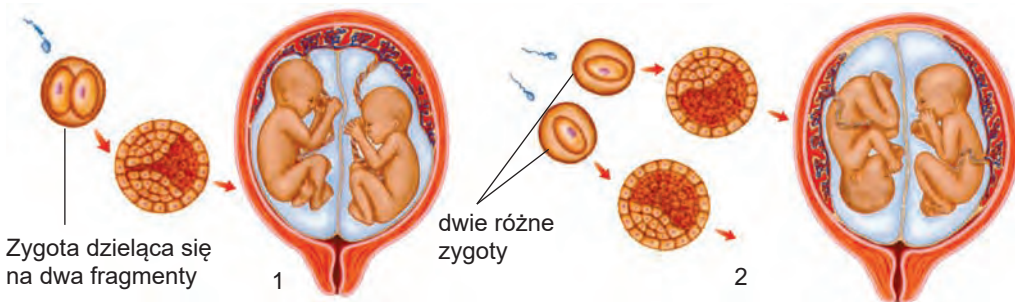
Okres płodowy zaczyna się od początku trzeciego miesiąca i trwa do momentu urodzenia się dziecka (porodu). **Poród** – to złożony proces fizjologiczny, któremu towarzyszy urodzenie się dziecka i zakończenie się ciąży.

Zwykle kobieta ciężarna rodzi jedno dziecko. Lecz są wypadki jednoczesnego urodzenia dwojga, trzech i więcej dzieci (bliźniąt). One mogą być jednojajowe i różnojajowe. **Jednojajowe bliźnięta** rozwijają się z jednej zygoty, która na pewnych etapach rozwoju zarodka podzieliła się na dwa (czasem więcej) fragmenty (*ryc. 221, 1*). One są zawsze tej samej płci i bardzo podobne do siebie.

Różnojajowe bliźnięta rozwijają się z dwóch lub kilku zygot, które powstały w przypadku zapłodnienia kilku komórek jajowych. One mogą być tej samej lub różnej płci; podobne do siebie nie bardziej, niż zwykle rodzeństwo (*ryc. 221, 2*).



Ryc. 220. Budowa łożyska



Ryc. 221. Jednojajowe (1) i różnojajowe (2) bliźnięta



Rozwój dziecka w organizmie matki całkowicie zależy od zdrowia matki. Dlatego podczas ciąży kobieta powinna: prawidłowo odżywiać się, spożywać kaloryczny i lekkostrawny pokarm, często przebywać na świeżym powietrzu, dbać o higienę ciała, nosić wygodne ubranie, być spokojna, chronić się przed infekcjami, całkowicie odmówić się od nałogów.

Używanie alkoholu i narkotyków w okresie ciąży może doprowadzić do urodzenia się fizycznie i rozumowo niepełnosprawnych dzieci. Palenie jest szczególnie niedopuszczalne podczas ciąży i karmienia dziecka piersią.

✿ **Podstawowe terminy i pojęcia: ontogeneza, zapłodnienie, ciąża, zygota, embrion, płód, łożysko, poród.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Proces zapłodnienia polega na zlianiu się jąder męskiej i żeńskiej komórek płciowych i połączeniu ich informacji genetycznej.
- W okresie wewnątrzmacicznego rozwoju z jednej komórki wskutek jej kolejnego wielorazowego podziału tworzą się inne komórki. One rosną, dzielą się pod względem budowy i funkcji, w wyniku czego powstaje unikalny organizm.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Jak zachodzi zapłodnienie u człowieka? 2. Jak rozwija się zarodek? 3. Co to jest łożysko? Jaka jest jego rola w rozwoju płodu? 4. Jak zachodzi wymiana gazowa między organizmem matki i płodu?

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

Wskaż, co u człowieka nazywamy płodem: a) komórkę jajową przed zapłodnieniem; b) komórkę jajową po zapłodnieniu; c) zapłodnioną komórkę jajową, która zaczęła się dzielić; d) zarodek od początku powstania łożyska.



PRZEDYSKUTUJ W GRUPACH. Wyjaśnij osobliwości zarodkowego i płodowego okresów rozwoju człowieka.



ZASTANÓW SIĘ. Czym okres zarodkowy różni się od płodowego?



ZADANIE TWÓRCZE. Porównaj rozwój jednojajowych i różnojajowych bliźniąt. Podaj odpowiedź w postaci tabeli.

§ 62. POSTEMBRIONALNY ROZWÓJ CZŁOWIEKA

Przypomnij sobie z lekcji podstaw zdrowia, co to jest dojrzewanie płciowe i w jakim okresie rozwoju człowieka ono zachodzi. Co to jest wzrost i rozwój?

W ciągu życia w organizmie człowieka bez przerwy zachodzą procesy wzrostu i rozwoju. W różnych okresach życia intensywność tych procesów nie jest jednakowa, co warunkuje specyficzne anatomiczne, fizjologiczne i psychiczne osobliwości, które nazywamy osobliwościami **wiekowymi**.

Wiek chronologiczny – to okres (w latach, miesiącach, dniach), przeżyty od narodzin do określonego momentu odliczanego. **Wiek biologiczny** – to całokształt



Ryc. 222. Rozwój wygięć kręgosłupa

anatomicznych, fizjologicznych osobliwości organizmu odpowiadających normom wiekowym dla określonej wspólnoty ludzi. On zależy od indywidualnego tempu wzrostu, rozwoju i starzenia się organizmu. Różnica między chronologicznym i biologicznym wiekiem na etapie dojrzewania może wynosić pięć lat, a na etapie starzenia się – do 20 lat.

Odpowiednio do wiekowych osobliwości rozwoju organizmu cały cykl życiowy człowieka dzielimy na okresy.

Okres noworodkowy – pierwsze dziesięć dni. **Niemowlęcemu okresowi** – 10 dni – 1 rok – towarzyszy aktywny wzrost i zwiększenie masy ciała. W tym okresie wzrost dziecka zwiększa się w przybliżeniu półtora-dwa razy. W wieku sześciu miesięcy u dziecka zaczynają wyrzynać się zęby mleczne. Znaczne zmiany zachodzą w szkieletcie dziecka. U noworodka jeszcze nie ma typowych dla dorosłego człowieka wygięć kręgosłupa. One zaczynają kształtować się wraz z rozwojem układu mięśniowego (ryc. 222).

Wczesne dzieciństwo – 1–3 lata. W tym okresie tempo wzrostu spowalnia się, ale w drugim roku pozostaje jeszcze wysokie (10–11 cm w ciągu roku), w trzecim roku – 8 cm. W wieku dwóch lat kończy się wyrzynanie zębów. W tym okresie dzieci intensywnie się rozwijają, szczególnie szybko rozwija się mowa, a wraz z nią również myślenie (ryc. 223).



Ryc. 223. W okresie wczesnego dzieciństwa powstaje pragnienie chodzenia; chęć zabawy

Pierwsze dzieciństwo – 4–7 lat. W tym okresie dzieci w ciągu roku wyrastają o 5–7 cm. W wieku 5–6 lat pojawiają się pierwsze stałe zęby. W tym okresie rozwoju dzieci odbierają dużo informacji o otaczającym świecie i aktywnie rozwijają się, bardziej dokładnie rozróżniają przedmioty i ich właściwości, zaczynają uczyć się czytania, pisania, matematyki itp. (ryc. 224).

Drugie dzieciństwo, lub **młodszy okres szkolny** – 8–12 lat – charakteryzuje się spowolnieniem tempa wzrostu. Dziecko podrasta za rok o 4–5 cm. W procesie uczenia się spostrzegamy rozwój umysłowych zdolności uczniów (ryc. 225).



Ryc. 224. U dzieci powstaje chęć do nauki, rozglądania czegoś, naśladowania niektórych zawodów

Okres podlotkowy (chłopcy 13–16 lat, dziewczyny – 12–15 lat) przypada na okres dojrzewania płciowego. W tym okresie (od 11–12 lat u dziewczynek i od 13–14 lat u chłopców) zauważamy skok wzrostu (7–8 cm w ciągu roku); zwiększenie masy ciała; głęboka przebudowa organizmu związana z początkiem wewnątrzwydzielniczej funkcji gruczołów płciowych.

Dojrzewanie płciowe u chłopców zaczyna się od 11. i trwa średnio do 18. roku życia. Zjawia się zarost pod pachami i na twarzy, prędko rośnie szkielet (w ciągu roku wzrost nastolatka może zwiększać się prawie o 10 cm) i mięśnie. Ramiona rozszerzają się, a pas miednicowy pozostaje wąski. To nadaje sylwetce chłopca męskiej postawy. Zwiększa się i zmienia chrząstka krtani, zachodzą zmiany głosu nazywane **mutacją**. W tym okresie nie należy nadwierać strun głosowych (krzyczeć, głośno rozmawiać).

Pod wpływem hormonu płciowego zwiększa się wydzielanie gruczołów łojowych, szczególnie na twarzy i plecach. Jeśli nie przestrzegać higieny osobistej, one mogą ulec procesowi zapalnemu, tworząc trądzik, który zazwyczaj zanika do 21–23 lat.

Dojrzewanie płciowe u dziewczyn odbywa się od 9 do 16 lat. W tym okresie zaczynają produkować się hormony płciowe. W tym wieku kształtuje się wiele cech charakteru, charakterystycznych dla konkretnej osobowości, wypracowuje się umiejętność kontrolowania własnego zachowania, zdolność kierowania sobą, swoimi uczynkami i nastrojem. Pod wpływem autorytetu dorosłych i otaczającego środowiska kształtuje się charakter, moralne wartości człowieka, jego dążenie do celu. Nastolatki dążą do wyrażania samego siebie.



Ryc. 225. A – lekcja techniki dla dziewcząt, B – lekcja techniki dla chłopców



Okres młodzieńczy (chłopcy – 17–21 lat, dziewczęta – 16–20 lat). W tym wieku wzrost i rozwój organizmu przeważnie kończy się, wszystkie układy organizmu praktycznie osiągają swoją dojrzałość.

Dojrzały okres nastaje w wieku 21 lat. **Pierwszy okres dojrzałego wieku** do 35 lat. Jest to najproduktywniejszy okres w życiu człowieka, pora, kiedy rozwijają się jego zdolności, możliwość ich zastosowania w określonej dziedzinie działalności. W tym okresie człowiek przeważnie zakłada rodzinę, rodzi i wychowuje dzieci.

Drugi okres dojrzałego wieku – od 36 do 60 lat u mężczyzn i do 55 lat u kobiet. W tym okresie swego życia człowiek stara zrealizować się w wybranym zawodzie, rodzinie.

Pochyły wiek zaczyna się od 61 roku życia u mężczyzn i od 56 roku u kobiet. Wielu ludzi w tym wieku zachowuje dostatecznie wysoką zawodową zdolność do pracy. **Starczy okres** u mężczyzn i kobiet zaczyna się w wieku 75 lat. W tym wieku wielu ludzi ma jeszcze jasny umysł i są zdolni do pracy twórczej. **Długowieczni** – to ludzie w wieku 100 i więcej lat. Jest ich na Ziemi stosunkowo niewiele.

Starzenie się – to ogólnobiologiczna zasada charakterystyczna dla wszystkich organizmów żywych. Nauka, która bada problemy starzenia się człowieka, wyjaśnia jego podstawowe zasady – od cząsteczkowego i komórkowego poziomów do organizmu w całości, nazywa się **gerontologią** (z gr. geron – starzec). Podstawowe zadanie gerontologii – osiągnąć tego, by trwałość życia człowieka odpowiadała jego wrodzonym możliwościom jako gatunku biologicznego.

Jeżeli wiek biologiczny znacznie wyprzedza chronologiczny, to świadczy o przedwczesnym starzeniu się. Na wiek biologiczny wywierają wpływ też warunki społeczno-ekonomiczne.

❁ **Podstawowe terminy i pojęcia: wiek biologiczny, wzrost, rozwój, okres niemowlęcy, okres przedszkolny, okres szkolny, okres dojrzały, pochyły wiek, okres starczy, starzenie się, gerontologia.**



UOGÓLNIENIE WIEDZY

- Każdy człowiek ma swój chronologiczny i biologiczny wiek, który zależy od wielu czynników wewnętrznych i zewnętrznych.
- Osobniczy rozwój człowieka ma umownie wyznaczoną periodyzację, która charakteryzuje się właściwymi dla każdego okresu cechami. Wszystkie okresy wiekowe są ważne dla rozwoju i становienia osobowości.



SPRAWDŹ I WYKORZYSTAJ ZDOBYTĄ WIEDZĘ

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest chronologiczny i biologiczny wiek człowieka? 2. Jakie wyróżniamy wiekowe okresy w życiu człowieka? 3. Co to jest wzrost i rozwój? 4. Na czym polegają osobliwości każdego okresu wiekowego?



ZADANIE TWÓRCZE. Porównaj rozwój swoich zainteresowań w różnych okresach życia szkolnego.

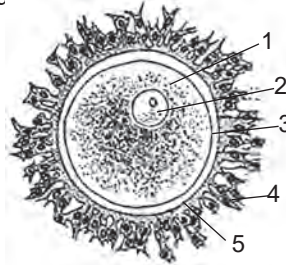


SAMOKONTROLA WIEDZY Z TEMATU

Wybierz jedną poprawną odpowiedź

1. Wskaż narząd, w którym zachodzi proces powstawania plemników: a) prącie, b) moszna; c) jądro; d) gruczoł krokowy.
2. Wskaż okres wiekowy, w którym odbywa się intensywne dojrzewanie płciowe: a) młodszy szkolny; b) średni szkolny; c) starszy szkolny; d) okres dojrzwały.
3. Wskaż narząd, przy którego pomocy płód jest związany z organizmem matki: a) łożysko; b) jajnik; c) macica; d) jajowód.
4. Wybierz narząd pełniący funkcję męskiego gruczołu płciowego: a) jajnik; b) jądro; c) pęcherzyk nasienny; d) gruczoł krokowy.
5. Wskaż narząd, w którym zachodzi zapłodnienie komórki jajowej: a) macica; b) jajowód; c) jajnik; d) pochwa.
6. Wskaż schorzenie, do którego mogą doprowadzić procesy zapalne gruczołu krokowego: a) rzeżączka; b) kiła, c) prostatitis; d) AIDS.
7. Ustal odpowiedniość między nazwami części składowych komórki jajowej i cyframi, którymi one są zaznaczone na rysunku.

- A Osłonka promienista
- B Cytoplazma
- C Jądro
- D Błona żółtkowa



8. Podaj charakterystykę osobliwości okresu nastoletkowego. Dlaczego właśnie nastolatki najbardziej podpadają pod wpływ zachowania innych ludzi, w tym i ujemny?
9. Podaj prognozę swej drogi życiowej.



UOGÓLNIENIE

Organizm człowieka jako jednolity samoregulujący się układ człowieka. Współdziałanie układów

W ciągu tego roku szkolnego poznawałeś budowę i cechy funkcjonowania organizmu człowieka. Przekonałeś się, że ma on skomplikowaną budowę: miliardy komórek różnego rodzaju, które są połączone w tkanki kształtujące różnorodne narządy.

Narządy, które wykonują wspólne funkcje, wchodzi w skład określonego układu fizjologicznego. Skóra tworzy pokrywą naszego organizmu. Jej podstawowa funkcja – to ochrona wewnętrznego środowiska naszego ciała przed niesprzyjającymi wpływami zewnętrznymi.

Układ narządów ruchu człowieka składa się ze szkieleta wewnętrznego i mięśni szkieletowych, które pracują jako jedna całość. Szkielet pełni podporową, ochronną i krwiotwórczą funkcję. Skurcze mięśni szkieletowych warunkują ruchy całego ciała i jego części. Przemiana substancji w organizmie człowieka zaczyna się z układu trawiennego, który zapewnia normalne funkcjonowanie naszego organizmu. Dzięki układowi trawiennemu nasz organizm otrzymuje substancje odżywcze, które są wykorzystywane jako materiał budulcowy i są źródłem energii niezbędnej do zapewnienia normalnego funkcjonowania wszystkich układów narządów.

Narządy układu oddechowego zapewniają procesy wymiany gazowej. Nadchodzenie tlenu do organizmu warunkuje utlenianie różnego rodzaju związków organicznych (węglowodanów, białek, tłuszczów) i uwolnienie energii, która gromadzi się w tych związkach. Dzięki temu są zaspokajane potrzeby energetyczne naszego organizmu. Oprócz tego z wydychanym powietrzem wyprowadzane są niektóre zbędne dla naszego organizmu związki (na przykład dwutlenek węgla). Narządy układu oddechowego wspólnie ze skórą i innymi narządami biorą udział w procesach termoregulacji, dzięki której jest podtrzymywana stała temperatura naszego ciała.

Ważną funkcję układu transportowego naszego organizmu pełni układ krwionośny i limfatyczny. Układ krwionośny człowieka jest układem zamkniętym. On składa się z głównego narządu pulsującego (serca) i naczyń. Krew i limfa zapewniają transportowanie przez nasz organizm substancji odżywczych, gazów, końcowych produktów metabolizmu, biologicznie aktywnych substancji, które regulują czynność wszystkich narządów i układów narządów. Krew i limfa odgrywają ważną rolę w reakcjach obronnych naszego organizmu. Pełnią je zarówno określone rodzaje elementów morfotycznych (leukocyty, trombocyty), jak i białka ochronne (przeciwciała i interferony). Różne grupy leukocytów biorą udział w odporności komórkowej, a białka ochronne – w humoralnej.

Końcowe produkty przemiany substancji (metabolizmu), które są już zbędne lub nawet szkodliwe dla naszego organizmu, są wyprowadzane z niego dzięki narządom układu wydalniczego (to są parzyste nerki i moczowody oraz nieparzyste – pęcherz moczowy i cewka moczowa).

Ucząc się biologii w tym roku szkolnym, przekonałeś się, jak ściśle organizm człowieka jest związany z otaczającym środowiskiem i jak wszystkie procesy fizjologiczne w nim są wzajemnie powiązane.



Uzgodniona czynność narządów różnych układów skierowana jest na zapewnienie podstawowego warunku normalnego istnienia dowolnego organizmu – podtrzymania odnośnie stałego jego środowiska wewnętrznego (homeostazy). Zapewniają ją układy regulujące – nerwowy, dokrewny odpornościowy. *Regulację nerwową* funkcji życiowych zapewnia układ nerwowy. Somatyczny układ nerwowy kieruje ruchami mięśni szkieletowych i inervekuje narządy czucia, dzięki czemu zapewniany jest związek naszego organizmu z środowiskiem zewnętrznym i odbierane są sygnały od narządów wewnętrznych. Wegetatywny (autonomiczny) układ nerwowy kieruje czynnością narządów wewnętrznych, jego czynność odbywa się bez woli człowieka. Dzięki temu nasz organizm funkcjonuje normalnie nawet wtedy, kiedy my śpimy lub jesteśmy nieprzytomni.

Czynność układu nerwowego ma charakter odruchowy. Odruchy dzielimy na bezwarunkowe i warunkowe. Odruchy bezwarunkowe są wrodzone, one są stosunkowo stałe, podobne u wszystkich osobników. Natomiast kształtowanie się odruchów warunkowych zachodzi wskutek uczenia się, one są indywidualne, powstają w ciągu całego życia i zapewniają przystosowanie się do różnorodnych zmian w otaczającym środowisku.

Regulację humoralną czynności organizmu człowieka zapewniają substancje biologicznie aktywne, przede wszystkim hormony i neurohormony. Hormony są produkowane przez gruczoły dokrewne, które wchodzi w skład układu dokrewnego (przysadka, tarczyca, trzustka, nadnercza, gruczoły płciowe itd.). Wyspecjalizowane komórki układu nerwowego produkują neurohormony, których działanie jest podobne do działania hormonów. Hormony działają powolniej w porównaniu z impulsami nerwowymi, ale ich działanie jest trwalsze. Współdziałanie między układem nerwowym a dokrewnym odbywa się na poziomie struktury międzymózgowia (podwzgórze) i głównego gruczołu dokrewnego – przysadki. Takie współdziałanie tych układów zapewnia doskonałą regulację neurohumoralną wszystkich układów narządów organizmu człowieka.

Podwzgórze i przysadka tworzą jednolity układ podwzgórzowo – przysadkowy, który działa na zasadzie bezpośredniego i zwrotnego związku.

Niektóre gruczoły dokrewne nie zależą od przysadki. To są: trzustka (produkuje hormony insulinę i glukagon), rdzeń nadnerczy (adrenalinę i noradrenalinę), gruczoły przytarczyczne, grasicca, szyszynka. W szyszynce produkowane są substancje hormonopodobne, które stymulują dojrzewanie osobliwego typu limfocytów, zachodzi związek między mechanizmami dokrewnymi a odpornościowymi.

Odpornościowe mechanizmy homeostazy zapewniają zachowanie indywidualności biologicznej. W skład układu odpornościowego wchodzi grasicca, węzły chłonne, śledziona, szpik kostny. W szpiku kostnym znajdują się komórki macierzyste. Te komórki dają początek komórkom innych rodzajów, między innymi morfotwórczym elementom krwi.

Narządy układu płciowego zapewniają procesy rozmnażania – odtwarzania sobie podobnych. Właśnie dzięki temu na naszej planecie istnieje ludzkość. Wiesz już, że rodzaj człowiek jest istotą biospołeczną. On nie może istnieć poza społeczeństwem. Przy pomocy mowy człowiek przekazuje informację, zdolna jest do jej gromadzenia i myślenia za pomocą pojęć abstrakcyjnych. A więc człowieka charakteryzuje doskonała wyższa czynność nerwowa, co zapewnia doskonałe przystosowania do zmiennych warunków istnienia.



Człowiek jest częścią otaczającego środowiska naturalnego . Pragnąc bezmyślnie go zmieniać, człowiek może zadać szkody samemu sobie. Jedyna droga normalnego istnienia ludzkości – to życie w harmonii z prawami przyrody, racjonalnie wykorzystując jej zasoby, chroniąc tę gatunkową różnorodność organizmów, która zasiedla naszą planetę.

Oprócz zachowania i polepszenia stanu otaczającego środowiska naturalnego człowiek ma do spełnienia nie mniej ważne zadanie – zachowanie własnego zdrowia. Opanowując w tym roku szkolnym wiedzę z zakresu biologii, na pewno zrozumiałeś, że zdrowie jest największym skarbem. Zdrowy człowiek czuje się komfortowo, cechuje go wysoka zdolność do pracy, zdolność do rozwiązywania skomplikowanych zadań. Dlatego należy zawsze dbać o swoje zdrowie: uprawiać sport, więcej przebywać na łonie przyrody, unikać obciążeń organizmu i szkodliwych nawyków (palenia papierosów, używania napojów alkoholowych i narkotyków). Ćwiczenia fizyczne są szczególnie ważne w okresie kształtowania się naszego organizmu. Właśnie wiedza o budowie i funkcjonowaniu naszego organizmu pozwoli Ci zachować zdrowie.

Witaminy: dzienne zapotrzebowanie, źródło nadchodzenia, działanie fizjologiczne i objawy hipowitaminozy lub awitaminozy

Witaminy	Dzienne zapotrzebowanie mg	Podstawowe źródło	Działanie fizjologiczne	Oznaki hipo – oraz awitaminozy
<i>Witaminy rozpuszczalne w wodzie</i>				
B ₁ (Tiamina)	1,5–3	Żytni chleb, płatki owsiane, wątroba, żółtko jaj	Udział w przemianie białek, tłuszczów i węglowodanów	Choroba „beri beri”, która powoduje utratę apetytu, zmęczenie, nadpobudliwość, zaburzenia czynności układu nerwowego
B ₂ (Ryboflawina)	2–4	ryby, wątrołka, mleko, kasza gryczana	Niezbędna do syntezy fermentów	Zaburzenia czynności układu nerwowego, uszkodzenie skóry, śluzówki jamy ustnej, rogówki oczu
B ₆ (Pirydoksyna) syntezuje się mikroflorą żołądka	1,5–3	zboża, wątrołka, ryby	Udział w przemianie białek, tłuszczów, produkcji krwinek czerwonych	Choroby skóry-dermatyty
B ₁₅ (kwas pangamowy)	200–300	świeże owoce i warzywa	Wzmocnienie pobieranie tlenu przez komórki	Zaburzenia sercowo – naczyniowe
Witamina C (kwas askorbinowy)	50–100	Czarna porzeczka, cytryna, jagody dzikiej róży	Niezbędna dla syntezy białek, tworzenia się organicznej substancji kości, wzmacnia odporność	Awitaminoza prowadzi do zachorowań na szkorbut, któremu towarzyszy krwawienie dziąseł, niedobór – zmniejsza odporność na infekcje
<i>Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach</i>				
Witamina A (Retinol, witamina wzrostu)	1,5–2	Marchew, szpinak, czerwona papryka, morele, jaja	Wpływa na wzrost i rozwój organizmu	Hamuje wzrost i rozwój organizmu, osłabia odporność na infekcje, zaburzenia wzroku
D (Kalciferol) Syntezuje się w skórze pod wpływem promieni ultrafioletowych	0,02–0,05	Tran, jaja, wątrołka ryb, kawior	Bierze udział w regulacji przemiany substancji	Prowadzi do demineralizacji kości i zaburzeń procesów skostnienia, utraty sprężystości mięśni. Awitaminoza prowadzi do rozwoju krzywiczy
E (Tokoferol)	10–12	Oleje roślinne: słonecznikowy, kukurydziany i in., zieleń	Wpływa na układ reprodukcyjny	Jest przyczyną bezpłodności
K (Filochinon) syntezuje się mikroorganizmami żołądka	0,2–0,3	Szpinak, kapusta, pomidory, wątrołka	Wpływa na krzepliwość krwi	Zaburzenia krzepliwości krwi, silne krwotoki

SPIS TREŚCI

Drodzy ośmioklasiści!	3
<i>Wstęp</i>	
§ 1. ORGANIZM CZŁOWIEKA JAKO OSOBLIWY UKŁAD BIOLOGICZNY	4
§ 2. RÓŻNORODNOŚĆ KOMÓREK I TKANEK ORGANIZMU CZŁOWIEKA	7
§ 3. NARZĄDY. UKŁADY FIZJOLOGICZNE I FUNKCJONALNE ORGANIZMU CZŁOWIEKA	14
§ 4. ZNACZENIE WIEDZY O CZŁOWIEKU DLA OCHRONY JEGO ZDROWIA	20
<i>Temat 1. PRZEMIANA SUBSTANCJI I PRZEKSZTAŁCENIE ENERGII W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA</i>	
§ 5. PRZEMIANA MATERII I PRZEKSZTAŁCENIE ENERGII W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA – PODSTAWĄ JEGO NORMALNEGO FUNKCJONOWANIA	26
§ 6. POKARM I JEGO SKŁADNIKI. SKŁAD PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH. ZNACZENIE SKŁADNIKÓW PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH	30
§ 7. POTRZEBY POKARMOWE I ENERGETYCZNE CZŁOWIEKA. ZNACZENIE RACJONALNEGO ODŻYWI- ANIA DLA ZACHOWANIA ZDROWIA.	34
<i>Temat 2. TRAWIENIE</i>	
§ 8. BUDOWA I FUNKCJE UKŁADU TRAWIENNEGO CZŁOWIEKA	40
§ 9. PROCESY TRAWIENIA W JAMIE USTNEJ I ŻOŁĄDKU	44
§ 10. PROCESY TRAWIENIA W JELITACH. USUWANIE Z ORGANIZMU NIESTRAWIONYCH RESZTEK POKARMU	49
§ 11. REGULACJA PROCESÓW TRAWIENIA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA	54
§ 12. ZABURZENIA POKARMOWE. PROFILAKTYKA SCHORZEŃ UKŁADU TRAWIENNEGO	58
<i>Temat 3. ODDYCHANIE</i>	
§ 13. ZNACZENIE ODDYCHANIA DLA ISTNIENIA ORGANIZMU. UKŁAD NARZĄDÓW ODDECHOWYCH CZŁOWIEKA. JEGO BUDOWA I FUNKCJE	63
§ 14. PROCESY WYMIANY GAZOWEJ W PŁUCACH I TKANKACH	69
§ 15. RUCHY ODDECHOWE. NEUROHUMORALNA REGULACJA RUCHÓW ODDECHOWYCH	72
§ 16. CHOROBY NARZĄDÓW ODDYCHANIA I ICH PROFILAKTYKA	78
<i>Temat 4. TRANSPORT SUBSTANCJI W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA</i>	
§ 17. POJĘCIE O WEWĘTRZNYM ŚRODOWISKU ORGANIZMU	84
§ 18. ERYTROCYTY. GRUPY KRWI. ZASADY PRZETACZANIA KRWI	88
§ 19. LEUKOCYTY. TROMBOCYTY. KRZEPNIĘCIE KRWI.	93
§ 20. SERCE: JEGO BUDOWA I FUNKCJE	97
§ 21. CYKL SERCOWY. PRACA SERCA I JEJ REGULACJA	102
§ 22. BUDOWA I FUNKCJE NACZYŃ KRWIONOŚNYCH. KRAŻENIE KRWI W NACZYNIACH KRWIONOŚNYCH. CIŚNIENIE TĘTNICZE	106
§ 23. PIERWSZA POMOC PRZY KRWOTOKACH. SCHORZENIA UKŁADU NARZĄDÓW KRAŻENIA I ICH PROFILAKTYKA	111

Temat 5. PROCESY WYDALANIA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA.
TERMOREGULACJA

§ 24. WYDALANIE KOŃCOWYCH PRODUKTÓW METABOLIZMU – WAŻNY ETAP PRZEMIANY MATERII. BUDOWA UKŁADU WYDALNICZEGO CZŁOWIEKA	118
§ 25. SCHORZENIA NARZĄDÓW UKŁADU WYDALNICZEGO I ICH PROFILAKTYKA	124
§ 26. BUDOWA SKÓRY I JEJ FUNKCJE	127
§ 27. TERMOREGULACJA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA. SCHORZENIA SKÓRY I ICH PROFILAKTYKA	132

Temat 6. OPORA I RUCH

§ 28. ZNACZENIE UKŁADU NARZĄDÓW RUCHU	140
§ 29. RODZAJE KOŚCI SZKIELETU CZŁOWIEKA I SPOSOBY ICH POŁĄCZEŃ	144
§ 30. BUDOWA SZKIELETU CZŁOWIEKA	147
§ 31. BUDOWA I FUNKCJE MIĘŚNI SZKIELETOWYCH	152
§ 32. PRACA MIĘŚNI I PRZYCZYNY ICH ZMĘCZENIA	156
§ 33. PIERWSZA POMOC PRZY USZKODZENIACH UKŁADU NARZĄDÓW RUCHU	160
§ 34. ROZWÓJ UKŁADU NARZĄDÓW RUCHU W PROCESIE ROZWOJU INDYWIDUALNEGO	163

Temat 7. ŁĄCZNOŚĆ ORGANIZMU CZŁOWIEKA ZE ŚRODOWISKIEM
ZEWNĘTRZNYM. UKŁAD NERWOWY

§ 35. BUDOWA UKŁADU NERWOWEGO CZŁOWIEKA. UKŁAD NERWOWY OŚRODKOWY I OBWODOWY	170
§ 36. BUDOWA I FUNKCJE RDZENIA KRĘGOWEGO CZŁOWIEKA.	174
§ 37. MÓZGOWIE CZŁOWIEKA: PIEŃ MÓZGU, MÓZDŻEK	178
§ 38. MÓZGOWIE CZŁOWIEKA: PRZODOMÓZGOWIE	181
§ 39. UKŁAD NERWOWY SOMATYCZNY I WEGETATYWNY	185
§ 40. PROFILAKTYKA SCHORZEŃ UKŁADU NERWOWEGO	190

Temat 8. ZWIĄZEK MIĘDZY CZŁOWIEKIEM A ŚRODOWISKIEM
ZEWNĘTRZNYM. UKŁAD NARZĄDÓW CZUCIA

§ 41. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA UKŁADU NARZĄDÓW CZUCIA CZŁOWIEKA	194
§ 42. ZMYŚŁ WZROKU	197
§ 43. OSOBLIWOŚCI FUNKCJONOWANIA OKA CZŁOWIEKA.	202
§ 44. ZMYŚŁ SŁUCHU	207
§ 45. ZMYŚŁ RÓWNOWAGI, RUCHU, DOTYKU, ODCZUWANIA TEMPERATURY I BÓLU	212
§ 46. ZMYŚŁ POWONNIENIA I SMAKU. RECEPTORY NARZĄDÓW WEWNĘTRZNYCH	216

Temat 9. WYŻSZE CZYNNOSCI NERWOWE

§ 47. POJĘCIE WYŻSZEJ CZYNNOSCI NERWOWEJ. WRODZONE MECHANIZMY ZACHOWANIA CZŁOWIEKA	221
§ 48. ODRUCHY WARUNKOWE. KSZTAŁTOWANIE SIĘ REAKCJI ZACHOWANIA CZŁOWIEKA	224
§ 49. POJĘCIE O UKŁADACH SYGNAŁOWYCH. MOWA. MYŚLENIE. ŚWIADOMOŚĆ	227

§ 50. UCZENIE SIĘ I PAMIĘĆ	231
§ 51. PODSTAWY BIOLOGICZNE PSYCHOFIZJOLOGICZNEJ INDYWIDUALNOŚCI CZŁOWIEKA	235
§ 52. BIORYTMY CZŁOWIEKA. SEN I CZUWANIE	240

Temat 10. REGULACJA FUNKCJI ORGANIZMU CZŁOWIEKA

§ 53. POJĘCIE HOMEOSTAZY I REGULACJI NERWOWEJ FUNKCJI ORGANIZMU CZŁOWIEKA	245
§ 54. REGULACJA HUMORALNA PROCESÓW CZYNNOŚCI ŻYCIOWYCH. UKŁAD DOKREWNY CZŁOWIEKA	248
§ 55. GRUCZOŁY DOKREWNE ORGANIZMU CZŁOWIEKA. PROFILAKTYKA SCHORZEŃ UKŁADU DOKREWNEGO	251
§ 56. UKŁAD ODPORNOŚCIOWY. ODPORNOŚĆ SPECYFICZNA I NIESPECYFICZNA. IMMUNIZACJA	255
§ 57. MECHANIZMY ODPORNOŚCIOWYCH REAKCJI ORGANIZMU CZŁOWIEKA. UCZULENIE. AIDS I JEGO PROFILAKTYKA.	258
§ 58. WSPÓLDZIAŁANIE POMIĘDZY UKŁADAMI REGULUJĄCYMI PRACĘ ORGANIZMU. STRES I CZYNNIKI, KTÓRE GO WYWOŁUJĄ . . .	263

Temat 11. ROZMNAŻANIE I ROZWÓJ CZŁOWIEKA

§ 59. BUDOWA I FUNKCJE UKŁADU REPRODUKCYJNEGO CZŁOWIEKA . . .	268
§ 60. KOMÓRKI PŁCIOWE. CYKL MENSTRUACYJNY. ZAPŁODNIENIE. CIAŻA	271
§ 61. ZAPŁODNIENIE. ZARODKOWY OKRES ROZWOJU CZŁOWIEKA. ŁOŻYSKO, JEGO FUNKCJE	273
§ 62. POSTEMBRIONALNY ROZWÓJ CZŁOWIEKA	276
UOGÓLNIENIE.	281
DODATEK. Witaminy: dzienne zapotrzebowanie, źródło nadchodzenia, działanie fizjologiczne i objawy hipowitaminozy lub awitaminozy	284

Навчальне видання

МАТЯШ Надія Юріївна
ОСТАПЧЕНКО Людмила Іванівна
ПАСІЧНИЧЕНКО Олег Михайлович
БАЛАН Павло Георгійович

БІОЛОГІЯ

Підручник для 8 класу
загальноосвітніх навчальних закладів
з навчанням польською мовою

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Переклад з української

Перекладач *Ірина Кресович*

Польською мовою

Редактор *Віолетта Льчук*
Обкладинка *Тетяни Куц*
Художнє оформлення *Людмили Кузнецової*
Технічний редактор *Сергій Максимець*
Оригінал-макет *Тамари Скалиги*
Верстка *Ігоря Стусика*
Коректор *Віолетта Льчук*

Формат 70×100/16.

Ум. друк. арк. 23,328. Обл.-вид. арк. 21,89.
Тираж 113 пр. Зам. № 1124.

Видавець і виготовлювач видавничий дім „Букрек”,
вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000.

www.bukrek.net.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.