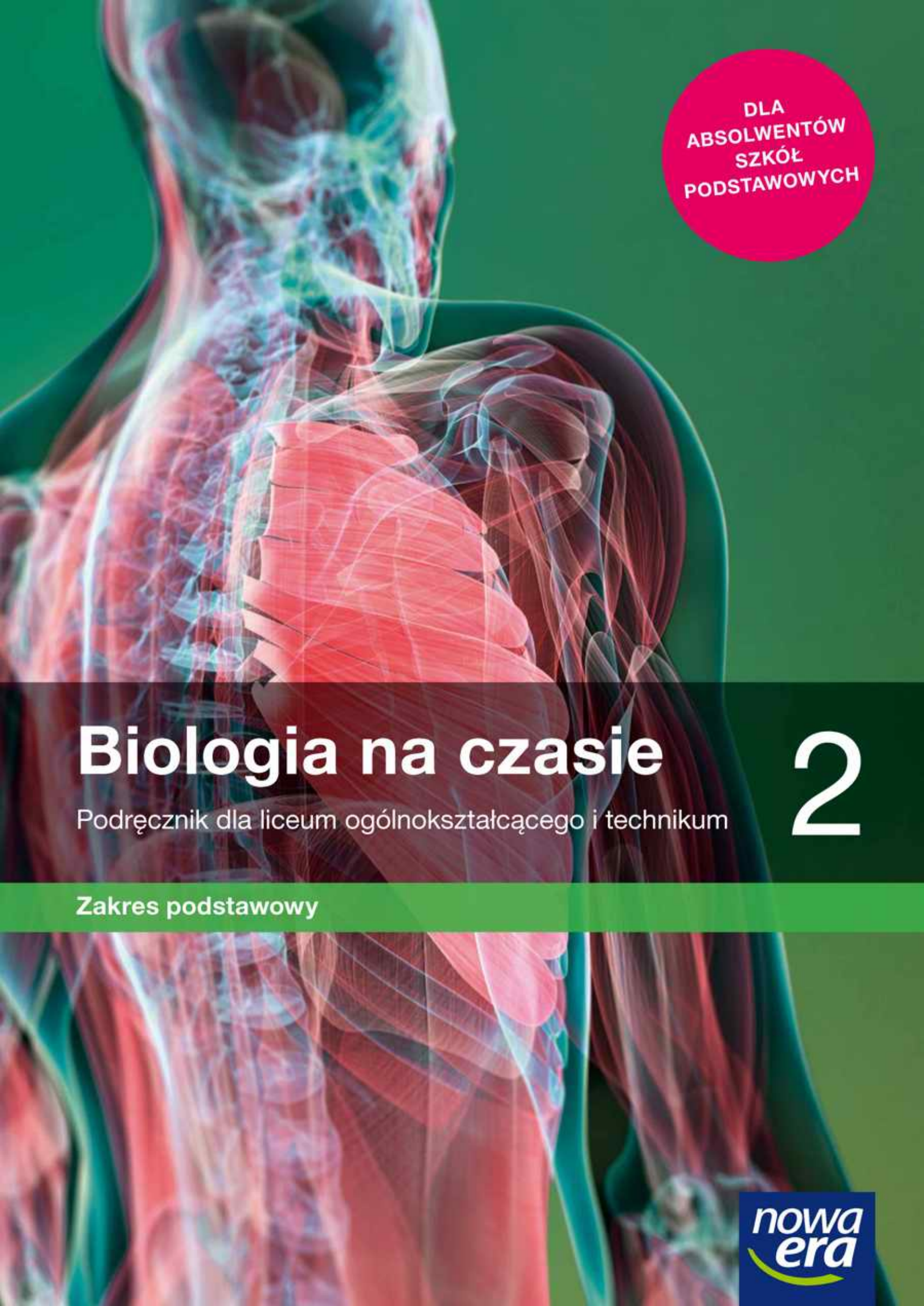


DLA ABSOLWENTÓW SZKÓŁ PODSTAWOWYCH

Biologia na czasie 2

Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum

Zakres podstawowy

nowa era

Droga Nowa Ero,

Nigdy bym nie publikowała publicznie książek wydawnictw, które działają na uczciwych zasadach.

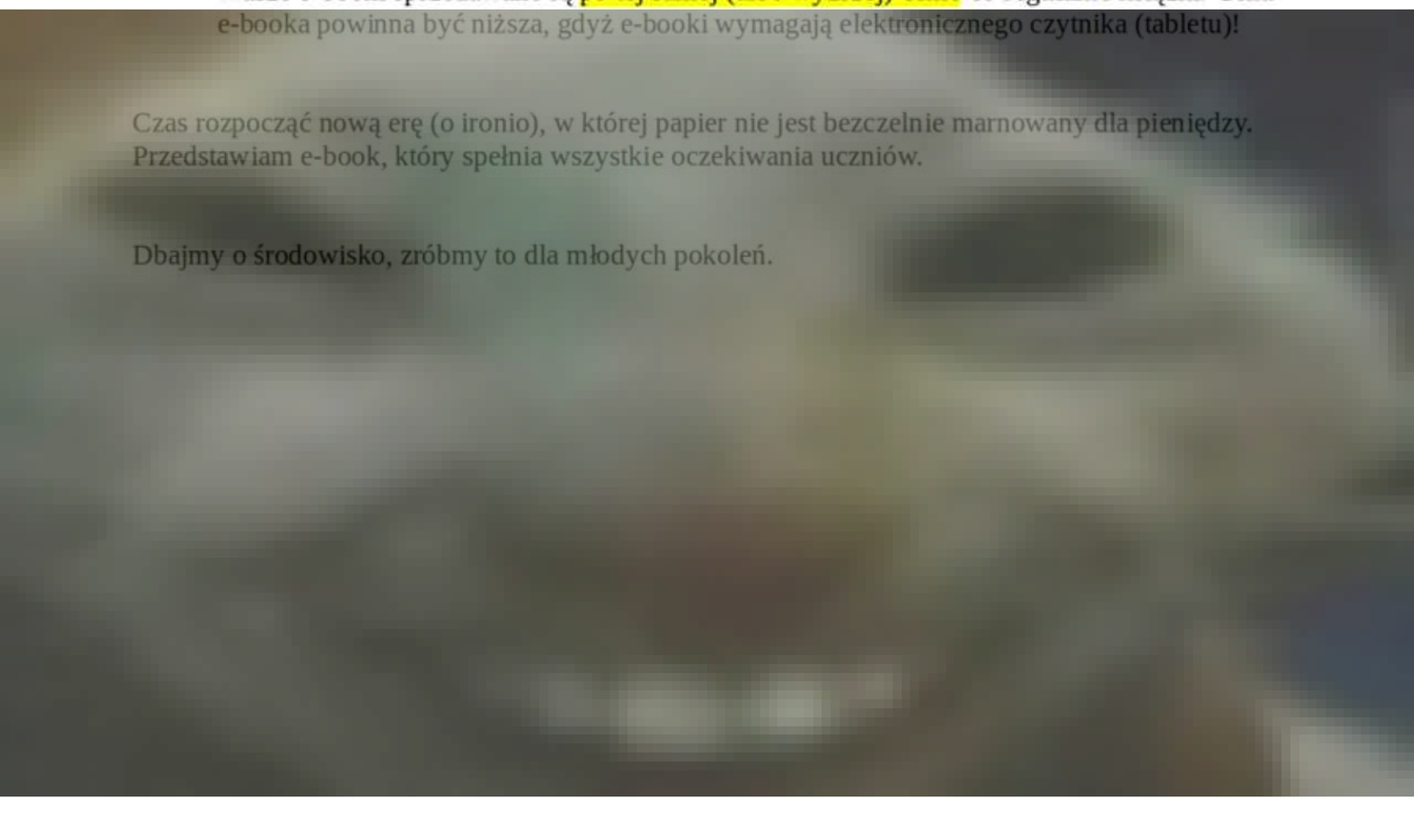
Wasza firma jednak promuje masowy dodruk, całkowicie niepotrzebnych książek, które mogłyby zastąpione wersjami elektronicznymi!

Co prawda e-booki są dostępne na waszej stronie, jednak:

- W przeciwieństwie do fizycznej książki, licencja na e-book kończy się po roku. Oznacza to, że jeżeli moja córka chciałaby powtórzyć sobie całą wiedzę do matury, musiałabym jej kupić wszystkie wasze książki od nowa.
- Waszych e-booków nie da się pobrać! Wymagają one dostęp do internetu, co uniemożliwia ich użycie na naszej wsi, gdzie zasięg jest ograniczony.
- Wasze e-booki nie działają na telefonach komórkowych!!!
- Wasze e-booki sprzedawane są po tej samej (albo wyższej) cenie co regularne książki. Cena e-booka powinna być niższa, gdyż e-booki wymagają elektronicznego czytnika (tabletu)!

Czas rozpocząć nową erę (o ironio), w której papier nie jest bezczelnie marnowany dla pieniędzy. Przedstawiam e-book, który spełnia wszystkie oczekiwania uczniów.

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.



O czym jest podręcznik?

W podręczniku *Biologia na czasie 2* znajdziesz informacje dotyczące poszczególnych układów narządów budujących organizm człowieka. Wiadomości te pozwolą Ci lepiej zrozumieć, w jaki sposób funkcjonuje Twoje ciało.



Do czego służą poszczególne elementy podręcznika?

To było w szkole podstawowej!

Informacje umieszczone w tym elemencie pomogą Ci przypomnieć sobie informacje ze szkoły podstawowej.

O tym się mówi!

Ciekawe tematy pozwolą Ci zająć własne stanowisko w danej sprawie.

Zwróć uwagę na...

Wyszczególnienie głównych treści na początku tematu podpowie Ci, które wiadomości są najważniejsze.

Jest na to sposób

Wskazówki zawarte w tym elemencie podpowiedzą Ci, jak najłatwiej zapamiętać ważne wiadomości.

Polecenia kontrolne

Polecenia umieszczone na końcu tematu pozwolą Ci sprawdzić wiedzę i utrwalić zdobyte wiadomości.

Bliżej życia

Informacje zawarte w tym elemencie pokażą Ci, jak wiedza biologiczna jest stosowana w praktyce.

Doświadczenie, Obserwacja

Obowiązkowe doświadczenia i obserwacje zostały opisane w sposób, który umożliwi Ci dokładne przeanalizowanie wszystkich ich etapów.

Te choroby warto znać

Opisy wybranych chorób pomogą Ci poznać ich objawy, przyczyny oraz sposoby profilaktyki.

Czy wiesz, że...

Dzięki ciekawostkom poznasz interesujące informacje związane z lekcją.

Podsumowanie

Na tych stronach znajdziesz najważniejsze informacje z danego działu podane w przejrzystej formie. Dzięki nim uporządkujesz i utrwalisz zdobytą wiedzę.

Sprawdź, czy już umiesz!

Zadania umieszczone po każdym dziale umożliwią Ci doskonalenie umiejętności biologicznych oraz ułatwią powtarzanie wiadomości przed sprawdzianami.

Spis treści

Rozdział 1. Organizm człowieka jako funkcjonalna całość

1.1. Hierarchiczna budowa organizmu człowieka ... 6
1.2. Tkanki: nabłonkowa, mięśniowa i nerwowa ... 13
1.3. Tkanka łączna ... 18
Podsumowanie ... 22
Sprawdź, czy już umiesz! ... 25

Rozdział 2. Skóra – powłoka ciała

2.1. Budowa i funkcje skóry ... 28
2.2. Choroby i higiena skóry ... 36
Podsumowanie ... 41
Sprawdź, czy już umiesz! ... 43

Rozdział 3. Układ ruchu

3.1. Ogólna budowa i funkcje szkieletu ... 46
3.2. Rodzaje połączeń kości ... 50
3.3. Szkielet osiowy i szkielet kończyn ... 53
3.4. Budowa i funkcjonowanie mięśni szkieletowych ... 58
3.5. Higiena i choroby układu ruchu ... 63
Podsumowanie ... 70
Sprawdź, czy już umiesz! ... 73

Rozdział 4. Układ pokarmowy

4.1. Organiczne składniki pokarmowe ... 76
4.2. Rola witamin. Nieorganiczne składniki pokarmowe ... 81
4.3. Budowa i funkcje układu pokarmowego ... 88
4.4. Procesy trawienia i wchłaniania ... 95
4.5. Zasady racjonalnego odżywiania się ... 101
4.6. Choroby układu pokarmowego ... 106
Podsumowanie ... 114
Sprawdź, czy już umiesz! ... 119

Rozdział 5. Układ oddechowy

5.1. Budowa i funkcje układu oddechowego ... 122
5.2. Wentylacja i wymiana gazowa ... 127
5.3. Zaburzenia funkcjonowania układu oddechowego ... 133
Podsumowanie ... 142
Sprawdź, czy już umiesz! ... 145

Rozdział 6. Układ krążenia

6.1. Skład i funkcje krwi ... 148
6.2. Budowa i funkcje układu krwionośnego ... 151
6.3. Układ limfatyczny ... 159
6.4. Choroby układu krążenia ... 163
Podsumowanie ... 172
Sprawdź, czy już umiesz! ... 175

Rozdział 7. Odporność organizmu

7.1. Budowa układu odpornościowego. Rodzaje odporności ... 178
7.2. Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego ... 184
Podsumowanie ... 189
Sprawdź, czy już umiesz! ... 192

Rozdział 8. Układ moczowy

8.1. Budowa i funkcjonowanie układu moczowego ... 194
8.2. Choroby układu moczowego ... 200
Podsumowanie ... 205
Sprawdź, czy już umiesz! ... 207

Rozdział 9. Układ nerwowy

9.1. Budowa i działanie układu nerwowego ... 210
9.2. Ośrodkowy układ nerwowy ... 216
9.3. Obwodowy układ nerwowy ... 219
9.4. Autonomiczny układ nerwowy ... 223
9.5. Higiena i choroby układu nerwowego ... 226
Podsumowanie ... 233
Sprawdź, czy już umiesz! ... 235

Rozdział 10. Narządy zmysłów

10.1. Budowa i działanie narządu wzroku ... 238
10.2. Ucho – narząd zmysłu słuchu i zmysłu równowagi ... 246
10.3. Narządy smaku oraz węchu ... 253
Podsumowanie ... 257
Sprawdź, czy już umiesz! ... 259

Rozdział 11. Układ hormonalny

11.1. Budowa i rola układu hormonalnego ... 262
11.2. Regulacja wydzielania hormonów ... 268
11.3. Nadczynność i niedoczynność gruczołów dokrewnych. Stres ... 273
Podsumowanie ... 281
Sprawdź, czy już umiesz! ... 283

Rozdział 12. Rozmnażanie i rozwój człowieka

12.1. Budowa i funkcje męskich narządów rozrodczych ... 286
12.2. Budowa i funkcje żeńskich narządów rozrodczych ... 291
12.3. Rozwój człowieka ... 299
12.4. Higiena i choroby układu rozrodczego ... 307
Podsumowanie ... 315
Sprawdź, czy już umiesz! ... 317

Sprawdź, czy już umiesz! – klucz odpowiedzi ... 319
Przydatne terminy ... 323
Indeks ... 326



1. Organizm człowieka jako funkcjonalna całość

To było w szkole podstawowej!

☑ Hierarchiczna budowa człowieka

komórki → tkanki → narządy → układy narządów → organizm

☑

Rodzaje tkanek zwierzęcych

- tkanka mięśniowa
- tkanka nabłonkowa
- tkanka nerwowa
- tkanka łączna

☑ **Homeostaza** – zdolność organizmu do zachowania równowagi wewnętrznej.



1.1. Hierarchiczna budowa organizmu człowieka

Zwróć uwagę na:

- poziomy organizacji budowy organizmu człowieka,
- funkcje poszczególnych układów narządów,
- powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów,
- definicję homeostazy oraz mechanizmy warunkujące homeostazę.

Wielokomórkowe organizmy funkcjonują jak skomplikowane maszyny złożone z wielu działających precyzyjnie podzespołów. Na przykład organizm człowieka tworzą układy złożone z narządów, które są zbudowane z wielu mniejszych elementów.

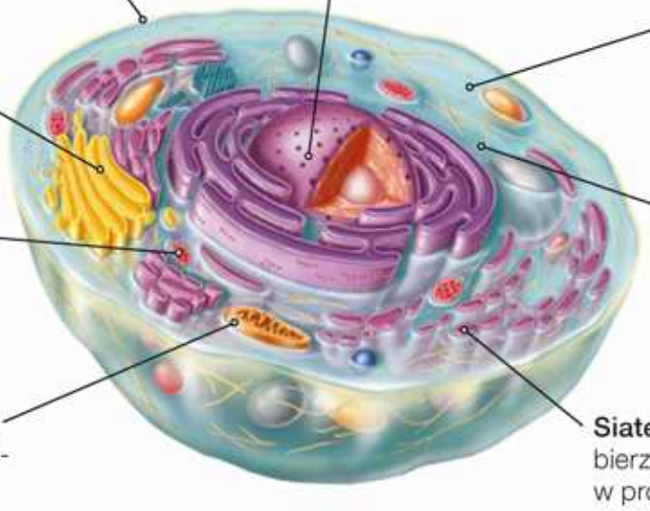
Jak jest zbudowany organizm człowieka?

Organizm człowieka ma budowę hierarchiczną. Oznacza to, że składa się z elementów uporządkowanych według stopnia komplikacji budowy. Elementy te, łącząc się i współpracując, tworzą kolejne poziomy.

Podstawowymi elementami funkcjonalnymi każdego organizmu są **komórki**. W przypadku człowieka są to komórki zwierzęce. Zespół komórek o podobnej budowie i wspólnym pochodzeniu tworzy **tkankę** wyspecjalizowaną w pełnieniu określonych funkcji. Z tkanek różnego rodzaju są zbudowane **narządy**. Z kolei narządy wchodzą w skład **układów narządów**, które współpracują ze sobą, dzięki czemu tworzą **organizm**.

Ogólna budowa komórki zwierzęcej

Nasze ciało jest zbudowane z bilionów komórek, które różnią się w zależności od tego, jakie pełnią funkcje i jakie tkanki tworzą. Jednak ich ogólna budowa jest taka sama. Możesz ją prześledzić na poniższej ilustracji.



Błona komórkowa – oddziela wnętrze komórki od otoczenia. Zapewnia transport substancji do wnętrza i na zewnątrz komórki.

Jądro komórkowe – zawiera materiał genetyczny (DNA). Kontroluje przebieg większości procesów życiowych komórki.

Aparat Golgiego – modyfikuje białka i lipidy oraz bierze udział w ich transporcie.

Cytozol – wypełnia wnętrze komórki oraz pośredniczy w transporcie substancji.

Lizosom – zachodzi w nim trawienie składników pokarmowych i uszkodzonych organelli.

Rybosomy – uczestniczą w syntezie białek.

Mitochondrium – zachodzą w nim główne etapy oddychania tlenowego.

Siateczka śródplazmatyczna – bierze udział głównie w produkcji białek i lipidów.

Poziomy organizacji budowy naszego ciała

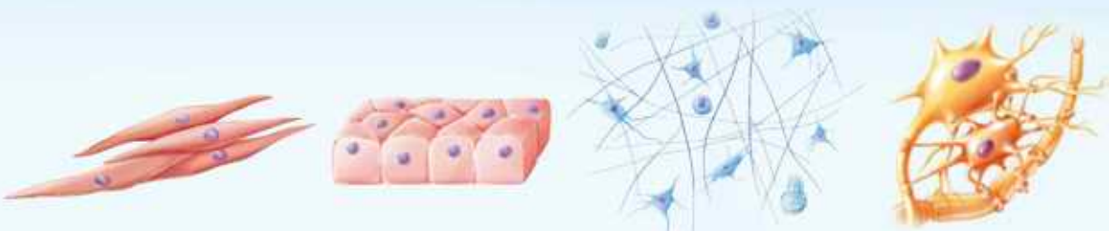
Nasze ciało powstaje z jednej zapłodnionej komórki jajowej. Dzieli się ona i różnicuje w ok. 200 rodzajów komórek, które tworzą 4 główne rodzaje tkanek: mięśniową, nabłonkową, łączną i nerwową. Tkanki wchodzą w skład narządów, a te – w skład układów narządów tworzących organizm. Na ilustracji możesz zobaczyć, z jakich komórek, tkanek i narządów jest zbudowany układ moczowy.

Komórka
Podstawowa jednostka budulcowa i funkcjonalna organizmu.



komórka mięśniowa | komórka nabłonka | komórka tkanki łącznej | komórka nerwowa

Tkanka
Zespół komórek o podobnej budowie i wspólnym pochodzeniu pełniący określone funkcje.



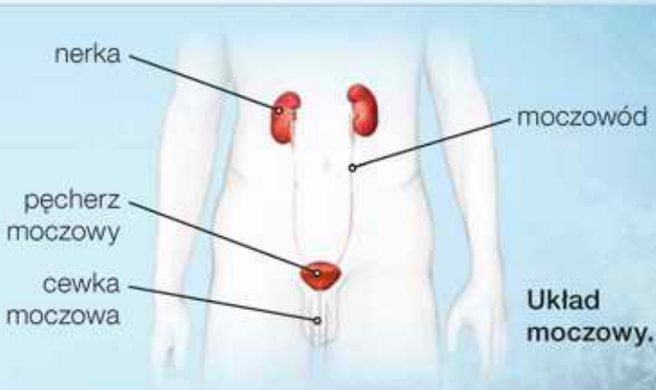
tkanka mięśniowa | tkanka nabłonkowa | tkanka łączna | tkanka nerwowa

Narząd
Zespół tkanek wyspecjalizowanych w pełnieniu określonych funkcji.



Nerka.

Układ narządów
Zespół narządów współdziałających przy wykonywaniu danej czynności.



Układ moczowy.

Organizm
Współdziałające układy narządów, tworzące funkcjonalną całość.

Układy narządów człowieka

W organizmie człowieka wyróżnia się zwykle 11 układów narządów. Niekiedy układy łączy się ze sobą w większe grupy. Na przykład układ krwionośny i układ limfatyczny tworzą razem układ krążenia, a układ szkieletowy i układ mięśniowy – układ ruchu.



Układ mięśniowy

Jest czynną częścią układu ruchu. Umożliwia poruszanie się.



Układ szkieletowy

Jest bierną częścią układu ruchu. Utrzymuje ciężar ciała, nadaje ciału kształt, chroni narządy wewnętrzne oraz stanowi magazyn soli mineralnych.



Układ oddechowy

Zapewnia wymianę gazową, czyli dostarczanie do organizmu tlenu i usuwanie z organizmu dwutlenku węgla.

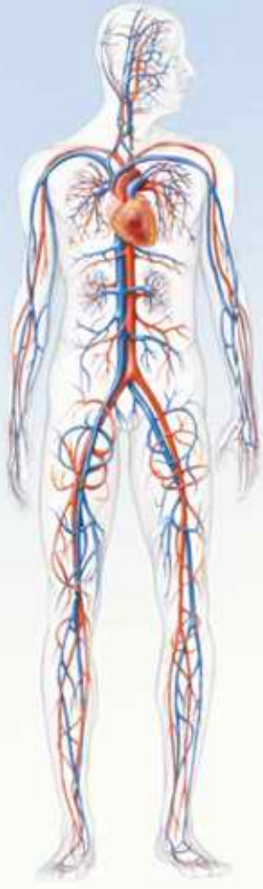


Skóra

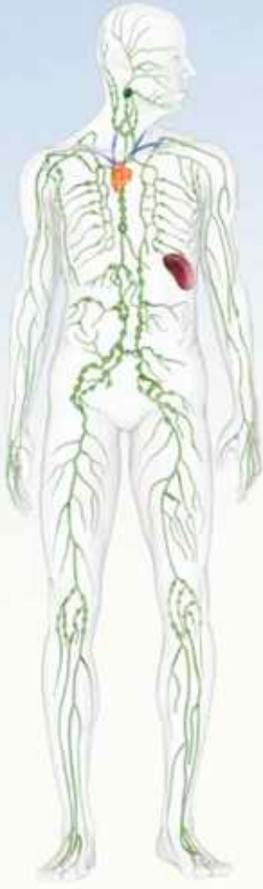
Chroni wnętrze ciała przed infekcjami i urazami mechanicznymi. Pośredniczy również w odbieraniu bodźców ze środowiska zewnętrznego oraz bierze udział w termoregulacji.



Układ pokarmowy
Umożliwia pobieranie, trawienie i wchłanianie substancji pokarmowych oraz usuwanie niestrawionych resztek pokarmu.



Układ krwionośny
Odpowiada za transport różnych substancji, np. składników pokarmowych i gazów oddechowych.



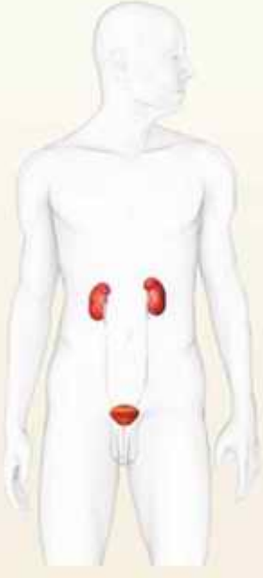
Układ limfatyczny
Bierze udział w reakcjach obronnych organizmu, transportuje niektóre substancje, np. tłuszcze.



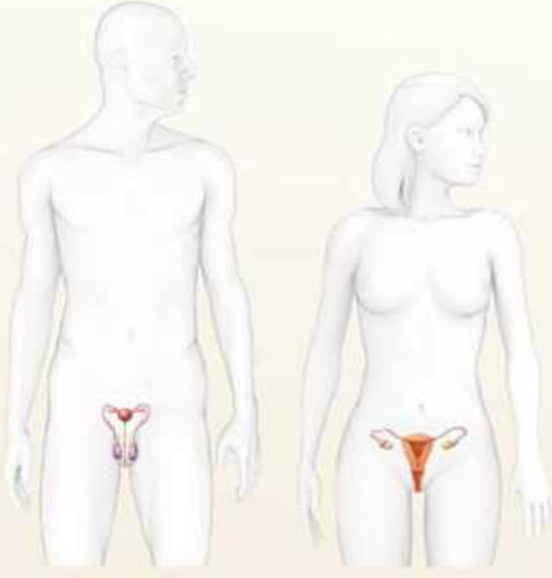
Układ nerwowy
Umożliwia reagowanie na bodźce odbierane ze środowiska. Koordynuje pracę narządów wewnętrznych.



Układ hormonalny
Bierze udział w regulowaniu procesów życiowych za pomocą hormonów.



Układ moczowy
Zapewnia wydalanie niektórych produktów metabolizmu, np. mocznika.



Układ rozrodczy
Umożliwia rozmnażanie się, wytwarza komórki płciowe.

Współpraca układów narządów

Gdyby układy narządów nie współpracowały ze sobą, nasz organizm nie funkcjonowałby prawidłowo. Na przykład do poruszania się potrzebujemy energii, którą uzyskujemy m.in. podczas oddychania tlenowego. Za pobieranie niezbędnych do tego procesu związków organicznych oraz ich trawienie i wchłanianie odpowiada **układ pokarmowy**. Do oddychania tlenowego jest potrzebny także tlen dostarczany przez **układ oddechowy**. Tlen oraz związki organiczne są transportowane do komórek ciała przez **układ krwionośny**, który przenosi również produkty metabolizmu, takie jak dwutlenek węgla, woda i mocznik. Związki te są usuwane z organizmu przez **układ moczowy** i **układ oddechowy**, a także przez **skórę**. Energia uzyskana w wyniku oddychania tlenowego jest wykorzystywana przez **układ mięśniowy**, który dzięki współpracy z **układem szkieletowym** umożliwia nam poruszanie się. Pracę wszystkich układów narządów reguluje **układ nerwowy**.

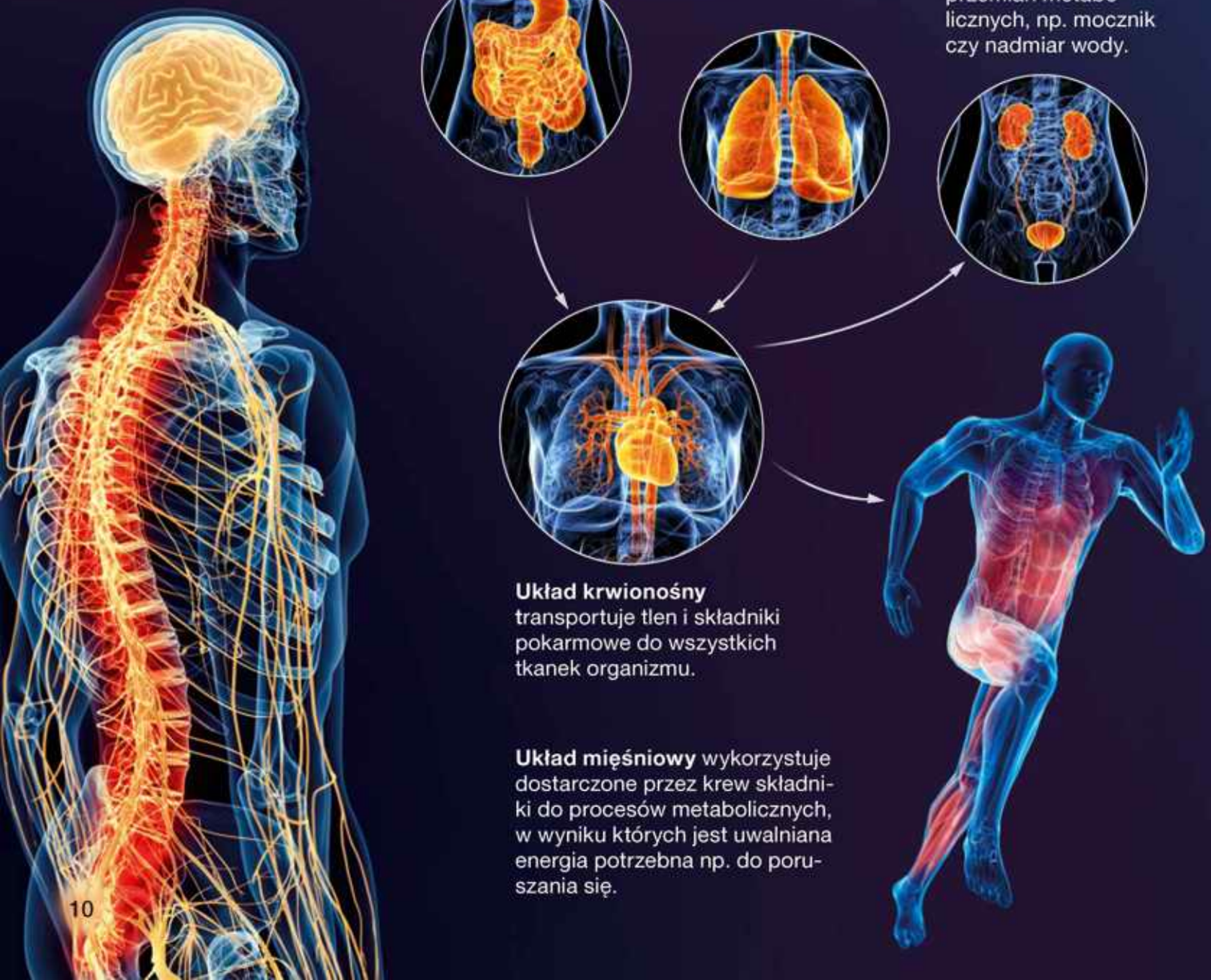
Przykład współpracy pomiędzy układami narządów

Układ nerwowy koordynuje i kontroluje pracę pozostałych układów narządów.

Układ pokarmowy dostarcza składniki pokarmowe.

Układ oddechowy dostarcza tlen oraz usuwa dwutlenek węgla.

Układ moczowy usuwa produkty powstałe w trakcie przemian metabolicznych, np. mocznik czy nadmiar wody.



Układ krwionośny transportuje tlen i składniki pokarmowe do wszystkich tkanek organizmu.

Układ mięśniowy wykorzystuje dostarczone przez krew składniki do procesów metabolicznych, w wyniku których jest uwalniana energia potrzebna np. do poruszania się.

Czym jest homeostaza?

Homeostaza to zdolność organizmu do utrzymywania względnie stałych warunków środowiska wewnętrznego. Polega ona na utrzymywaniu na określonym poziomie takich parametrów, jak: temperatura ciała, ciśnienie krwi i skład płynów ustrojowych. Za utrzymywanie równowagi wewnętrznej organizmu odpowiadają tzw. **mechanizmy homeostatyczne**.

Homeostaza jako stan równowagi dynamicznej

Zachowanie równowagi w stale zmieniającym się środowisku nie jest proste. Z tego względu parametry fizjologiczne nie mają dokładnie wyznaczonych wartości, ale w niewielkim zakresie ciągle się zmieniają. Na przykład, jeżeli zmierzysz sobie kilkukrotnie tętno podczas odpoczynku, na siedząco, okaże się, że nie ma ono stałej wartości. Wartość tętna będzie oscylować wokół optymalnej wartości, ale nie będzie z nią zawsze równa. Podobnie jest z innymi parametrami. Ich wartości są utrzymywane na względnie stałym poziomie, dlatego mówimy, że homeostaza to **stan równowagi dynamicznej**.

Jak organizm zachowuje homeostazę?

Czynnikami zaburzającymi homeostazę mogą być m.in.: stres, używki, niewłaściwa dieta czy choroby. Przykładowo alkohol daje złudne poczucie ciepła, co oszukuje mechanizmy homeostazy i w zimnym środowisku może doprowadzić do wychłodzenia organizmu. Z kolei cukrzyca jest zaburzeniem właściwego poziomu glukozy we krwi.

Każde gwałtowne odchylenie parametrów od stanu równowagi jest rejestrowane przez **receptory**. Działają one jak czujniki, które przekazują informacje do specjalnego **ośrodka kontroli** znajdującego się najczęściej w mózgowiu. Ośrodek ten uruchamia mechanizmy regulacyjne, które pobudzają do pracy **efektory** – różne narządy dostosowujące procesy wewnętrzne do zmieniających się warunków środowiska.

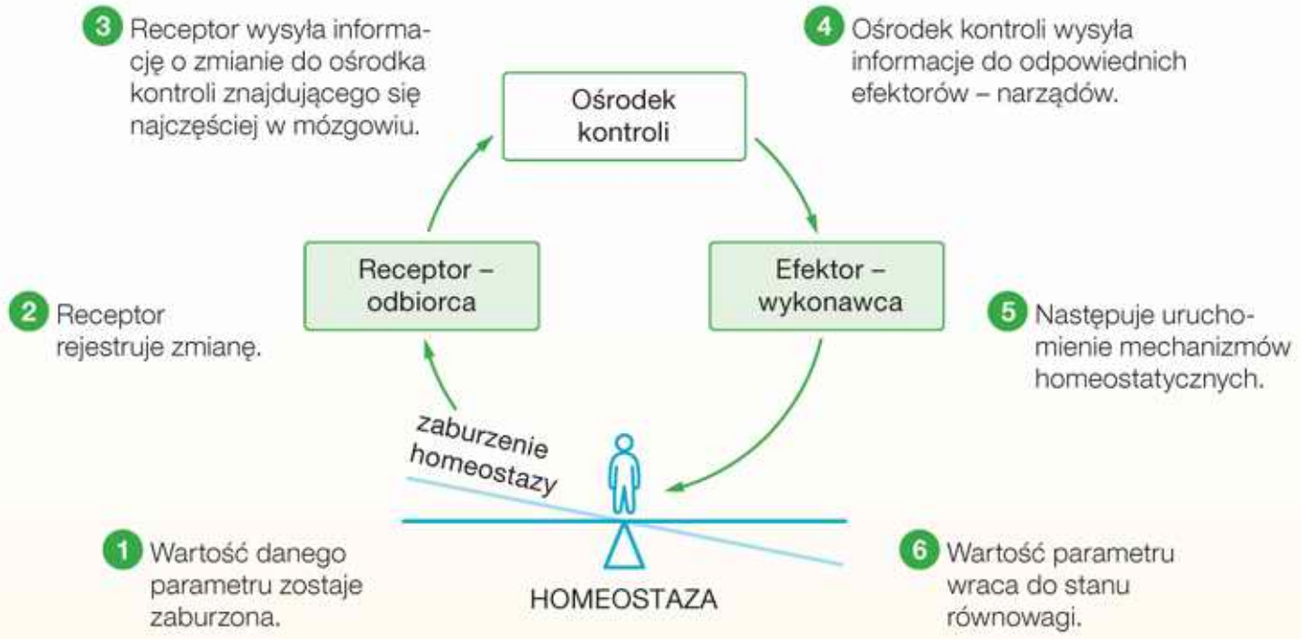
Większość mechanizmów homeostatycznych działa na zasadzie **ujemnego sprzężenia zwrotnego**. Oznacza to, że efekt końcowy hamuje proces, który doprowadził do powstania tego efektu. Na przykład przywrócenie stanu równowagi powoduje, że efektory przestają działać.

Przykłady parametrów utrzymywanych w organizmie na względnie stałym poziomie



Jak działa system kontroli homeostazy?

Sposób działania mechanizmów homeostatycznych możesz przeanalizować na poniższym schemacie.



W skrócie

- Podstawowe poziomy organizacji ciała człowieka to: komórki → tkanki → narządy → → układy narządów → organizm.
- **Komórka** to podstawowa jednostka budulcowa i funkcjonalna organizmu.
- **Tkanka** to zespół komórek o podobnej budowie i wspólnym pochodzeniu, wyspecjalizowany w pełnieniu określonych czynności. W organizmie człowieka wyróżniamy tkanki: nabłonkową, mięśniową, łączną i nerwową.
- Zbudowane z tkanek **narządy** tworzą **układy narządów**. Są to układy: mięśniowy, szkieletowy, pokarmowy, oddechowy, nerwowy, krwionośny, limfatyczny, moczowy, hormonalny, rozrodczy oraz skóra.
- Układy narządów dzięki współpracy tworzą funkcjonalną całość, czyli **organizm**.
- **Homeostaza** to zdolność organizmu do utrzymania względnie stałych warunków środowiska wewnętrznego.

Polecenia kontrolne

1. Podaj dwa przykłady obrazujące kolejne stopnie organizacji naszego ciała. Rozpocznij od najniższego poziomu, np.: komórka nerwowa → tkanka nerwowa → mózg → układ nerwowy.
2. Wybierz dowolny narząd, inny niż opisana w podręczniku nerka, i na podstawie dostępnych źródeł informacji wyjaśnij, z jakich rodzajów tkanek jest on zbudowany.
3. Wyjaśnij na dowolnym przykładzie, na czym polega współpraca pomiędzy układami narządów.

1.2. Tkanki: nabłonkowa, mięśniowa i nerwowa

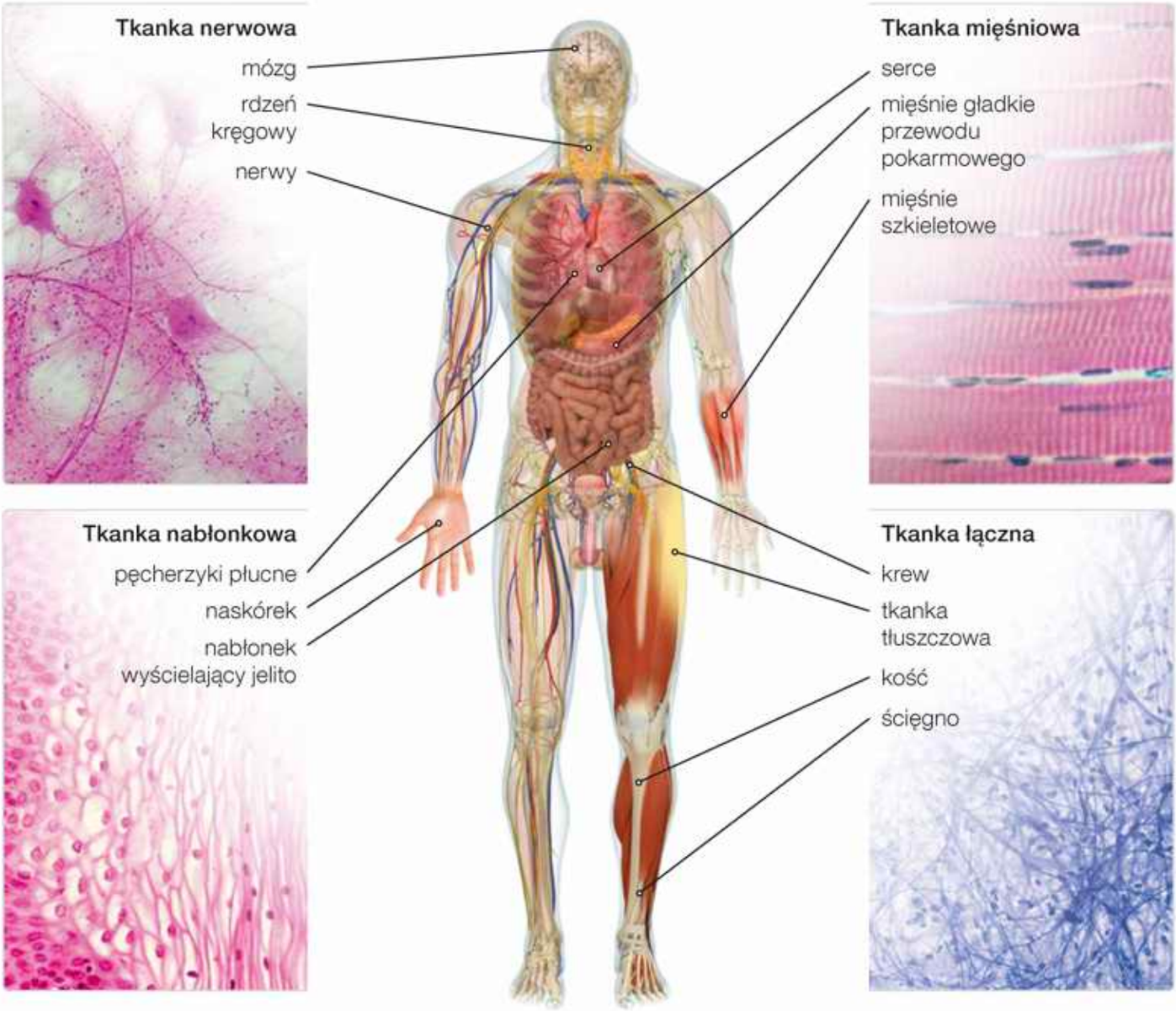
Zwróć uwagę na:

- budowę i rodzaje tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej,
- funkcje i lokalizację tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej.

Z poprzedniej lekcji wiesz już, że w organizmie człowieka występują cztery główne rodzaje tkanek: tkanka nabłonkowa, tkanka mięśniowa, tkanka nerwowa i tkanka łączna. Komórki tworzące poszczególne rodzaje tkanek różnią się budową. Jest to związane z przystosowaniem danej tkanki do pełnienia określonych funkcji. Tkanki jednak często współpracują ze sobą w obrębie jednego narządu.

W dalszej części tekstu dowiesz się, jak są zbudowane i jakie pełnią funkcje tkanka nabłonkowa, tkanka mięśniowa i tkanka nerwowa. Najbardziej zróżnicowaną z tkanek, czyli tkanką łączną, zajmiemy się w kolejnej lekcji.

Rodzaje tkanek i przykłady ich występowania



Jak jest zbudowana tkanka nabłonkowa?

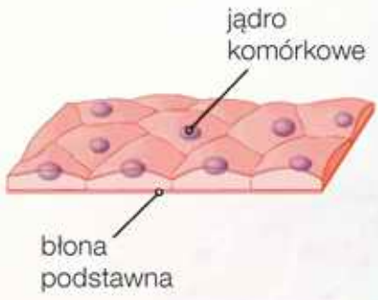
Tkanka nabłonkowa ma **zwarty układ komórek**. Komórki te tworzą jedną lub wiele warstw ułożonych na **błonie podstawnej**, czyli warstwie substancji międzykomórkowej zawierającej włókna białkowe. Wyróżniamy pięć głównych rodzajów tkanki nabłonkowej, nazywanych nabłonkami.

Nabłonek jednowarstwowy płaski

Budowa: płaskie komórki tworzące cienką warstwę.

Funkcja: umożliwia transport różnych substancji, np. tlenu i dwutlenku węgla.

Występowanie: pęcherzyki płucne oraz włosowate naczynia krwionośne.

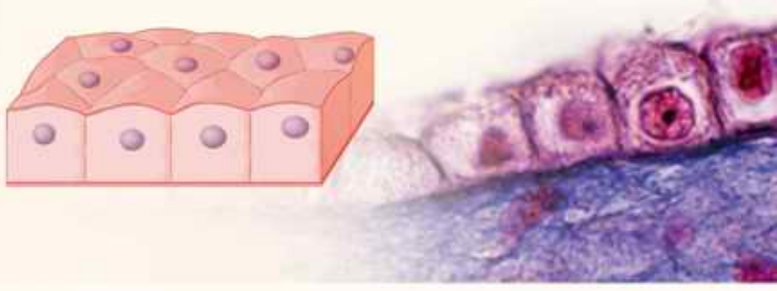


Nabłonek jednowarstwowy sześcienny

Budowa: komórki w kształcie sześcianów.

Funkcje: wydziela i wchłania substancje, wyściela przewody wyprowadzające różnych gruczołów.

Występowanie: przewody wyprowadzające gruczołów (np. ślinianek), kanaliki nerkowe.

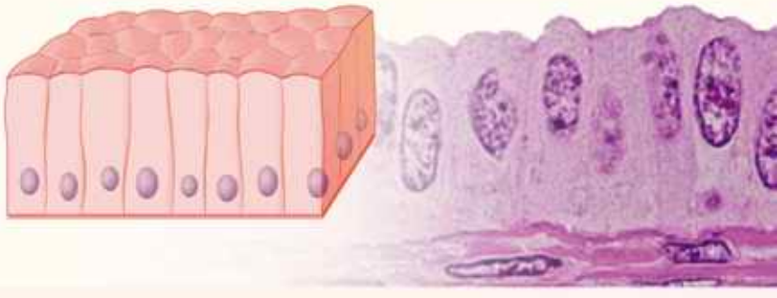


Nabłonek jednowarstwowy walcowaty

Budowa: wysokie komórki w kształcie walca, które niekiedy mają wypustki, tzw. mikrokosmki.

Funkcja: wchłania i wydziela substancje.

Występowanie: żołądek, jelito cienkie.

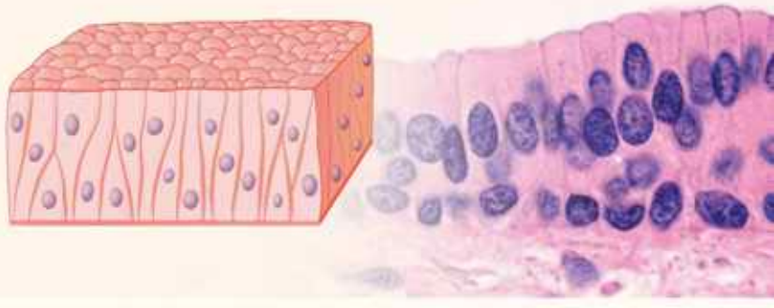


Nabłonek jednowarstwowy wielorzędowy

Budowa: wysokie i niskie komórki, których układ daje wrażenie wielowarstwowości. Komórki mogą mieć rzęski.

Funkcja: wyściela dużą część dróg oddechowych, rzęski usuwają zanieczyszczenia.

Występowanie: drogi oddechowe.

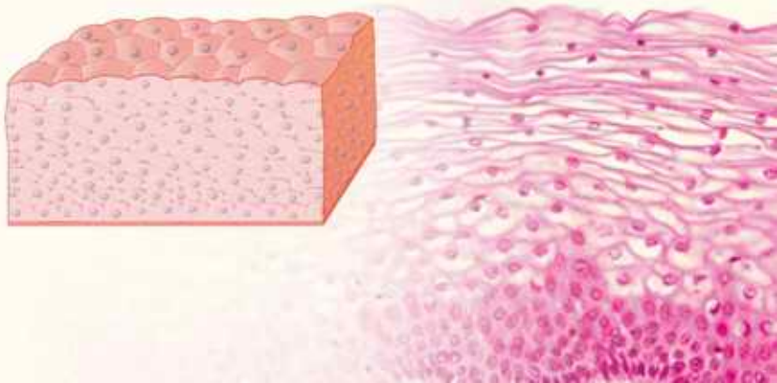


Nabłonek wielowarstwowy płaski

Budowa: wiele warstw komórek, które są coraz cieńsze w miarę oddalania się od błony podstawnej.

Funkcja: pełni głównie funkcję ochronną.

Występowanie: powierzchnia ciała.



Tkanka mięśniowa

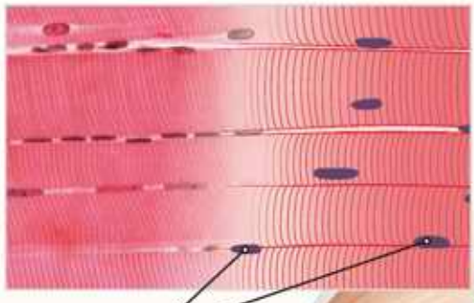
Tkanka mięśniowa jest zbudowana z wydłużonych elementów: komórek mięśniowych lub włókien mięśniowych. Mają one zdolność do **kurczenia się**, ponieważ zawierają liczne filamenty (włókienka) zbudowane z białek – aktyny (filamenty cienkie) lub miozyny (filamenty grube). Dokładniej budowę włókien mięśniowych oraz mechanizm skurczu poznasz w rozdziale trzecim.

W zależności od budowy i sposobu funkcjonowania wyróżniamy trzy rodzaje tkanki mięśniowej: tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną szkieletową, tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną serca oraz tkankę mięśniową gładką.

Rodzaje tkanki mięśniowej i przykłady ich występowania

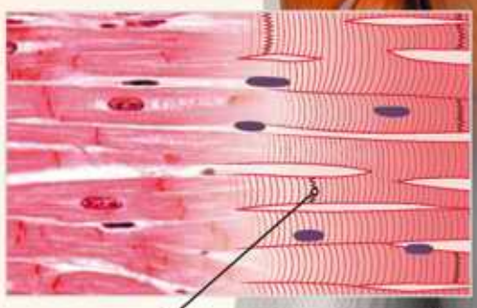
Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa

- Buduje mięśnie szkieletowe.
- Włókna mięśniowe są długie, cylindryczne. Jądra znajdują się na ich obrzeżach.
- Na preparatach mikroskopowych jest widoczne poprzeczne prążkowanie włókna.
- Skurcze są prawie zawsze zależne od woli.



Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana serca

- Buduje serce.
- Komórki mięśniowe są widlasto rozgałęzione i połączone tzw. wstawkami w przestrzenną sieć. Mają jedno lub dwa jądra komórkowe położone centralnie.
- Na preparatach mikroskopowych jest widoczne poprzeczne prążkowanie.
- Skurcze są szybkie i niezależne od woli.



Tkanka mięśniowa gładka

- Buduje ściany narządów wewnętrznych, np. jelit.
- Komórki mięśniowe są wydłużone, zwężone na końcach, mają jedno, centralnie położone jądro komórkowe.
- Brak prążkowania.
- Skurcze są powolne, długotrwałe i niezależne od woli.





Tkanka nerwowa

Tkanka nerwowa składa się z dwóch rodzajów komórek, których działanie się uzupełnia. Są to: **komórki nerwowe**, czyli **neurony**, oraz **komórki glejowe**. Neurony odpowiadają za główną funkcję tkanki nerwowej – przewodzenie impulsów nerwowych, natomiast komórki glejowe odgrywają rolę pomocniczą. Stanowią podporę komórek nerwowych, wspomagają ich wzrost i funkcjonowanie.

Funkcje komórek tworzących tkankę nerwową



Budowa neuronu

Neuron jest zbudowany z **ciała komórki** nerwowej, zawierającego jądro komórkowe, oraz z dwóch rodzajów wypustek:

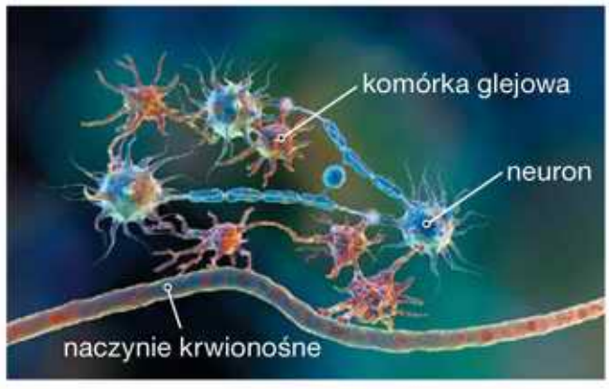
- **dendrytów** – to liczne, krótkie, rozgałęziające się wypustki,
- **aksonu** – to pojedyncza, długa i rozgałęziona na końcu wypustka. Najczęściej jest ona otoczona osłonką mielinową, która skraca czas przewodzenia impulsów nerwowych.

Impuls przewodzony przez komórkę nerwową biegnie zwykle od dendrytów do aksonu.

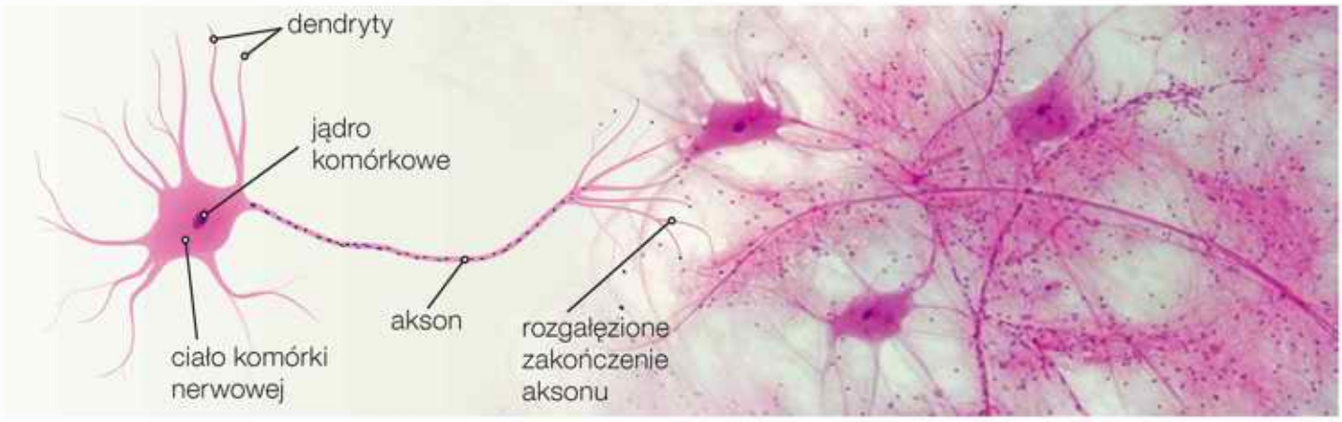
Dokładniej funkcje neuronów oraz mechanizm przewodzenia impulsów omówimy w rozdziale dziewiątym, dotyczącym układu nerwowego.

Czy wiesz, że...

Współcześnie duże zainteresowanie w świecie nauki budzą komórki glejowe. Naukowcy odkryli, że występują one w wielu rodzajach różniących się budową i funkcjami. Przypuszczają też, że dokładniejsze zrozumienie mechanizmów działania tych komórek będzie pomocne w leczeniu takich chorób związanych z układem nerwowym, jak choroba Alzheimera, choroba Parkinsona czy schizofrenia.



Schemat budowy neuronu



Neurony – zdjęcie mikroskopowe.

Obserwacja

Obserwacja mikroskopowa tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej

Przeprowadź obserwacje mikroskopowe komórek tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej. Do obserwacji wykorzystaj dostępne preparaty trwałe. Następnie wykonaj w zeszycie schematyczne rysunki wybranego rodzaju tkanki. Przy każdym rysunku zapisz, jaki to rodzaj tkanki oraz jakie było powiększenie obrazu. Na podstawie obserwacji skonstruuj w zeszycie tabelę, w której opiszesz kształt komórek oraz położenie jądra komórkowego.

Porównanie tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej

Rodzaj tkanki	Kształt komórek	Położenie jądra komórkowego
?	?	?
?	?	?
?	?	?

W skrócie

- **Tkanka nabłonkowa** charakteryzuje się zwartym układem komórek i obecnością błony podstawnej. Pełni funkcje ochronne, wydzielnicze i transportowe. Wyróżniamy nabłonki jednowarstwowe (nabłonek: płaski, sześcienny, walcowaty i wielorządowy) oraz wielowarstwowe (np. nabłonek wielowarstwowy płaski).
- **Tkanka mięśniowa** jest zbudowana z komórek lub włókien mających zdolność do kurczenia się. Wyróżniamy trzy rodzaje tkanki mięśniowej:
  - tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną szkieletową,
  - tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną serca,
  - tkankę mięśniową gładką.
- **Tkanka nerwowa** składa się z **neuronów**, które służą do przewodzenia impulsów nerwowych, oraz z **komórek glejowych**, których główną funkcją jest odżywianie i wspomaganie neuronów.

Polecenia kontrolne

1. Podaj po jednym przykładzie elementów występujących w komórkach tkanki nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej świadczących o przystosowaniu tych tkanek do pełnionych funkcji.
2. Porównaj charakterystyczne cechy budowy komórek tworzących tkanki: nabłonkową, mięśniową i nerwową.
3. W pewnym laboratorium pobrano do badań próbki tkanek mięśniowych różnych narządów. Określ, jaki rodzaj tkanki mięśniowej pobrano z: **a)** aorty, **b)** mięśnia brzuchatego łydki, **c)** lewej komory serca, **d)** mięśnia odwodziciela kciuka, **e)** żołądka, **f)** macicy.
4. Określ, na czym polega współdziałanie dwóch rodzajów komórek tkanki nerwowej – neuronów i komórek glejowych.

1.3. Tkanka łączna

Zwróć uwagę na:
- budowę i rodzaje tkanki łącznej,
- funkcje i lokalizację poszczególnych typów tkanki łącznej.

Krew i tkanka kostna to dwie tkanki, z których jedna jest płynna, a druga tworzy najtwardsze struktury naszego organizmu. Mimo to obie należą do tkanek łącznych. Jak to możliwe?

Budowa i rodzaje tkanki łącznej

Tkanka łączna powstaje z tkanki łącznej zarodkowej, której komórki różnicują się i tworzą poszczególne rodzaje tkanek. Każdy z nich ma inne cechy, wynikające z przystosowania do pełnionej funkcji, ale wszystkie składają się z **komórek** oraz **substancji międzykomórkowej**.

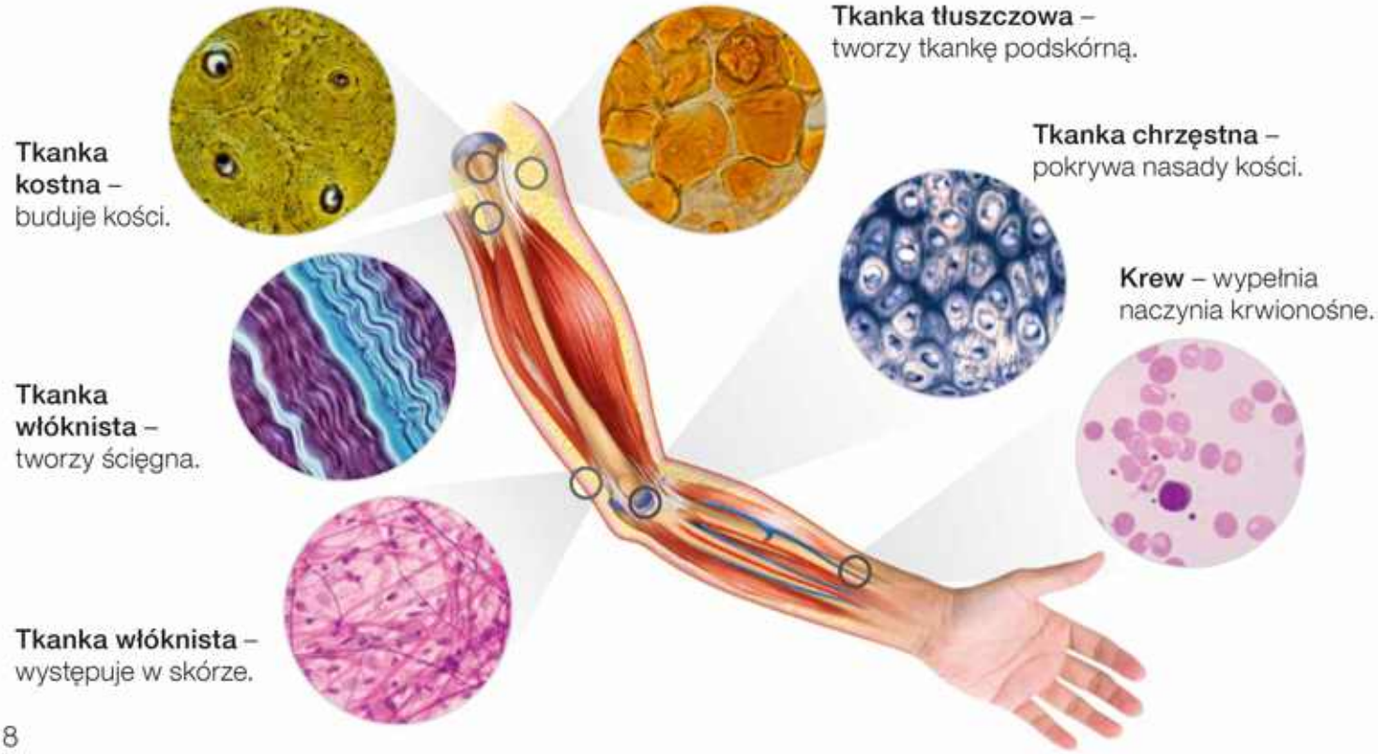
Komórki są zwykle luźno rozrzucone w substancji międzykomórkowej, która składa się z bezpostaciowej substancji podstawowej i włókien białkowych (m.in. włókien kolagenowych i włókien sprężystych).

Do głównych zadań tkanki łącznej należy utrzymywanie łączności między różnymi tkankami. Dlatego występuje ona niemal w każdym z narządów oraz pomiędzy narządami. Jej podział ze względu na pełnione funkcje przedstawiliśmy na schemacie, natomiast przykłady występowania poszczególnych rodzajów tkanki łącznej – na ilustracji.

Wybrane rodzaje tkanki łącznej



Przykłady występowania tkanek łącznych

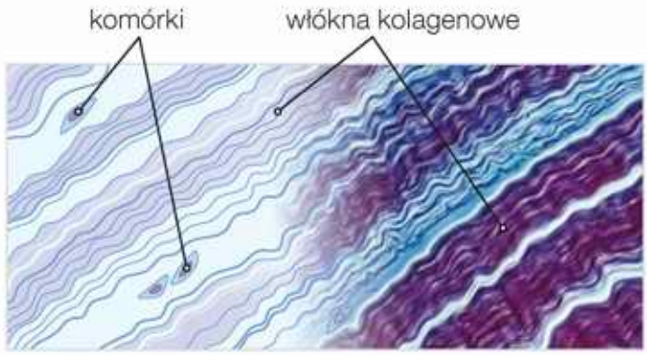


Tkanka łączna właściwa

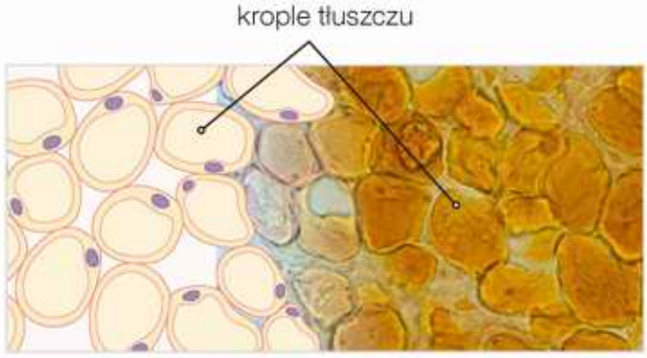
Przykładami tkanki łącznej właściwej są tkanka włóknista oraz tkanka tłuszczowa.

Tkanka włóknista składa się z różnego rodzaju **komórek** oraz z **substancji międzykomórkowej**, w której występują włókna białkowe, głównie kolagenowe. Tkanka ta buduje m.in. ścięgna, więzadła oraz skórę właściwą.

Tkanka tłuszczowa składa się z komórek wypełnionych tłuszczem. U osób dorosłych występuje głównie **tkanka tłuszczowa żółta**. Jej funkcje to magazynowanie substancji zapasowych, amortyzacja i termoizolacja. Drugim rodzajem tkanki tłuszczowej jest **tkanka tłuszczowa brunatna**, która pełni przede wszystkim funkcję termoregulacyjną. U człowieka występuje ona głównie w okresie noworodkowym.



Tkanka włóknista budująca ścięgna (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).



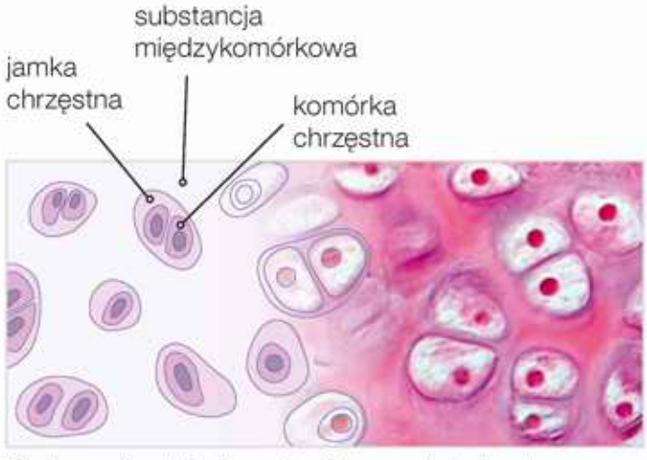
Tkanka tłuszczowa żółta budująca tkankę podskórną (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).

Tkanka łączna podporowa

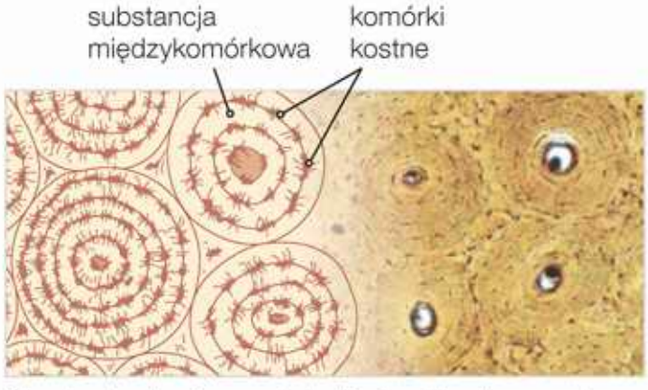
Tkanka łączna podporowa pełni przede wszystkim funkcje ochronne oraz stanowi rusztowanie organizmu. Dzieli się ona na tkankę chrzęstną i tkankę kostną.

Tkanka chrzęstna jest utworzona z **komórek chrzęstnych**, które występują w **jamkach chrzęstnych**, oraz z dużej ilości **substancji międzykomórkowej**. Dzięki obecnym w substancji międzykomórkowej **włóknom białkowym** (kolagenowym i sprężystym) jest ona elastyczna oraz wytrzymała na rozciąganie i ściskanie. Tkanka chrzęstna okrywa powierzchnie stawowe kości, buduje małżowinę uszną i elementy krtani oraz łączy niektóre kości, np. żebra z mostkiem.

Tkanka kostna składa się z **komórek kostnych** oraz z **substancji międzykomórkowej**. Substancja międzykomórkowa zawiera dużą ilość soli mineralnych (np. soli wapnia) nadających jej twardość oraz włókna kolagenowe odpowiadające za elastyczność kości. Jej główną funkcją jest budowanie szkieletu, który jako rusztowanie całego organizmu musi być wytrzymały. Stanowi ona też magazyn soli mineralnych.



Budowa tkanki chrzęstnej (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).



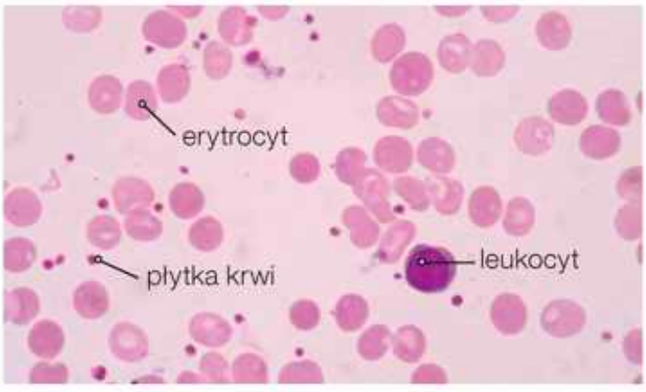
Tkanka kostna (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).

Tkanka łączna płynna

Wyróżniamy dwa rodzaje tkanki łącznej płynnej: **krew** i **limfę**. Poniżej poznasz ogólną budowę i główne funkcje tych tkanek. Szczegółowe informacje na ich temat znajdziesz w rozdziałach: szóstym (układ krążenia) i siódmym (odporność organizmu).

Krew

Tak jak inne rodzaje tkanki łącznej, krew składa się ze **składników komórkowych** oraz dużej ilości **substancji międzykomórkowej**, nazywanej osoczem. Do składników komórkowych należą **krwinki** (czerwone i białe) oraz **płytki krwi** (trombocyty).



Na zdjęciu mikroskopowym widać, że większość składników komórkowych krwi stanowią erytrocyty.

Główne funkcje krwi to:

- transport hormonów oraz substancji pokarmowych i tlenu,
- odprowadzanie końcowych produktów przemiany materii, takich jak dwutlenek węgla oraz mocznik,
- regulacja poziomu wody, elektrolitów oraz temperatury w organizmie,
- udział w procesach odpornościowych.

Krew transportuje substancje pomiędzy różnymi narządami, dzięki czemu łączy wiele układów i zapewnia stałe warunki wewnątrz organizmu. Możemy więc powiedzieć, że najpełniej oddaje istotę i znaczenie tkanki łącznej.

Limfa

Limfa powstaje z płynu tkankowego, będącego przesączem osocza przez włosowate naczynia krwionośne do przestrzeni międzykomórkowych. Zawiera ona znaczną ilość limfocytów oraz substancje, które przenosi między osoczem a tkankami.

Do funkcji limfy należą:

- transport tłuszczów,
- udział w procesach odpornościowych.

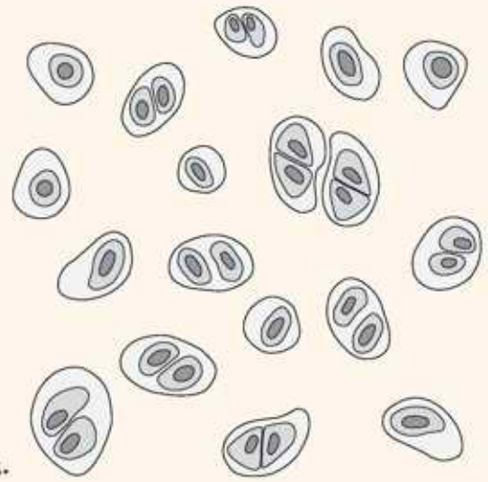
Składniki krwi

Składniki komórkowe (elementy morfotyczne)			Substancja międzykomórkowa – osocze
krwinki czerwone (erytrocyty)	krwinki białe (leukocyty)	płytki krwi (trombocyty)	
• mają kształt dwuwklęsłych dysków, nie zawierają jądra komórkowego i mitochondriów • dzięki obecnej w nich hemoglobinie transportują tlen i częściowo dwutlenek węgla	• mają jądro komórkowe, część z nich jest zdolna do ruchu • odpowiadają za reakcje odpornościowe, neutralizują drobnoustroje, produkują przeciwciała	• to fragmenty komórek otoczone błoną, nie mają jądra komórkowego • biorą udział w krzepnięciu krwi	• składa się głównie z wody (90%) oraz rozpuszczonych lub zawieszonych w niej związków organicznych i nieorganicznych: białek, soli mineralnych, składników pokarmowych i produktów metabolizmu • uczestniczy w transporcie substancji, procesach odpornościowych i krzepnięciu krwi

Obserwacja

Obserwacja mikroskopowa tkanek łącznych

Przeprowadź obserwacje mikroskopowe preparatów trwałych poszczególnych rodzajów tkanki łącznej. Na podstawie obserwacji wykonaj schematyczne rysunki tkanki łącznej: właściwej, podporowej lub płynnej. Wskaż elementy każdej tkanki, które pozwoliły Ci zaklasyfikować ją do określonego rodzaju.



Tkanka chrzęstna.

W skrócie

- **Tkanka łączna** dzieli się na kilka rodzajów tkanek. Ich wspólne cechy to:
  - luźny układ komórek,
  - obecność substancji międzykomórkowej składającej się z bezpostaciowej substancji podstawowej oraz włókien białkowych kolagenowych i włókien sprężystych.
- Do **tkanki łącznej właściwej** zaliczamy:
  - tkankę włóknistą, która m.in. tworzy ścięgna i więzadła,
  - tkankę tłuszczową, która gromadzi materiał zapasowy, amortyzuje oraz pełni funkcję termoizolacyjną.
- **Tkankę łączną podporową** dzielimy na **tkankę kostną** oraz **tkankę chrzęstną**. Tworzą one szkielet i połączenia kości.
- **Tkanka łączna płynna** to krew i limfa. **Krew** składa się z płynnego osocza oraz elementów morfotycznych:
  - **krwinek czerwonych** transportujących tlen i częściowo dwutlenek węgla,
  - **krwinek białych** odpowiadających za reakcje odpornościowe,
  - **płytek krwi** biorących udział w krzepnięciu krwi.

Polecenia kontrolne

1. Opisz różnice w budowie i lokalizacji poszczególnych rodzajów tkanki łącznej właściwej.
2. Skonstruuj tabelę porównującą budowę, funkcje i lokalizację tkanki kostnej oraz tkanki chrzęstnej.
3. Podaj, który składnik tkanki kostnej odpowiada za jej twardość.
4. Określ, które cechy krwi umożliwiają zaklasyfikowanie jej do tkanek łącznych.
5. Scharakteryzuj wybraną funkcję krwi. Uwzględnij w odpowiedzi, jak tkanka ta jest przystosowana do pełnienia tej funkcji.

Podsumowanie

1 Hierarchiczna budowa organizmu

KOMÓRKA	TKANKA	NARZĄD	UKŁAD NARZĄDÓW	ORGANIZM
podstawowa jednostka budulcowa i funkcjonalna organizmu	zespół komórek o podobnej budowie i wspólnym pochodzeniu, pełniący określone funkcje	zespół tkanek wyspecjalizowanych w pełnieniu określonych funkcji	zespół narządów współdziałających przy wykonywaniu danej czynności	współdziałające układy narządów, tworzące funkcjonalną całość

2 Układy narządów człowieka i ich funkcje

Rodzaj układu narządów	Funkcje
Układ mięśniowy (czynna część układu ruchu)	• Odpowiada za poruszanie się.
Układ szkieletowy (bierna część układu ruchu)	• Utrzymuje ciężar ciała i nadaje ciału kształt. • Ochrania narządy wewnętrzne. • Magazynuje sole mineralne.
Układ oddechowy	• Zapewnia wymianę gazową.
Skóra	• Chroni przed infekcjami i urazami mechanicznymi. • Odpowiada za odbieranie bodźców ze środowiska zewnętrznego. • Uczestniczy w termoregulacji.
Układ pokarmowy	• Odpowiada za pobieranie, trawienie i wchłanianie pokarmu. • Umożliwia usuwanie niestrawionych resztek pokarmu.
Układ krwionośny	• Transportuje różne substancje.
Układ limfatyczny	• Odpowiada za reakcje obronne organizmu. • Transportuje tłuszcze.
Układ nerwowy	• Zapewnia reakcje na bodźce odbierane ze środowiska. • Koordynuje pracę narządów wewnętrznych.
Układ hormonalny	• Reguluje procesy życiowe za pomocą hormonów.
Układ moczowy	• Odpowiada za wydalanie niektórych produktów przemiany materii, np. mocznika.
Układ rozrodczy	• Umożliwia rozmnażanie się. • Zapewnia wytwarzanie komórek płciowych.

3 **Homeostaza** – zdolność organizmu do utrzymywania względnie stałych warunków środowiska wewnętrznego. Za homeostazę odpowiadają mechanizmy homeostatyczne.

4 Podział i charakterystyka tkanek zwierzęcych

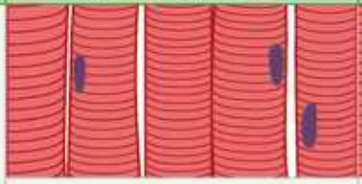
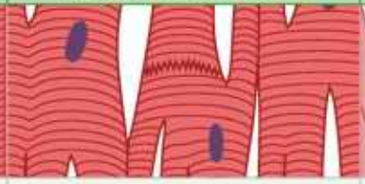
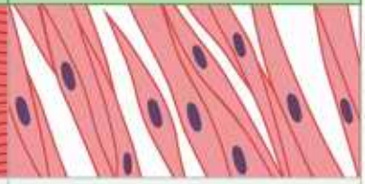
Tkanki zwierzęce

tkanka nabłonkowa	tkanka mięśniowa	tkanka nerwowa	tkanka łączna
• zwarty układ komórek • komórki ułożone na błonie podstawnej	• wydłużone komórki lub włókna mięśniowe • komórki i włókna mięśniowe mają zdolność kurczenia się	• neurony z licznymi wypustkami • komórki glejowe m.in. odżywiające neurony	• luźny układ komórek • dużo substancji międzykomórkowej z włóknami białkowymi

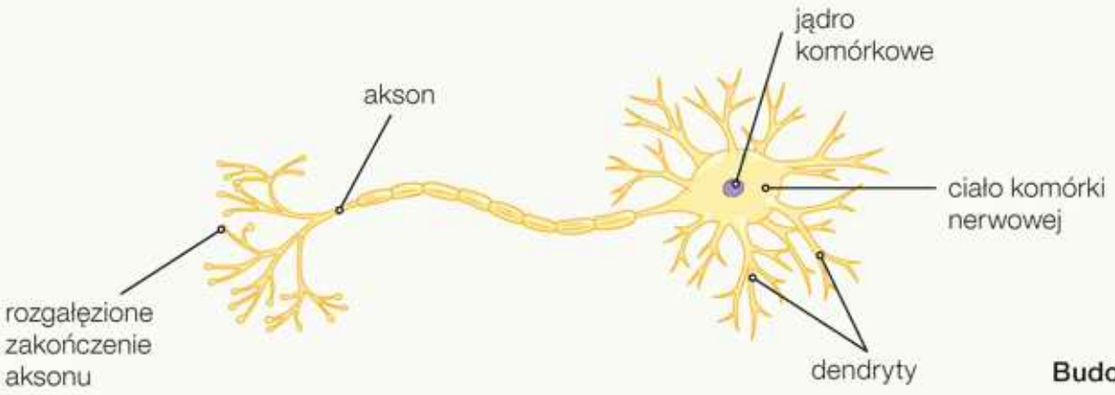
5 Budowa i funkcje różnych rodzajów tkanki nabłonkowej

Rodzaj tkanki nabłonkowej	Budowa	Funkcje
Nabłonek jednowarstwowy płaski	• Jego komórki są płaskie.	• Umożliwia transport różnych substancji, np. tlenu i dwutlenku węgla.
Nabłonek jednowarstwowy sześcienny	• Jego komórki mają kształt sześcianów.	• Wydziela i wchłania różne substancje. • Wyściela przewody wyprowadzające różnych gruczołów.
Nabłonek jednowarstwowy walcowaty	• Jego komórki mają kształt walca. • Komórki mogą mieć wypustki (mikrokosmki).	• Wchłania i wydziela różne substancje.
Nabłonek jednowarstwowy wielorzędowy	• Jego komórki są wysokie lub niskie. Mają kształt walca. • Komórki mogą mieć rzęski.	• Wyściela znaczną część dróg oddechowych. • Usuwa zanieczyszczenia.
Nabłonek wielowarstwowy płaski	• Składa się z wielu warstw komórek ułożonych jedna na drugiej.	• Zapewnia organizmowi ochronę, np. przed wniknięciem drobnoustrojów chorobotwórczych.

6 Charakterystyka różnych rodzajów tkanki mięśniowej

Porównywana cecha	Rodzaj tkanki mięśniowej		
	tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa	tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana serca	tkanka mięśniowa gładka
Kształt komórek lub włókien			
	włókna długie, cylindryczne	komórki widlasto rozgałęzione, połączone wstawkami	komórki wydłużone, zwężone na końcach
Liczba i lokalizacja jąder komórkowych	dużo jąder komórkowych położonych na obrzeżach	jedno lub dwa jądra komórkowe położone centralnie	jedno jądro komórkowe położone centralnie
Rodzaj skurczów	skurcze prawie zawsze zależne od woli	skurcze szybkie i niezależne od woli	skurcze powolne, długotrwałe, niezależne od woli
Występowanie	mięśnie szkieletowe	serce	ściany narządów wewnętrznych, np. jelit

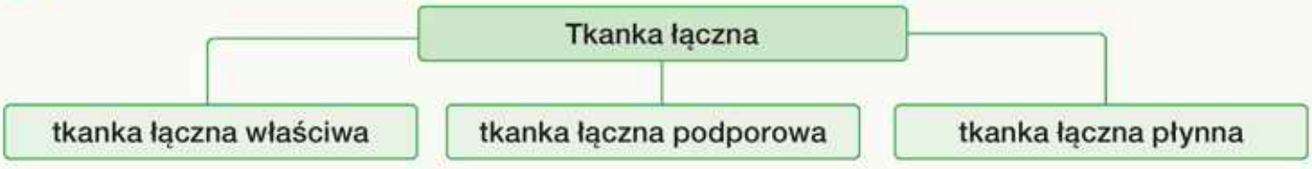
7 Budowa i funkcje komórek tkanki nerwowej



Budowa neuronu.

Komórki nerwowe (neurony)	Komórki glejowe
• przewodzą impulsy nerwowe • odbierają bodźce ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego • kontrolują i koordynują pracę narządów	• dostarczają neuronom substancji odżywczych • tworzą osłonki mielinowe wokół aksonów

8 Rodzaje tkanki łącznej



Rodzaje i funkcje tkanki łącznej właściwej

Tkanka włóknista	• tworzy ścięgna, które przyczepiają mięśnie do kości, oraz wiązadła wzmacniające połączenia kości
Tkanka tłuszczowa	• magazynuje substancje zapasowe, jest odpowiedzialna za amortyzację i termoizolację

Rodzaje, budowa i funkcje tkanki łącznej podporowej

Rodzaj tkanki	Budowa	Funkcje
Tkanka chrzęstna	Składa się z komórek chrzęstnych i substancji międzykomórkowej.	• buduje powierzchnie stawowe i niektóre połączenia kości • buduje małżowinę uszną i elementy krtani
Tkanka kostna	Jest zbudowana z komórek kostnych i substancji międzykomórkowej wysyconej solami mineralnymi.	• buduje kości

Rodzaje, budowa i funkcje tkanki łącznej płynnej

Rodzaj tkanki	Budowa	Funkcje
Krew	Składa się z elementów morfotycznych (krwinek czerwonych, krwinek białych, płytek krwi) oraz osocza.	• transportuje substancje • reguluje poziom wody i elektrolitów oraz temperaturę ciała • uczestniczy w procesach odpornościowych
Limfa	Składa się z przesączu płynu tkankowego i białych krwinek (głównie limfocytów).	• transportuje substancje (głównie tłuszcze) • uczestniczy w procesach odpornościowych

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

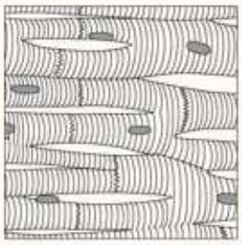
1 **Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie przyporządkuj podane elementy do właściwych poziomów organizacji budowy ciała.** (1 p.)

nabłonek wielowarstwowy płaski, limfa, neuron, serce, erytrocyt, nerka, krew, płuco, limfocyt

Komórka	Tkanka	Narząd
?	?	?

2 **Przyporządkuj przedstawionym na ilustracjach rodzajom tkanek (A–D) odpowiednie nazwy wybrane spośród 1–5. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (4 p.)

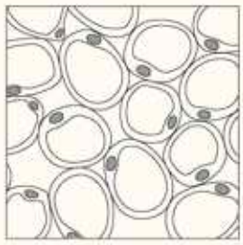
A.



B.



C.



D.



1. Tkanka kostna zbita.
2. Tkanka nabłonkowa wielowarstwowa płaska.
3. Tkanka chrzęstna.
4. Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana serca.
5. Tkanka tłuszczowa.

3 **Podaj nazwy tkanek pełniących wymienione poniżej funkcje (A–F). Wybierz je spośród podanych. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (6 p.)

krew, tkanka włóknista, tkanka nerwowa, tkanka tłuszczowa, limfa, tkanka chrzęstna, tkanka kostna

A. Transport gazów oddechowych.
B. Tworzenie ścięgien i więzadeł.
C. Przewodzenie impulsów nerwowych.
D. Magazynowanie tłuszczów.
E. Transport tłuszczów.
F. Tworzenie powierzchni stawowych.

4 **Podaj nazwę opisanej tkanki. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

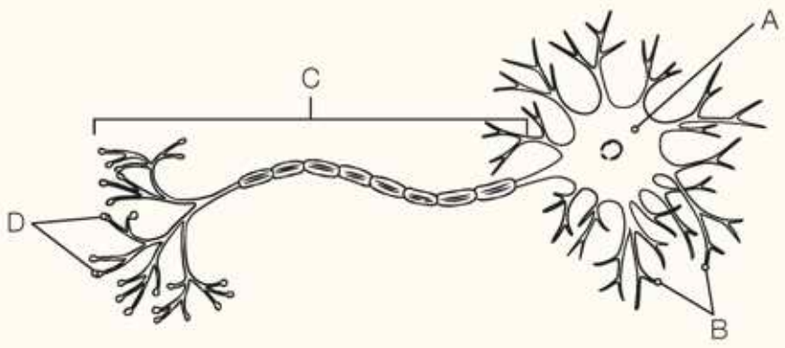
Tkanka ta należy do tkanek łącznych. Ma ona liczne włókna kolagenowe, dzięki którym jest elastyczna i wytrzymała na ściskanie. Buduje małżowinę uszną oraz niektóre połączenia kości, m.in. żeber i mostka.

5 **Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie przyporządkuj podane cechy do właściwych rodzajów tkanki mięśniowej. Wpisz ich oznaczenia literowe (A–F) w odpowiednich miejscach tabeli.** (6 p.)

A. Skurcze tej tkanki są powolne, długotrwałe i niezależne od woli.
B. Brak prążkowania.
C. Włókna mięśniowe są długie i cylindryczne, a jądra komórkowe znajdują się na ich obrzeżach.
D. Skurcze tkanki są prawie zawsze zależne od woli.
E. Komórki mięśniowe są wydłużone i zwężone na końcach, mają jedno, centralnie położone jądro komórkowe.
F. Na preparatach mikroskopowych widoczne jest poprzeczne prążkowanie włókien.

Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa	Tkanka mięśniowa gładka
?	?

6 Na ilustracji przedstawiono budowę pewnej komórki. (7 p.)



a) Podaj nazwę komórki przedstawionej na ilustracji. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

b) Wybierz te funkcje spośród A–E, które pełni komórka przedstawiona na ilustracji. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

A. Przewodzi impulsy nerwowe.
B. Dostarcza substancje odżywcze do komórek tkanki nerwowej.
C. Tworzy osłonkę mielinową wokół aksonów.
D. Odbiera bodźce ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego.
E. Przekazuje informacje do różnych narządów.

c) Przyporządkuj poszczególnym elementom komórki oznaczonym na ilustracji literami A–D odpowiednie nazwy (1–4). Odpowiedź zapisz w zeszycie.

1. Dendryty.
2. Akson.
3. Ciało komórki.
4. Rozgałęzione zakończenie aksonu.



2. Skóra – powłoka ciała

To było w szkole podstawowej!

☑ Funkcje skóry:

- ochrona, np. przed urazami mechanicznymi,
- termoregulacja,
- wydalanie, np. nadmiaru wody,
- wydzielanie, np. łoju,
- synteza witaminy D_3,
- odbieranie bodźców z otoczenia.

☑



☑ **Wytwory naskórka** – włosy, paznokcie, gruczoły potowe, gruczoły łojowe, gruczoły mlekowe.

2.1. Budowa i funkcje skóry

Zwróć uwagę na:

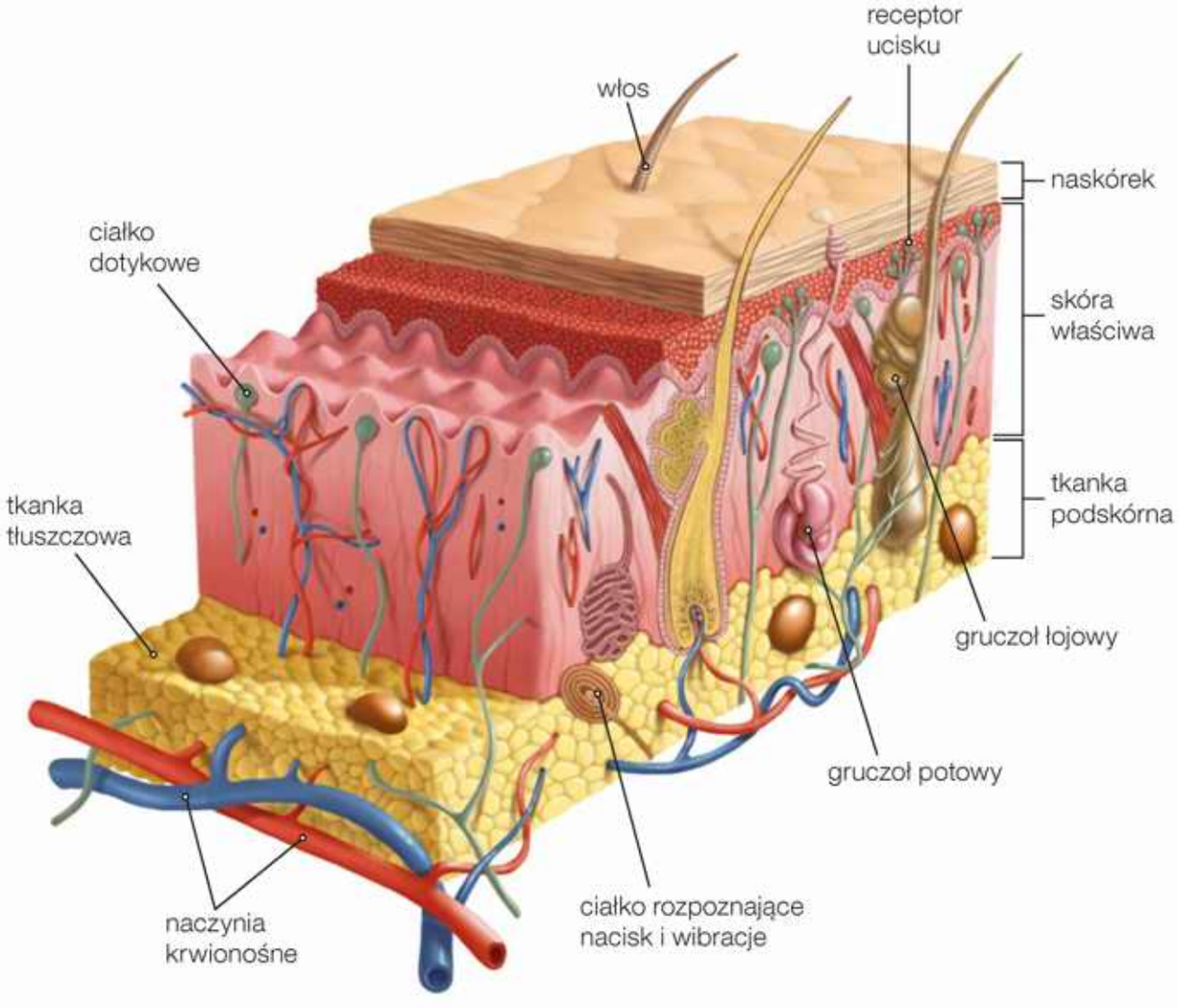
- związek pomiędzy budową a funkcjami skóry,
- wytwory naskórka, takie jak: włosy, paznokcie i gruczoły,
- rolę skóry w termoregulacji, odbiorze bodźców oraz syntezie witaminy D_3.

Skóra jest największym narządem naszego ciała. U dorosłego człowieka stanowi ona ok. 15% jego masy i ma powierzchnię ok. 2 m^2. Dzięki swojej budowie skóra chroni organizm przed utratą wody oraz wpływem czynników zewnętrznych, takich jak promieniowanie UV, zmiany temperatury czy drobnoustroje chorobotwórcze. W dalszej części tekstu dowiesz się więcej o jej właściwościach.

Jak są zbudowane skóra i tkanka podskórna?

Skóra człowieka składa się z dwóch warstw ułożonych jedna na drugiej: **naskórka** i **skóry właściwej**. Pod skórą znajduje się **tkanka podskórna**. Budowę skóry oraz tkanki podskórnej możesz prześledzić na poniższej ilustracji. Zwróć uwagę na występujące w nich struktury.

Budowa skóry i tkanki podskórnej człowieka



Naskórek

Naskórek jest zbudowany z tkanki nabłonkowej wielowarstwowej. Stanowi on najbardziej zewnętrzną część skóry i składa się z dwóch głównych części:

- **warstwy zrogowaciałej** – stwardniałej wskutek odkładania się keratyny,
- **warstwy rozrodczej** – zdolnej do podziałów i tworzenia nowych komórek.

W jaki sposób budowa naskórka wpływa na jego funkcje? Keratyna, która odkłada się w komórkach zewnętrznej warstwy naskórka, jest białkiem nierozpuszczalnym w wodzie i niezwykle wytrzymałym na czynniki chemiczne oraz fizyczne. To dzięki niej oraz dzięki zwartemu układowi komórek naskórek tworzy skuteczną barierę przed czynnikami zewnętrznymi oraz chroni organizm przed utratą wody.

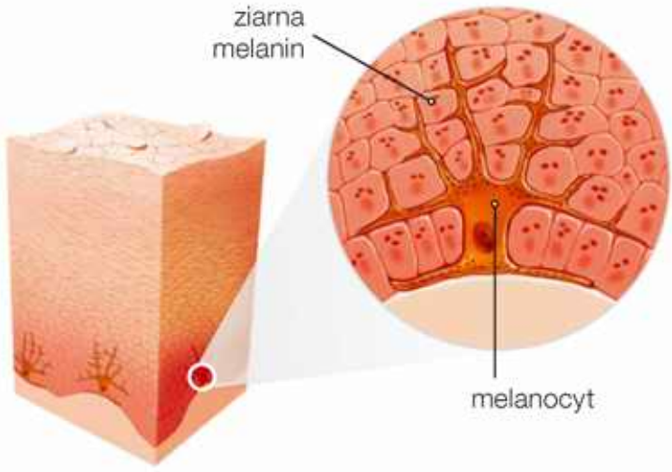
Warstwa zrogowaciała naskórka systematycznie się złuszcza, ale jest odnawiana dzięki komórkom warstwy rozrodczej, które intensywnie dzielą się mitotycznie. Nowo powstałe komórki są wypychane ku powierzchni skóry, gdzie rogowacieją i tworzą warstwę martwych komórek.

W warstwie rozrodczej naskórka występują też komórki zwane **melanocytami**. Produkują one barwniki – **melaniny**. Rolą melanin jest ochrona skóry przed szkodliwym działaniem promieniowania ultrafioletowego. Od ilości tych barwników zależy kolor naszej skóry.

Czym są linie papilarne?

Linie papilarne to listewki skórne na powierzchni skóry dłoni i podeszwach stóp. Pomiędzy listewkami występują bruzdy. Sprawia to, że powierzchnia skóry jest nierówna, dzięki czemu zwiększa się chwytność palców.

> **Czy wiesz, że...**
>
> Układ linii papilarnych jest charakterystyczny dla każdego z nas i pozostaje niezmienny do końca naszego życia. Nawet jeśli się zranimy, to linie odzyskają swój pierwotny kształt.



Melanocyty znajdujące się w naskórku wytwarzają barwniki – melaniny.

Skóra właściwa

Skóra właściwa stanowi znaczenie grubszą warstwę niż naskórek. Jest ona zbudowana głównie z **tkanki łącznej włóknistej**, w której występują liczne **włókna białkowe** (np. włókna kolagenowe) nadające skórze wytrzymałość mechaniczną, elastyczność i rozciągliwość.

W skórze właściwej znajdują się też liczne **naczynia krwionośne**, dzięki czemu może ona usuwać szkodliwe produkty przemiany materii i uczestniczyć w termoregulacji. Ponadto występujące w niej **receptory** umożliwiają odbiór informacji ze środowiska zewnętrznego.

Jakie funkcje pełni tkanka podskórna?

Tkanka podskórna jest utworzona głównie z tkanki tłuszczowej, dzięki której może pełnić funkcje:

- **termoizolacyjną** – chroni ciało przed utratą ciepła,
- **amortyzującą** – chroni ciało przed uszkodzeniami mechanicznymi,
- **zapasową** – stanowi rezerwę energetyczną organizmu.

Grubość tkanki podskórnej oraz zawartość w niej tkanki tłuszczowej zależą m.in. od okolicy ciała, płci oraz stopnia odżywienia organizmu.

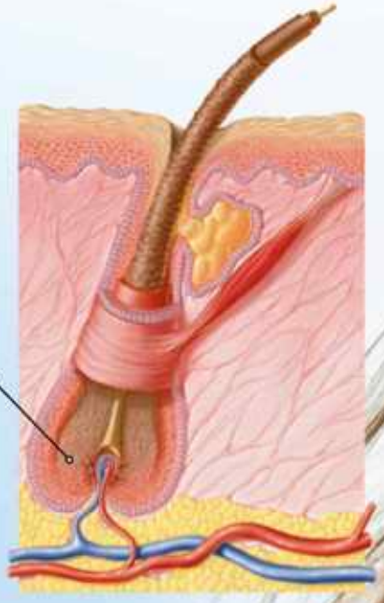
Wytwory naskórka

Wytwory naskórka to różne struktury, które powstają z komórek nabłonkowych i są głęboko umiejscowione w skórze właściwej. Zaliczamy do nich włosy, paznokcie oraz gruczoły – potowe, łojowe i mlekowe.



Włosy

Są zbudowane z komórek wypełnionych keratyną (z wyjątkiem cebulki włosa). U człowieka występują w postaci szczątkowej, głównie na skórze głowy, okolic pach i łona. U innych ssaków pełnią funkcję termoizolacyjną.



Cebulka włosa zawiera komórki, które odpowiadają za jego wzrost. Jest ona odżywiana za pośrednictwem naczyń krwionośnych.

Paznokcie

Są zbudowane głównie z keratyny. Ochraniają końcówki palców i wzmacniają odbiór wrażeń dotykowych przez opuszki palców.





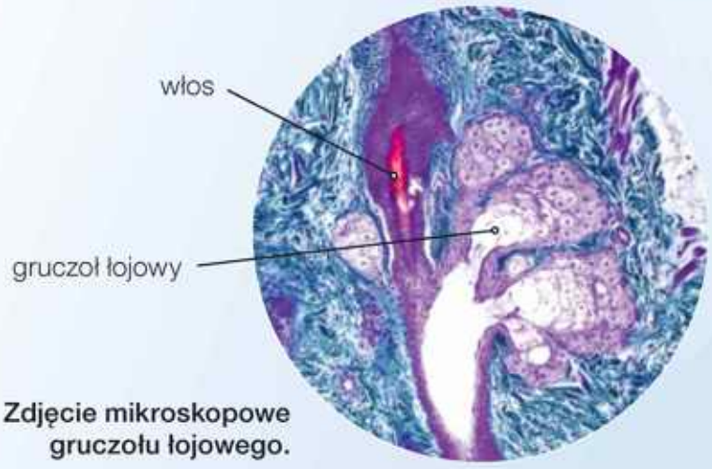
Warstwy komórek paznokcia z keratyną (zdjęcie mikroskopowe SEM).

Gruczoły

Gruczoły łojowe

Znajdują się przy ujściu mieszków włosowych. Wydzielina tych gruczołów – łój – natłuszcza włosy i naskórek, dzięki czemu są one bardziej elastyczne. Dodatkowo stanowi ona barierę ochronną przed chorobotwórczymi bakteriami i grzybami.





Zdjęcie mikroskopowe gruczołu łojowego.

Gruczoły potowe

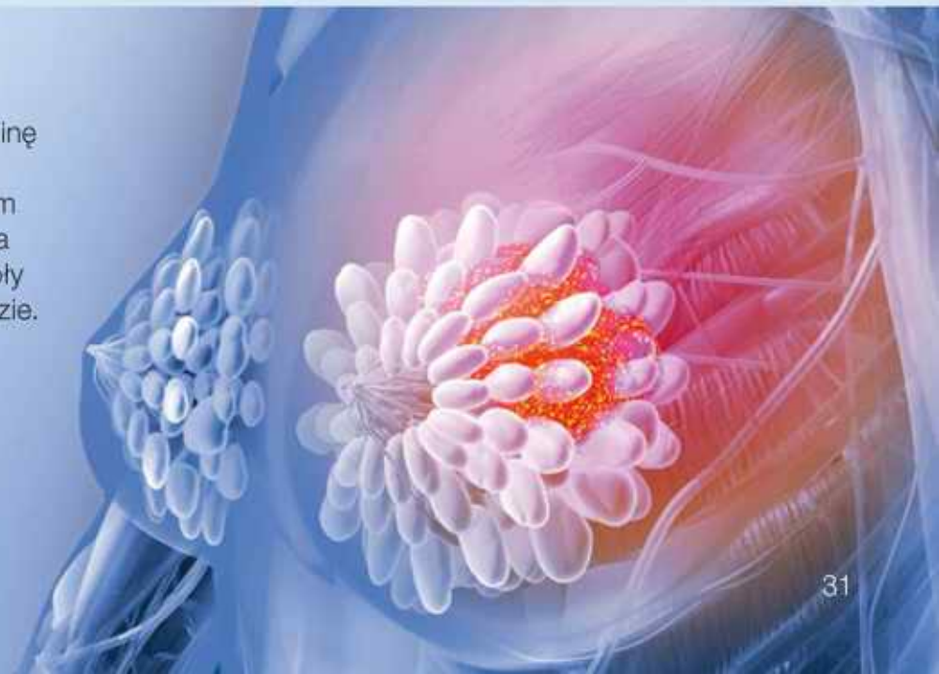
Są rozsiane po całym ciele, ale najliczniej występują w okolicy pach, na spodniej stronie stóp i dłoni oraz na czole. Wydzielają pot, który odgrywa ważną rolę w termoregulacji i wydalaniu zbędnych produktów przemiany materii, a także przeciwdziała rozwojowi chorobotwórczych bakterii i grzybów.



Zdjęcie mikroskopowe gruczołu potowego.

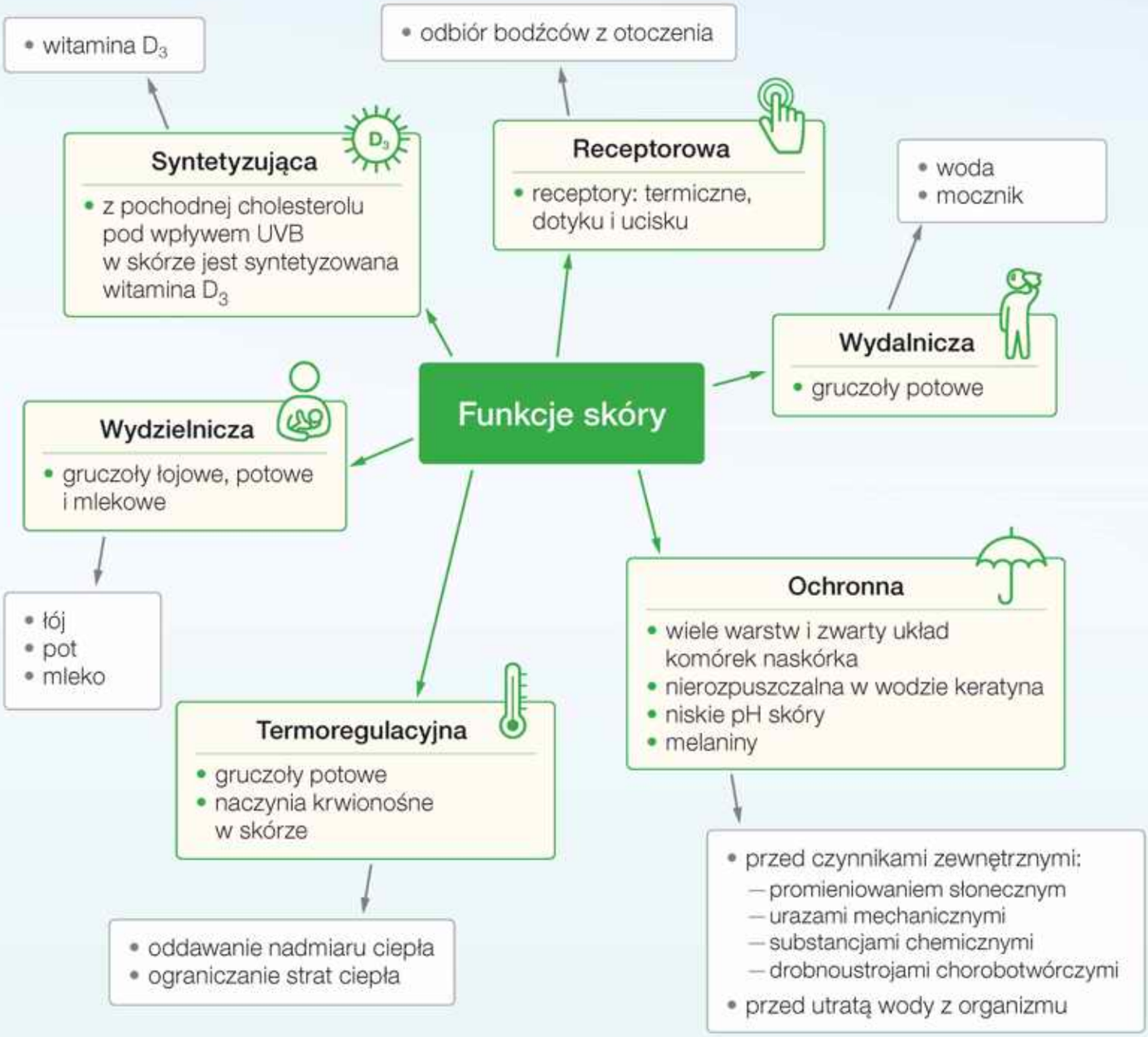
Gruczoły mlekowe

Wydzielają mleko, które stanowi mieszaninę białek, tłuszczów, cukrów, witamin, hormonów i przeciwciał. Jest ono źródłem składników pokarmowych dla noworodka oraz wspomaga jego odporność. Gruczoły mlekowe są aktywne u kobiety po porodzie.



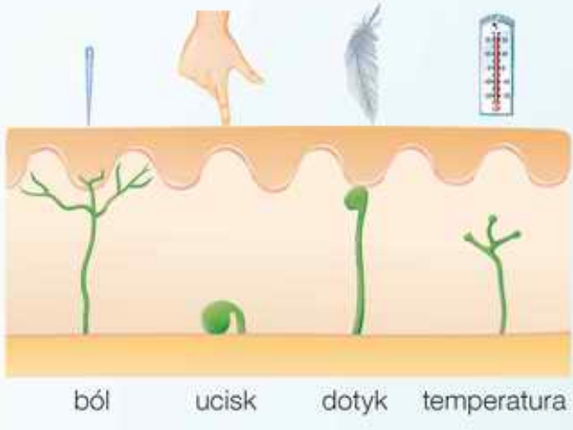
Funkcje skóry

Skóra pełni funkcje: ochronną, wydzielniczą, wydalniczą, syntetyzującą, receptorową i termoregulacyjną. Na schemacie możesz zobaczyć, które elementy skóry odpowiadają za każdą z nich.



Funkcja receptorowa skóry

W skórze występują receptory: bólu (wolne zakończenia nerwowe), ucisku, dotyku, ciepła oraz zimna. Umożliwiają one odbiór informacji z otaczającego nas świata, np. sprawiają, że w odpowiednim momencie zabierzemy rękę, gdy dotknięty przedmiot będzie zbyt zimny lub zbyt gorący.

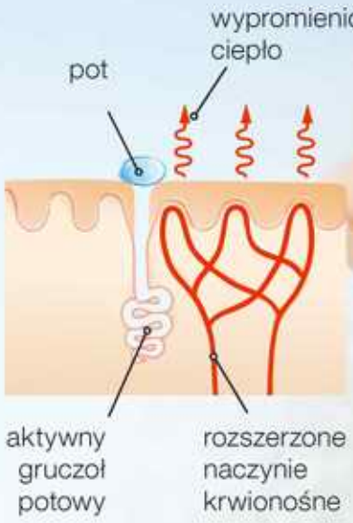


Udział skóry w termoregulacji

Skóra chroni organizm zarówno przed przegrzaniem, jak i przed wyziębieniem.

Ochrona przed przegrzaniem

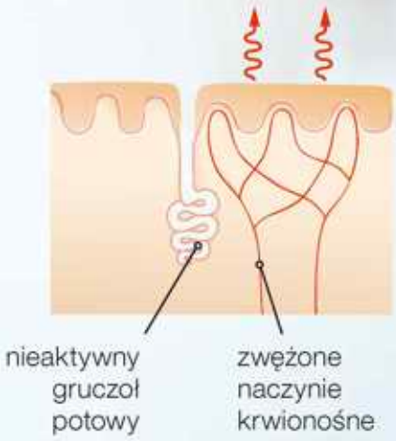
Kiedy w środowisku panuje **zbyt wysoka temperatura**, gruczoły potowe są aktywne i wydzielają pot, który paruje z powierzchni skóry i zabiera nadmiar ciepła z organizmu. Skórne naczynia krwionośne rozszerzają się, dzięki czemu tuż pod powierzchnią skóry przepływa większa ilość krwi, która oddaje nadmiar ciepła do otoczenia.





Ochrona przed wyziębieniem

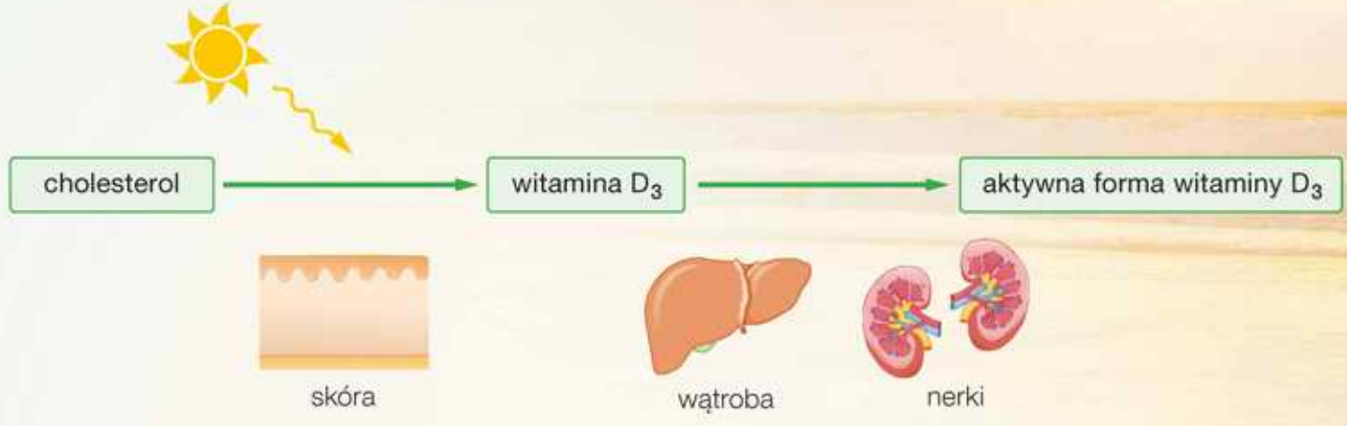
Kiedy w środowisku panuje **zbyt niska temperatura**, gruczoły potowe nie są aktywne – nie wydzielają potu. Skórne naczynia krwionośne kurczą się, co powoduje, że zmniejsza się przepływ krwi tuż pod powierzchnią skóry. W efekcie organizm oddaje do otoczenia mniej ciepła.





Jak skóra syntetyzuje witaminę D_3?

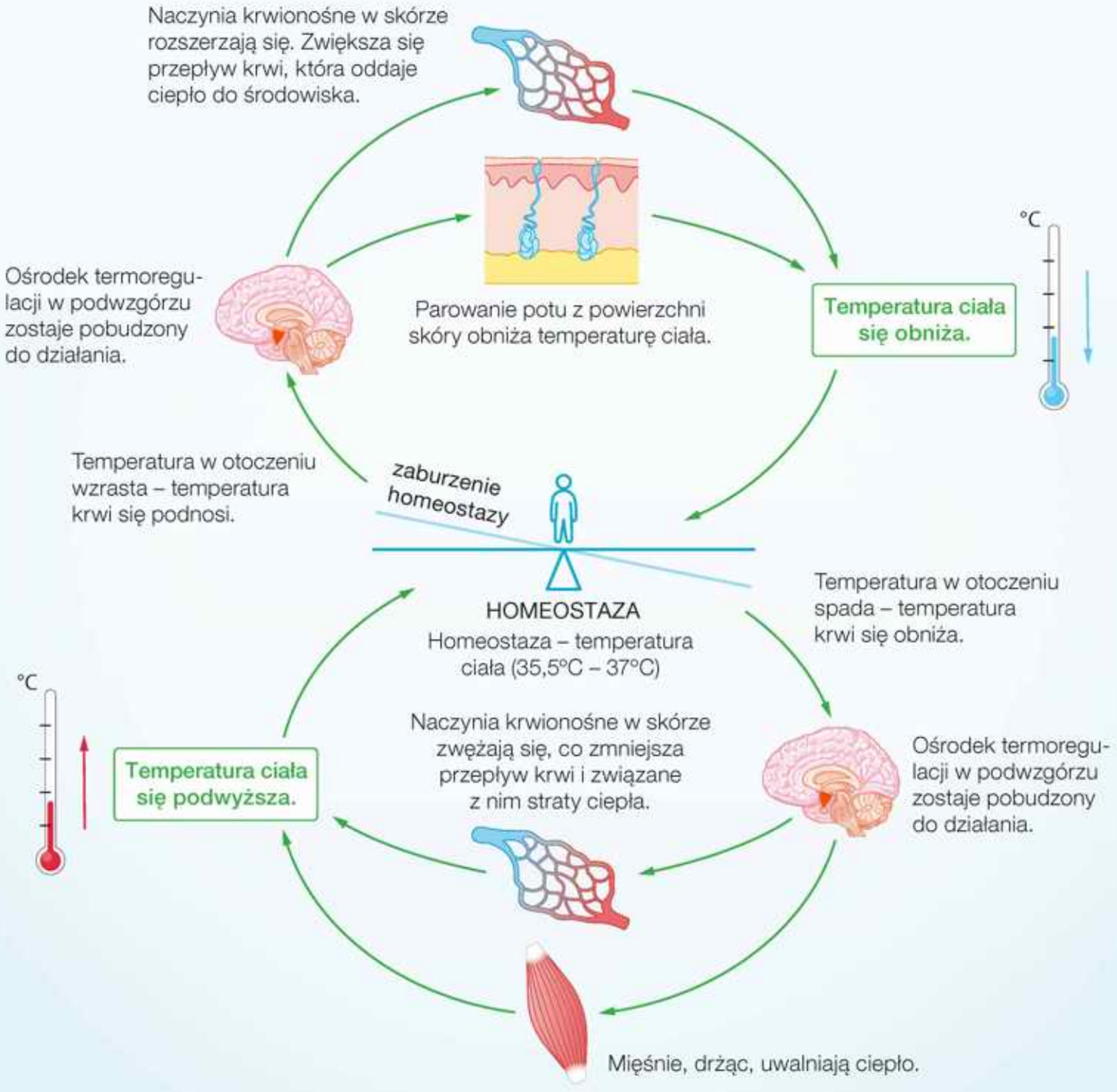
W skórze, głównie w warstwie rozrodczej naskórka, pod wpływem światła słonecznego i ciepła pochodna cholesterolu jest przekształcana w witaminę D_3. Jest ona transportowana do wątroby, a następnie do nerek, gdzie jest przekształcana w formę aktywną. Ocenia się, że ok. 80% potrzebnej organizmowi ilości witaminy D_3 pochodzi właśnie z syntezy w skórze. Należy jednak pamiętać, że na syntezę witaminy D_3 przez skórę wpływają m.in.: pora roku, zachmurzenie i zanieczyszczenia powietrza, szerokość geograficzna, stosowanie kremów z filtrem, karnacja i wiek skóry.



Mechanizm termoregulacji

Temperatura naszego ciała utrzymuje się na mniej więcej stałym poziomie, ok. 36,6°C (może się wahać w zakresie 35,5–37°C). Obniżenie lub podwyższenie temperatury jest rejestrowane przez **receptory ciepła i zimna** rozmieszczone w skórze i przesyłane do **ośrodka termoregulacji** znajdującego się w podwzgórzu. Ośrodek termoregulacji uruchamia odpowiednie **mechanizmy homeostatyczne**:

- gdy **temperatura jest zbyt wysoka**, gruczoły potowe zostają pobudzone do wydzielania potu, a znajdujące się w skórze naczynia krwionośne rozszerzają się. Sprawia to, że nadmiar ciepła jest uwalniany przez powierzchnię skóry;
- gdy **temperatura jest zbyt niska**, zaczynają drżeć mięśnie, a skórne naczynia krwionośne zwężają się. Ogranicza to ochładzanie krwi przepływającej przez powierzchniowe warstwy ciała.



Przepis na „drugą skórę”?

Bliżej życia

Pierwsze znane opisy operacji z przeszczepem skóry pochodzą z VI w. p.n.e, z traktatu hinduskiego lekarza Sushrutha, i dotyczą odtwarzania nosów u przestępców ukaranych przez obcięcie nosa. Z czasem zauważono, że większe prawdopodobieństwo powodzenia zabiegu występuje wtedy, gdy dawca skóry i jej biorca to ta sama osoba. Jednak jeżeli uszkodzenia były rozległe, problemem było pobranie odpowiedniej ilości skóry do przeszczepu. Tak powstała myśl o wyprodukowaniu ludzkiej skóry w laboratorium. Obecnie jest to już możliwe, a do hodowli pobiera się komórki skóry pacjenta, które w sprzyjających warunkach odtwarzają strukturę skóry człowieka. Naukowcy potrafią nawet dobrać odpowiedni odcień „drugiej skóry”, tak by był on zgodny z karnacją pacjenta, oraz doprowadzić do wytworzenia podskórnych naczyń krwionośnych.



Skóra wyhodowana w laboratorium. Wystarczy kilka dni od pobrania komórek od pacjenta, aby w warunkach laboratoryjnych wyhodować skórę wystarczającą do pokrycia ubytków o powierzchni kilkudziesięciu centymetrów kwadratowych.

W skrócie

- Skóra człowieka składa się z dwóch warstw: **naskórka** i **skóry właściwej**.
- **Naskórek** jest zbudowany z tkanki nabłonkowej wielowarstwowej. Wyróżniamy w nim dwie główne części **warstwę zrogowaciałą** i **warstwę rozrodczą**.
- Do wytworów naskórka należą: **włosy** (chronią ciało przed czynnikami środowiska), **paznokcie** (chronią opuszki palców przed uszkodzeniami) oraz **gruczoły**: **potowe** (wydzielają pot, który uczestniczy w termoregulacji i wydalaniu), **łojowe** (wydzielają łój, który uelastycznia włosy i naskórek) i **mlekowe** (wydzielają mleko, które stanowi pokarm dla noworodka).
- Skóra właściwa jest zbudowana głównie z **tkanki łącznej włóknistej**. Znajdują się w niej **naczynia krwionośne**, **zakończenia nerwowe**, **receptory**: **bólu**, **ucisku**, **dotyku**, **ciepła** i **zimna** oraz **wytwory naskórka**. W warstwie tej występują też liczne włókna białkowe sprawiające, że jest ona wytrzymała na rozciąganie.
- **Tkanka podskórna** występuje pod skórą właściwą i jest zbudowana głównie z **tkanki tłuszczowej**. Stanowi ona **rezerwę energetyczną organizmu**, **chroni przed urazami mechanicznymi** oraz **pełni funkcję termoizolacyjną**.
- Funkcje skóry: **ochronna**, **wydzielnicza**, **termoregulacyjna**, **wydalnicza**, **syntetyzująca** (skóra, pod wpływem światła, syntetyzuje witaminę D_3) i **receptorowa**.

Polecenia kontrolne

1. Wykaż związek pomiędzy budową a funkcjami skóry.
2. Opisz, w jaki sposób skóra umożliwia utrzymywanie stałej temperatury naszego ciała.
3. Wykaż, że skóra jest również narządem zmysłu.

2.2. Choroby i higiena skóry

Zwróć uwagę na:
- przyczyny oraz profilaktykę wybranych chorób skóry,
- związek między nadmierną ekspozycją na promieniowanie UV a starzeniem się skóry i ryzykiem rozwoju nowotworów.

„Pokaż mi swoją skórę, a powiem Ci, jaka jest kondycja Twojego organizmu" – tak możemy opisać zależność między stanem skóry a funkcjonowaniem innych narządów, nawodnieniem organizmu czy niedoborem określonych witamin i minerałów. Dlatego ważne jest wczesne rozpoznanie przyczyn zmian w wyglądzie skóry.

Diagnostyka chorób skóry

Budową i funkcjonowaniem skóry, a także jej schorzeniami zajmuje się **dermatologia**. Lekarze dermatolodzy najczęściej przeprowadzają dwa badania: dermatoskopię i badanie mikroskopowe.

Dermatoskopia jest nieinwazyjnym badaniem polegającym na oglądaniu zmian skórnych za pomocą dermatoskopu. To urządzenie, które pozwala na uzyskanie trójwymiarowego obrazu skóry w około dwudziestokrotnym powiększeniu. Dzięki temu można dokładnie przeanalizować zmiany zachodzące w obrębie znamion, co jest ważne m.in. w diagnostyce nowotworów skóry.



Nowoczesnym badaniem pozwalającym na monitorowanie zmian na skórze jest videodermatoskopia. W badaniu tym lekarz analizuje zmiany za pomocą specjalnych programów komputerowych.



Niedoskonałości skóry mogą stać się atutem i symbolem naszej wyjątkowości. Na zdjęciu Winnie Harlow – modelka z bielactwem.

Badanie mikroskopowe polega na pobraniu od pacjenta materiału zmienionego chorobowo, np. wycinka skóry, i obserwowaniu go pod mikroskopem. Często uzupełnia się je prowadzeniem hodowli drobnoustrojów występujących na pobranej próbce. Badanie mikroskopowe wykorzystuje się w diagnostyce nowotworów skóry oraz chorób grzybiczych i bakteryjnych.

Choroby skóry

Skóra jako najbardziej zewnętrzny narząd człowieka jest narażona na ciągły kontakt z zanieczyszczeniami, promieniowaniem UV i drobnoustrojami chorobotwórczymi. Jeżeli skóra jest zdrowa, radzi sobie dobrze z ochroną ciała. Osłabienie kondycji skóry może natomiast powodować choroby.

Jak nadmiar promieniowania UV wpływa na skórę?

Nadmierne oddziaływanie promieniowania UV na naszą skórę może mieć negatywne konsekwencje w postaci oparzeń, rozwoju nowotworów skóry oraz przyspieszenia jej starzenia się.



Objawy oparzenia słonecznego to ból, zaczerwienienie skóry lub pojawienie się na niej pęcherzy.

Oparzenia słoneczne

Nadmierne opalanie się może doprowadzić do oparzeń skóry, dlatego przed wyjściem z domu w słoneczne dni należy stosować kosmetyki ochronne z filtrem o dużej zdolności pochłaniania promieniowania UV. Trzeba także pamiętać o ograniczaniu czasu opalania, szczególnie między godziną 11.00 a 14.00.

Rozwój nowotworów skóry

Promieniowanie UV jest jednym z czynników ryzyka rozwoju nowotworów złośliwych skóry, spośród których najliczniejszą grupę stanowią raki. Najgroźniejszym z nich jest czerniak złośliwy.

Czynniki ryzyka rozwoju nowotworów skóry:

- czynniki genetyczne,
- duża liczba znamion skórnych,
- przebyte oparzenia słoneczne,
- częste opalanie się i przebywanie w nasłonecznionych miejscach.

Uczulenie na słońce

Fotouczulenie to rodzaj reakcji alergicznej występującej pod wpływem promieniowania UV. Objawami są zwykle różnego rodzaju wysypki, np. w postaci plam, zaczerwienienia, drobnych pęcherzyków czy swędzącej pokrzywki. Często towarzyszą im gorączka i złe samopoczucie. Uczulenie może występować samoistnie lub być związane ze stosowaniem niektórych leków, ziół czy kosmetyków.



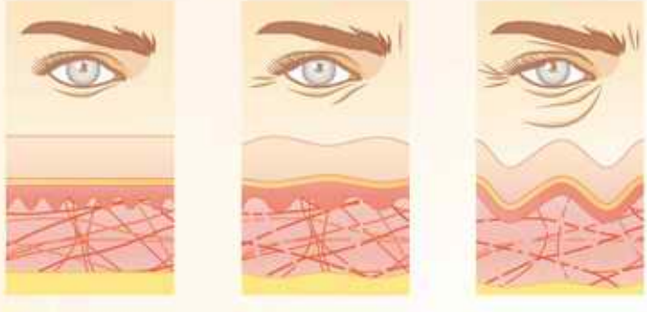
Jednym z ziół, które mogą powodować fotouczulenie, jest dziurawiec.

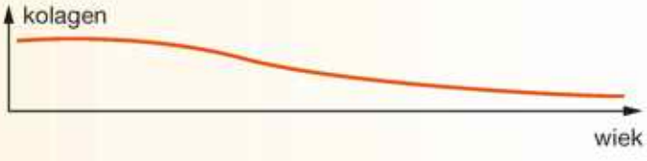
Fotostarzenie – przyspieszenie starzenia się skóry

Nadmierna ekspozycja na promieniowanie UV może wpływać na przyspieszenie starzenia się skóry. Objawy tego procesu to m.in.:

- powstawanie bruzd i zmarszczek,
- zaburzenia pigmentacji, plamy i przebarwienia, rogowacenie skóry,
- suchość i zwiotczenie skóry,
- zwiększone ryzyko zmian nowotworowych.

W miarę starzenia się organizmu zmniejsza się ilość włókien kolagenowych występujących w skórze. W efekcie skóra jest mniej elastyczna, wiotczeje i pojawiają się na niej zmarszczki.





☑ Choroby skóry

Grzybice

- **Przyczyna:** zakażenie grzybami chorobotwórczymi.
- **Drogi zakażenia:** kontakt z zakażonym człowiekiem lub z przedmiotami, których używał.
- **Profilaktyka:** przestrzeganie zasad higieny, nieużywanie wspólnych przedmiotów higieny osobistej, noszenie obuwia ochronnego na basenach i w hotelach.



Grzybicą możemy się zarazić również od zwierząt domowych.



Choroby pasożytnicze

Wszawica

- **Przyczyna:** zakażenie pasożytniczym owadem – wszą głowową.
- **Drogi zakażenia:** bezpośrednio przez kontakt z zakażoną osobą lub pośrednio – przez stosowanie wspólnych przedmiotów, np. szczotek do włosów, nakryć głowy i pościeli.
- **Profilaktyka:** systematyczne przeglądanie włosów, przestrzeganie zasad higieny osobistej, nieużywanie cudzych grzebieni i nakryć głowy.



Wesz głowowa.

Świerzb

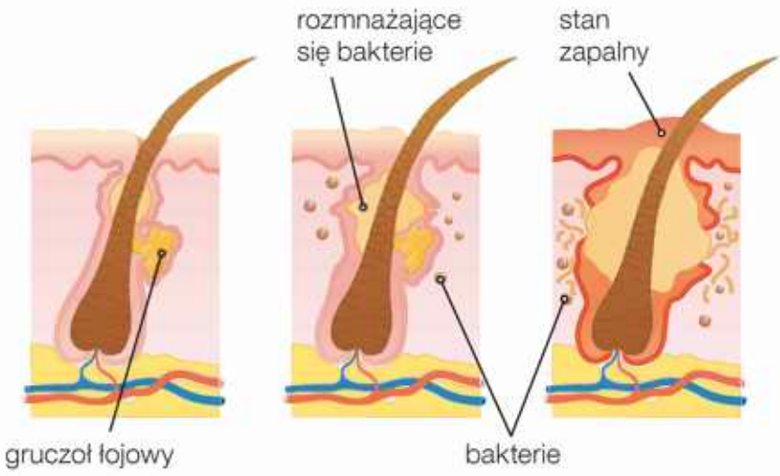
- **Przyczyna:** zakażenie pasożytniczym pajęczakiem – świerzbowcem ludzkim.
- **Drogi zakażenia:** bezpośrednio przez kontakt z chorym lub pośrednio – najczęściej przez bieliznę pościelową.
- **Profilaktyka:** przestrzeganie zasad higieny, nieużywanie cudzych przedmiotów higieny osobistej.



Świerzbowiec drąży korytarze w warstwie rogowej naskórka, co powoduje silne swędzenie.

Trądzik pospolity

- **Przyczyna:** produkcja nadmiernej ilości łoju przez gruczoły łojowe i zatkanie ich ujść. W uwięzionym łoju rozwijają się bakterie, co powoduje stan zapalny skóry, widoczny w postaci krosty.
- **Profilaktyka:** właściwa higiena skóry, ograniczenie spożywania tłustych i ostrych potraw oraz słodyczy.



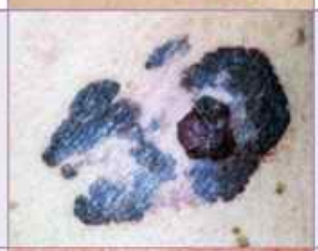
Czerniak – nowotwór skóry

- **Przyczyna:** zmiany w materiale genetycznym, powodujące niekontrolowane dzielenie się komórek skóry.
- **Profilaktyka:** unikanie nadmiernej ekspozycji na promieniowanie słoneczne, unikanie korzystania z solarium, samodzielna kontrola znamion barwnikowych występujących na skórze, regularne wizyty u dermatologa.

Najbardziej charakterystyczne cechy czerniaka możemy ująć w postaci punktów ABCDE. Znamiona, które pasują do chociaż jednego punktu lub budzą niepokój, powinny być zbadane przez dermatologa lub chirurga onkologa.



Alfabet czerniaka

A		Asymetryczny kształt.
B		Brzegi nierówne lub postrzępione.
C		Czarny, czerwony, jasnobrązowy, niebieski lub niejednolity kolor.
D		Duża średnica, większa niż 6 mm.
E		Ewoluowanie zmian w czasie.

Higiena skóry

Gdybyśmy mogli zobaczyć wszystkie mikroorganizmy, drobinki kurzu i resztki złuszczonego naskórka, które znajdują się na naszej skórze, prawdopodobnie dużo częściej i dokładniej dbalibyśmy o higienę osobistą. Zwłaszcza że do utrzymania odpowiedniej higieny nie musimy stosować specjalnych preparatów. Aby stukrotnie zmniejszyć ilość mikroorganizmów obecnych na naszej skórze, wystarczy umyć ją ciepłą wodą z dodatkiem mydła.

W utrzymywaniu naszej skóry w dobrej kondycji ważne są również: zdrowe odżywianie się, aktywny tryb życia, umiarkowane przebywanie na słońcu oraz dopasowywanie ubioru do temperatury otoczenia.



Dzięki odciśnięciu brudnej dłoni w pożywce bakteryjnej można zobaczyć kolonie drobnoustrojów występujących na naszej skórze.

W skrócie

- Badania diagnostyczne skóry to m.in. **dermatoskopia** i **badanie mikroskopowe** wycinków materiału zmienionego chorobowo.
- Do chorób skóry należą m.in. choroby pasożytnicze, takie jak **wszawica** i **świerzb**, a także **grzybice** i **trądzik**.
- Jedną z najgroźniejszych postaci raka skóry jest **czerniak**. Powstaje on na skutek zmian w materiale genetycznym, powodujących niekontrolowane dzielenie się komórek skóry. Do czynników zwiększających ryzyko zachorowania na czerniaka należą: nadmierna ekspozycja na promieniowanie UV, oparzenia słoneczne, wcześniejsze zachorowanie w rodzinie na czerniaka.
- Nadmiar promieniowania ultrafioletowego może doprowadzić do: oparzeń skóry, uczulenia na słońce, przyspieszonego procesu starzenia się skóry oraz rozwoju nowotworu skóry.
- W celu ochrony skóry przed promieniowaniem UV, należy stosować odpowiednią odzież i kremy z filtrem zdolnym do pochłaniania promieniowania UV.
- Aby uniknąć wielu chorób skóry, należy zadbać o higienę osobistą, stosować odpowiednie kosmetyki i nie udostępniać innym osobistych przyborów higienicznych.

Polecenia kontrolne

1. Wykaż związek między nadmiernym opalaniem się a ryzykiem zachorowania na nowotwory skóry.
2. Opisz działania profilaktyczne, dzięki którym możemy ustrzec się przed chorobami pasożytniczymi i grzybicami skóry.
3. Na podstawie informacji dotyczących chorób skóry uzasadnij twierdzenie, że lepiej zapobiegać chorobom, niż je leczyć.
4. Wyjaśnij, na czym polega fotostarzenie się skóry.
5. Wykaż, że utrzymanie odpowiedniej higieny skóry jest ważne, aby mogła ona chronić organizm przed czynnikami zewnętrznymi.

Podsumowanie

1 Budowa skóry

Skóra

naskórek

Jest zbudowany z nabłonka wielowarstwowego płaskiego. Wyróżniamy w nim dwie główne części: warstwę zrogowaciałą i warstwę rozrodczą.

skóra właściwa

Jest zbudowana z tkanki łącznej włóknistej. Znajdują się w niej naczynia krwionośne, receptory, gruczoły i mieszki włosowe.

warstwa zrogowaciała

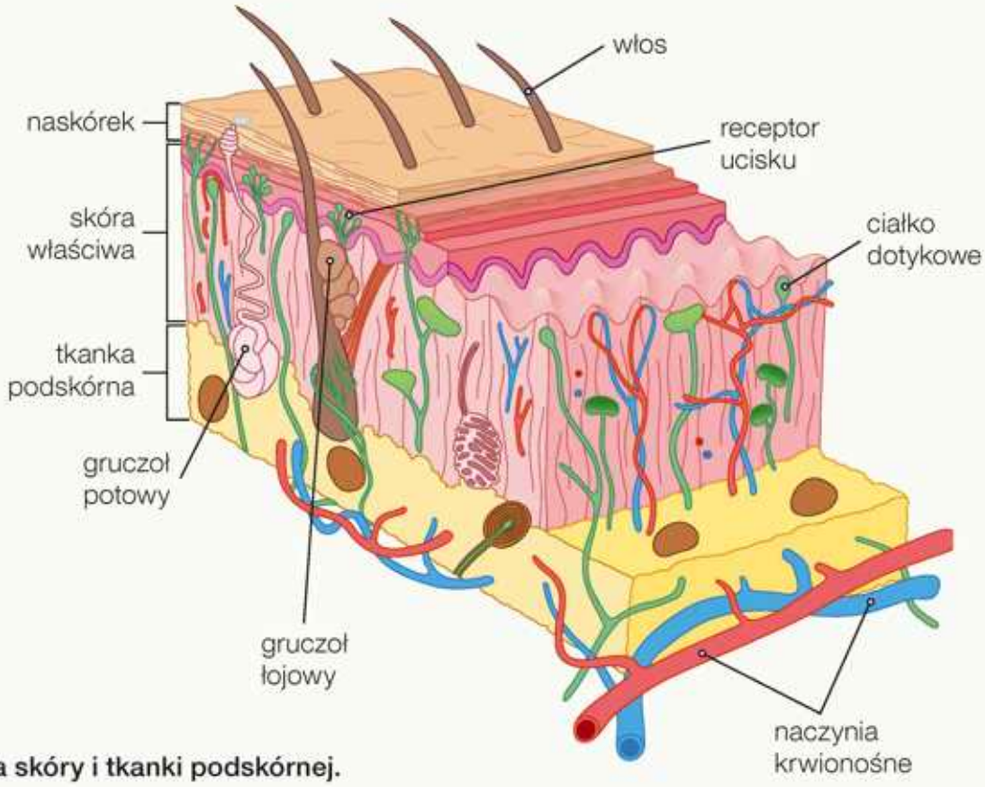
Jest zbudowana z martwych komórek, które systematycznie się złuszczają.

warstwa rozrodcza

Jest zbudowana z żywych komórek, które dzielą się mitotycznie. Występują w niej komórki barwnikowe – melanocyty – produkujące melaniny.

2 Tkanka podskórna – tkanka występująca pod skórą, zbudowana z tkanki tłuszczowej. Pełni funkcje:

- **termoizolacyjną** – chroni przed utratą ciepła,
- **amortyzującą** – zabezpiecza przed uszkodzeniami mechanicznymi,
- **zapasową** – stanowi rezerwę energetyczną organizmu.



Budowa skóry i tkanki podskórnej.

3 Wytwory naskórka i ich funkcje

Wytwory naskórka	Funkcje
Włosy	• Chronią ciało przed czynnikami środowiska. • Pełnią funkcję termoizolacyjną u ssaków (u człowieka zatraciły tę właściwość).
Paznokcie	• Ochraniają końcówki palców. • Wzmacniają odbiór wrażeń dotykowych przez opuszki palców.
Gruczoły łojowe	• Wydzielają łój, który: – natłuszcza włosy i naskórek, dzięki czemu są one bardziej elastyczne, – stanowi barierę ochronną przed chorobotwórczymi bakteriami i grzybami.
Gruczoły potowe	• Wydzielają pot, który: – odgrywa ważną rolę w termoregulacji oraz wydalaniu zbędnych produktów przemiany materii, – przeciwdziała rozwojowi chorobotwórczych bakterii i grzybów.
Gruczoły mlekowe	• Wydzielają mleko – mieszaninę substancji będącą źródłem składników pokarmowych dla noworodka.

4 Funkcje skóry

Funkcja	Opis	Elementy skóry pełniące tę funkcję
ochronna	• ochrona przed wpływem czynników zewnętrznych, np. promieniowaniem słonecznym, urazami mechanicznymi, substancjami chemicznymi, drobnoustrojami chorobotwórczymi • ochrona przed utratą wody z organizmu	• wiele warstw i zwarty układ komórek naskórka • nierozpuszczalna w wodzie keratyna • niskie pH skóry • melaniny
wydzielnicza	• wydzielanie łoju, potu oraz mleka	• gruczoły łojowe, potowe i mlekowe
wydalnicza	• wydalanie nadmiaru wody, mocznika i soli mineralnych	• gruczoły potowe
syntetyzująca	• wytwarzanie witaminy D_3	• naskórek – pod wpływem promieniowania UVB
receptorowa	• odbiór bodźców z otoczenia	• receptory: bólu, ucisku, dotyku, ciepła i zimna
termoregulacyjna	• oddawanie nadmiaru ciepła • ograniczanie strat ciepła	• gruczoły potowe • naczynia krwionośne skórne

5 Wpływ nadmiaru promieniowania UV na skórę

Nadmiar promieniowania UV powoduje

- oparzenia słoneczne w wyniku zbyt długiego opalania się i niestosowania kremów z filtrem
- rozwój nowotworów skóry, m.in. czerniaka
- uczulenie na słońce będące reakcją alergiczną
- fotostarzenie, czyli przyspieszenie procesu starzenia się skóry

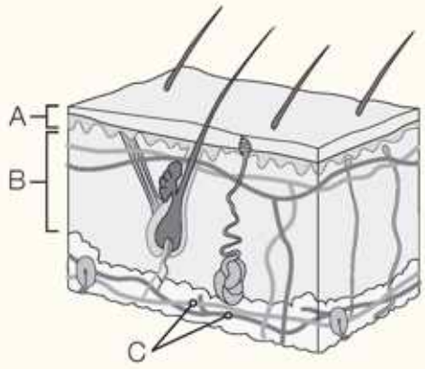
Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 Na ilustracji przedstawiono budowę skóry. (2 p.)

a) Podaj nazwy warstw skóry oznaczonych na ilustracji literami A i B. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

b) Określ, za jaką funkcję skóry są odpowiedzialne struktury oznaczone na ilustracji literą C.



2 **Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)

1.	Warstwa zrogowaciała naskórka jest zbudowana z żywych komórek, które systematycznie się złuszczają.	P	F
2.	Tkanka tłuszczowa znajduje się głównie w skórze właściwej.	P	F
3.	W warstwie rozrodczej naskórka znajdują się melanocyty, które produkują barwniki – melaniny.	P	F

3 **Wyjaśnij, jakie znaczenie dla skóry ma fakt, że komórki nabłonka znajdujące się w warstwie rozrodczej naskórka nieustannie dzielą się mitotycznie. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

4 **Określ, której z wymienionych funkcji nie pełni tkanka podskórna. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

funkcja termoizolacyjna, funkcja ochronna przed promieniowaniem UV, funkcja amortyzująca, funkcja zapasowa

5 **Przyporządkuj wytworom naskórka (A–D) odpowiednie funkcje wybrane spośród podanych (1–5). Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (4 p.)

A. Włosy.
B. Paznokcie.
C. Gruczoły łojowe.
D. Gruczoły mlekowe.

1. Wydzielają łój, który natłuszcza włosy i naskórek, a także stanowi barierę ochronną przed drobnoustrojami chorobotwórczymi.
2. Wzmacniają odbiór wrażeń dotykowych przez opuszki palców oraz ochraniają opuszki.
3. Wydzielają pot, który bierze udział w termoregulacji i wydalaniu zbędnych produktów przemiany materii oraz przeciwdziała rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych.
4. Wytwarzają mleko, które jest źródłem składników pokarmowych dla noworodka.
5. Pełnią funkcję termoizolacyjną. U człowieka występują w postaci szczątkowej.

6 Skóra może stanowić skuteczną barierę dla drobnoustrojów chorobotwórczych. (1 p.)

Wybierz spośród podanych elementów te, które odpowiadają za tę funkcję skóry. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

pot, łój, niskie pH skóry, włosy, tkanka tłuszczowa, linie papilarne, wielowarstwowy naskórek, receptory ucisku

7 **Podaj nazwę gruczołów skóry, które są odpowiedzialne za funkcję wydalniczą. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

8 Gruczoły potowe znajdujące się w skórze wydzielają pot, który składa się głównie z wody (98%), zbędnych produktów przemiany materii (w tym mocznika) oraz licznych jonów. W tabeli przedstawiono stężenie i zawartość wybranych jonów w pocie. (2 p.)

a) **Oblicz, ile miligramów każdego z rodzajów jonów: sodu, potasu i wapnia może maksymalnie stracić człowiek z potem, jeżeli wytworzył on 2,5 l potu.**

b) **Na podstawie tabeli i dostępnych źródeł wyjaśnij, dlaczego pot ma słony smak. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

Jony	Stężenie jonów w pocie [mmol/l]	Zawartość jonów w litrze wydalanego potu [mg]
sodu	20–80	460–1840
potasu	4–8	160–320
wapnia	0–1	0–40
chloru	20–60	710–2130

9 W skórze człowieka pod wpływem światła słonecznego jest syntetyzowana witamina D_3. (3 p.)

a) **Podaj nazwę warstwy skóry, w której dochodzi do syntezy witaminy D_3. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

b) **Podaj nazwę związku, który jest substratem do syntezy witaminy D_3 w skórze człowieka, oraz nazwę grupy związków, do których on należy. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

c) **Wyjaśnij, dlaczego w okresie jesienno-zimowym możemy być narażeni na deficyt witaminy D_3 w naszym organizmie.**

10 Promieniowanie słoneczne powoduje uszkodzenia DNA w komórkach skóry, co może skutkować tworzeniem się nowotworów. Komórki niektórych organizmów zawierają fotoliazę – enzym, który usuwa uszkodzenia DNA powstałe wskutek działania promieniowania słonecznego. Enzym ten nie występuje w komórkach skóry człowieka. (1 p.)

Określ, w jaki sposób człowiek może wykorzystać fotoliazę do ochrony przed nowotworami. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

11 **Wymień pięć sposobów, które mogą uchronić skórę przed powstawaniem nowotworów. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (5 p.)

12 **Określ, które z podanych niżej chorób skóry należą do chorób pasożytniczych.** (1 p.)

wszawica, grzybica, trądzik, świerzb, czerniak



3. Układ ruchu

To było w szkole podstawowej!

☑

Budowa układu (aparatu) ruchu

- **część czynna** – układ mięśniowy
  - mięśnie szkieletowe
- **część bierna** – układ szkieletowy
  - **szkielet osiowy**
    - czaszka
    - kręgosłup
    - klatka piersiowa
  - **szkielet kończyn**
    - kości kończyn górnych
    - kości kończyn dolnych

☑ **Funkcje układu szkieletowego:** dźwiganie ciężaru całego ciała, nadawanie organizmowi kształtu, ochrona narządów przed urazami, wytwarzanie komórek krwi, magazynowanie substancji mineralnych.

☑ Niektóre mięśnie pracują **antagonistycznie** (przeciwstawnie) – oznacza to, że np. jeden mięsień powoduje zgięcie kończyny, a drugi umożliwia jej wyprostowanie.

3.1. Ogólna budowa i funkcje szkieletu

Zwróć uwagę na:

- ogólną budowę i podział szkieletu na części,
- podział kości ze względu na kształt,
- budowę tkankową kości,
- funkcje szkieletu.



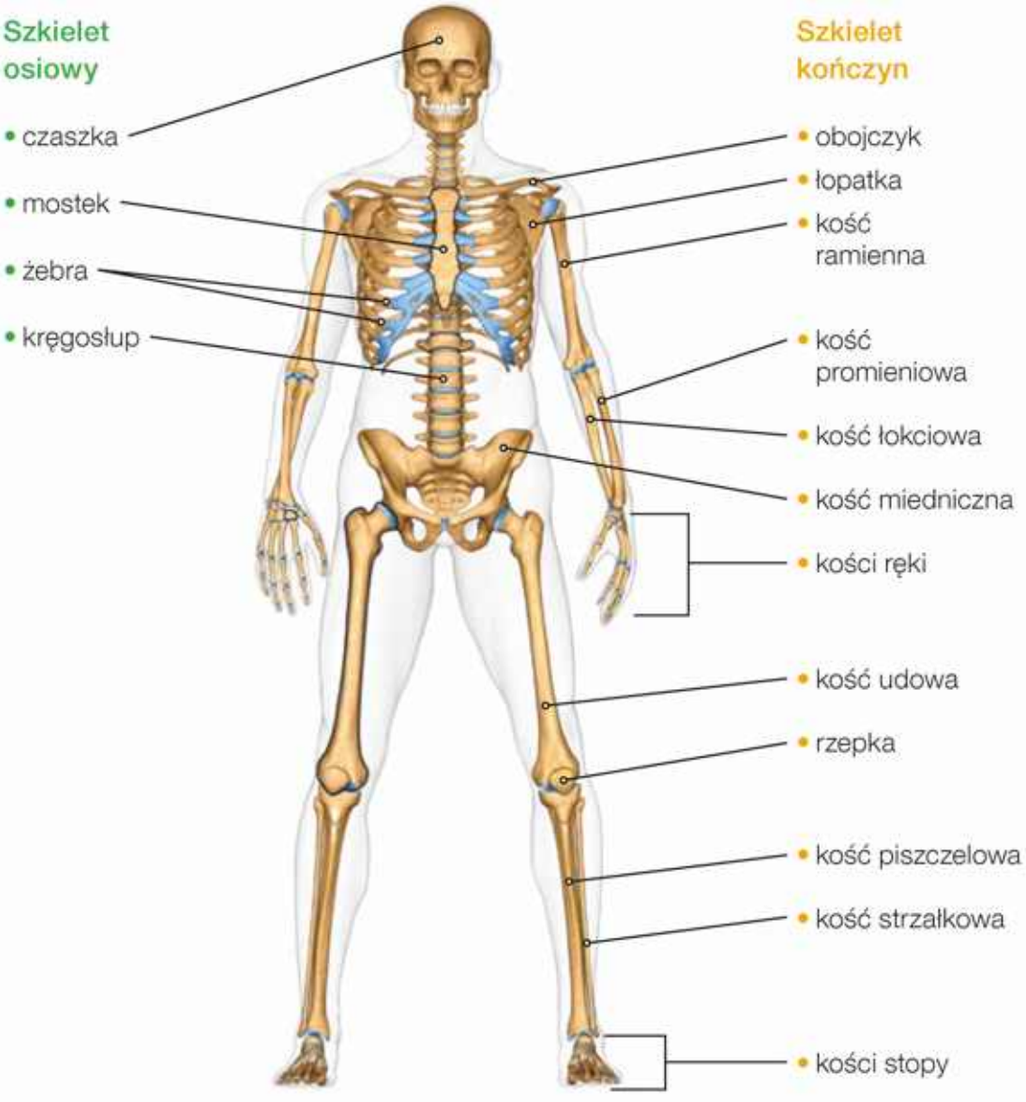
Za nasze poruszanie się, np. bieganie czy chodzenie, a także za wykonywanie precyzyjnych ruchów związanych np. z pisaniem, odpowiada **układ ruchu**. Tworzą go szkielet oraz mięśnie szkieletowe. Szkielet jest częścią bierną, niezdolną do samodzielnego poruszania się. Mięśnie są częścią czynną, wprawiającą w ruch elementy szkieletu.

Jak jest zbudowany szkielet człowieka?

Szkielet człowieka dzielimy na:

- **szkielet osiowy**, w skład którego wchodzą czaszka, kręgosłup i klatka piersiowa,
- **szkielet kończyn**, złożony z: kości kończyn górnych i kończyn dolnych wraz z obręczami – barkową i miedniczną.

Elementy tworzące szkielet osiowy oraz szkielet kończyn





Kształty kości

Szkielet dorosłego człowieka składa się zwykle z 206 kości. Przeanalizuj poniższe ilustracje i zastanów się, dlaczego w określonych miejscach naszego ciała występują kości o takim, a nie innym rozmiarze i kształcie.

Kości płaskie

- Mają długość i szerokość większą niż grubość.
- Do kości płaskich należą niektóre kości czaszki, mostek, łopatki oraz kości biodrowe.



Mostek.

Kości różnokształtne

- Mają nieregularny kształt oraz wyrostki i zagłębienia.
- Do kości różnokształtnych należą m.in. kręgi kręgosłupa.



Kręg kręgosłupa.

Kości krótkie

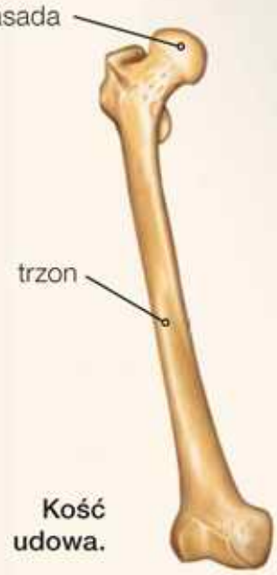
- Kształtem przypominają sześcian. Wszystkie ich wymiary są do siebie zbliżone.
- Do kości krótkich należą kości nadgarstka i kości stępu.



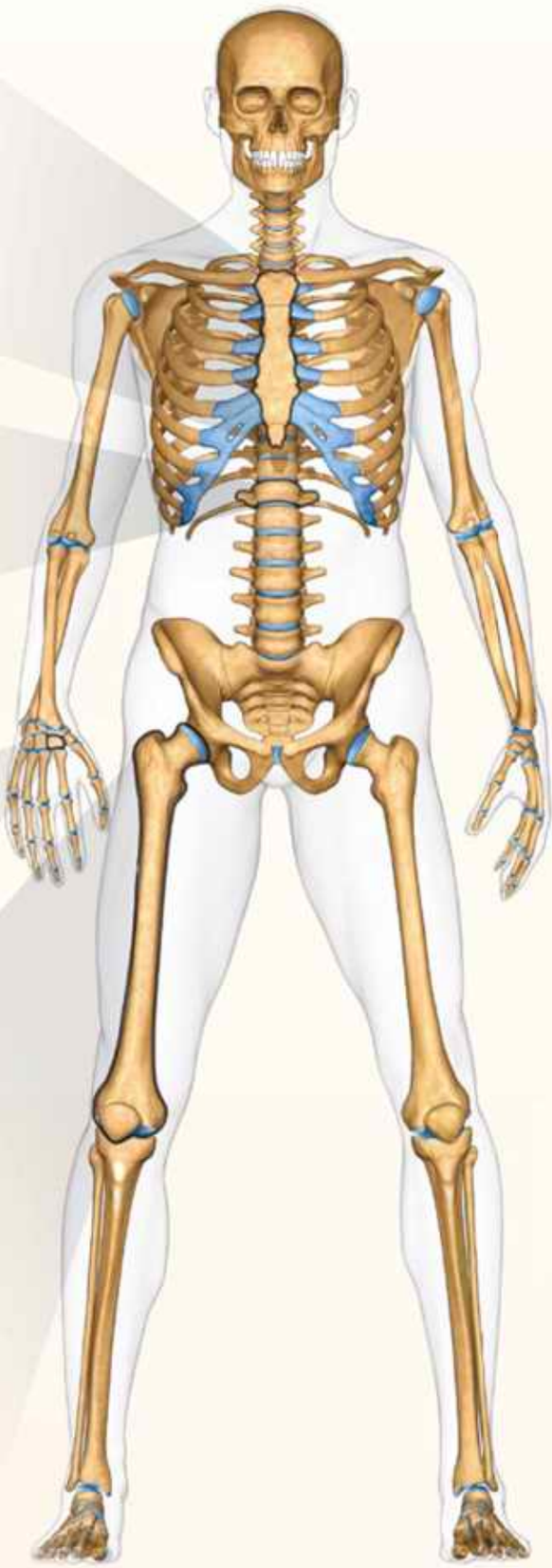
Jedna z kości nadgarstka.

Kości długie

- To kości, których długość jest większa niż grubość i szerokość. W ich budowie zewnętrznej wyróżniamy trzon oraz nasady.
- Do kości długich należą m.in. paliczki (kości palców) oraz kość udowa.



Kość udowa.



Budowa wewnętrzna kości

Wszystkie kości mają podobną budowę wewnętrzną. Na ich powierzchni znajduje się **okostna** – łącznotkankowa błona, która dzięki licznym naczyniom krwionośnym odżywia kość. Okostna uczestniczy też w przebudowie i regeneracji kości, np. po złamaniach.

Pod okostną jest położona warstwa **tkanki kostniej zbitej**, która charakteryzuje się dużą twardością. To właśnie ta tkanka w dużej części buduje trzony kości długich.

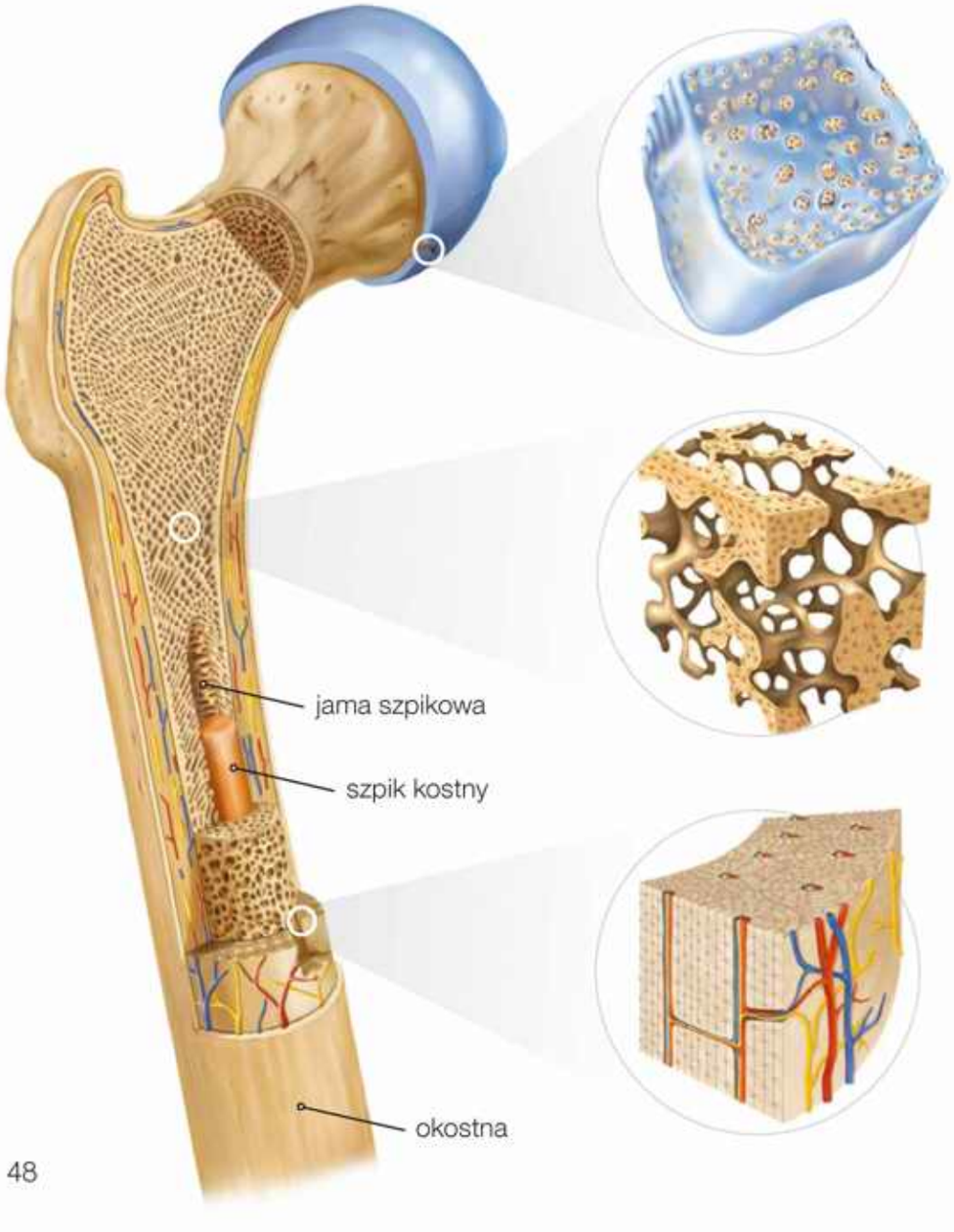
W kościach występuje też **tkanka kostna gąbczasta**. Ma ona ażurową budowę, dzięki czemu jest lżejsza i mniej twarda niż tkanka kostna zbita. Tkanka kostna gąbczasta występuje m.in. w nasadach kości długich.

Kości są ze sobą połączone za pomocą **tkanki chrzęstnej**. Tkanka ta chroni je też przed urazami i umożliwia wydłużanie się kości w okresie wzrostu, czyli do ok. 20 roku życia.

Wewnątrz kości znajduje się **jama szpikowa**. Jest ona wypełniona **szpikiem kostnym**. U dzieci występuje szpik kostny czerwony, w którym powstają komórki krwi. Z czasem przekształca się on w szpik kostny żółty, składający się z tkanki tłuszczowej. U dorosłych większość kości jest wypełniona przez szpik kostny żółty. Szpik kostny czerwony występuje u nich w kościach płaskich, np. w łopatce, oraz w kręgach i nasadach kości długich.

Budowę wewnętrzną kości poznasz na przykładzie kości udowej.

Budowa kości długiej



Tkanka chrzęstna pokrywa powierzchnie stawowe, zmniejsza tarcie i zabezpiecza kości przed uszkodzeniami.

Tkanka kostna gąbczasta jest zbudowana z drobnych beleczek kostnych, między którymi występują wolne przestrzenie. Dzięki temu kość może wytrzymać duże obciążenia mechaniczne. W przestrzeniach między beleczkami znajduje się szpik kostny.

Tkanka kostna zbita jest zbudowana ze ściśle przylegających do siebie blaszek kostnych. Układają się one w charakterystyczne pierścienie wokół kanałów, w których biegną naczynia krwionośne i nerwy.

Właściwości a funkcje kości

Nasze kości są zarówno twarde, jak i elastyczne. Twardość i sztywność nadają im związki wapnia i fosforu, którymi jest wysycona substancja międzykomórkowa produkowana przez komórki tkanki kostnej. Z kolei elastyczność wynika z występowania w substancji międzykomórkowej białek, np. kolagenu. Właściwości oraz budowa kości są nierozerwalnie związane z funkcjami, które pełni szkielet. Możesz je prześledzić na schemacie.



W skrócie

- **Układ ruchu** człowieka składa się z **części biernej**, czyli szkieletu, oraz **części czynnej**, którą tworzą mięśnie.
- Szkielet człowieka dzielimy na **szkielet osiowy** oraz **szkielet kończyn**.
- Ze względu na kształt wyróżniamy kości: **płaskie**, **różnokształtne**, **krótkie i długie**.
- Kość długa składa się z nasad i trzonu. **Nasady** są zbudowane głównie z **tkanki kostnej gąbczastej**, a **trzon** – głównie z **tkanki kostnej zbitej**. Na zewnątrz kości występuje **okostna** – błona, która odżywia kość. Nasady kości są pokryte **tkanką chrzęstną**, która chroni je przed ścieraniem. Wewnątrz kości znajduje się **jama szpikowa** wypełniona **szpikiem kostnym**.
- Funkcje szkieletu: nadaje ciału kształt, stanowi miejsce przyczepu mięśni, chroni niektóre narządy wewnętrzne przed uszkodzeniami, magazynuje substancje mineralne oraz spełnia funkcję krwiotwórczą.

Polecenia kontrolne

1. Wykaż, że szkielet jest bierną częścią układu ruchu.
2. Opisz budowę kości długiej.
3. Podaj różnice pomiędzy tkanką kostną a tkanką chrzęstną.

3.2. Rodzaje połączeń kości

Zwróć uwagę na:
- połączenia ścisłe i ruchome kości,
- budowę stawu,
- rodzaje stawów.



Wiesz już, że szkielet jest rusztowaniem dla ciała, nadaje mu kształt oraz w połączeniu z mięśniami umożliwia wykonywanie ruchów. Szkielet ochrania też narządy wewnętrzne, takie jak mózg czy płuca. Jednak nie mógłby pełnić żadnej z tych funkcji, gdyby tworzące go kości nie były ze sobą odpowiednio połączone.

Podział połączeń kości

Połączenia kości ze względu na ich ruchomość dzielimy na dwie główne grupy:

- **połączenia ścisłe** – zapobiegają przemieszczaniu się kości względem siebie, przez co znacznie lub całkowicie ograniczają ruch. Występują w miejscach, które pełnią funkcje ochronne (np. połączone nimi kości czaszki tworzą „ochronny pojemnik" dla mózgu);
- **połączenia ruchome (stawy)** – razem z mięśniami umożliwiają ruch kości względem siebie w jednej lub kilku płaszczyznach. O zakresie ruchu w stawie decyduje kształt kości, które się w nim łączą.

Rodzaje i budowa połączeń ścisłych

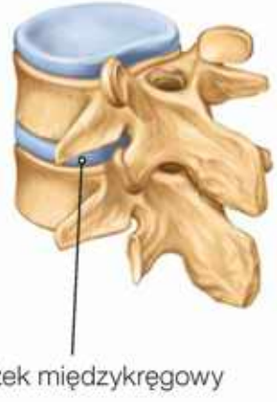
Wśród połączeń ścisłych wyróżniamy: więzozrosty, chrząstkozrosty i kościozrosty. Połączenia te różnią się rodzajem tkanki łączącej kości.

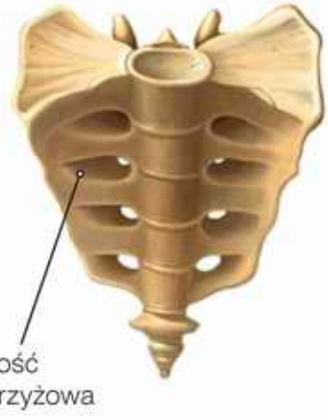
Więzozrosty
To połączenia kości za pomocą tkanki włóknistej. Ich przykładami są szwy, czyli cienkie, mocne pasma tkanki łączące kości czaszki.

Chrząstkozrosty
To połączenia kości za pomocą chrząstek, pozwalające na ograniczony ruch kości. Przykładami chrząstkozrostów są krążki międzykręgowe występujące w kręgosłupie oraz połączenia żeber z mostkiem.

Kościozrosty
To połączenia kości za pomocą tkanki kostnej. Połączenia te są całkowicie nieruchome. Występują m.in. w kości krzyżowej, która powstaje przez zrośnięcie się kręgów krzyżowych kręgosłupa.







Rodzaje stawów – połączeń ruchomych kości

Wśród stawów wyróżniamy m.in. staw zawiasowy, staw obrotowy, staw kulisty i staw siodełkowy. Prześledź na poniższych ilustracjach, jakie rodzaje ruchów możemy wykonywać dzięki tym stawom.

Staw siodełkowy – umożliwia szeroki zakres ruchów podobnych do ruchów stawu kulistego. Taki staw znajduje się np. u nasady kciuka.

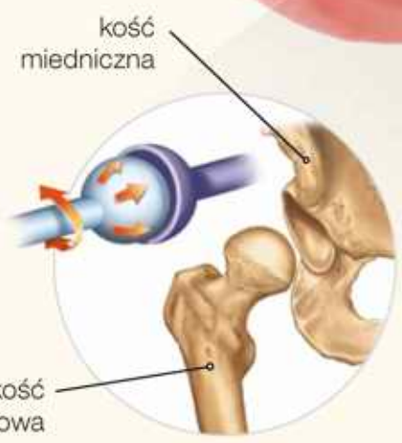


Staw obrotowy – umożliwia ruchy obrotowe, np. głowy. Taki staw znajduje się między pierwszym a drugim kręgiem kręgosłupa.





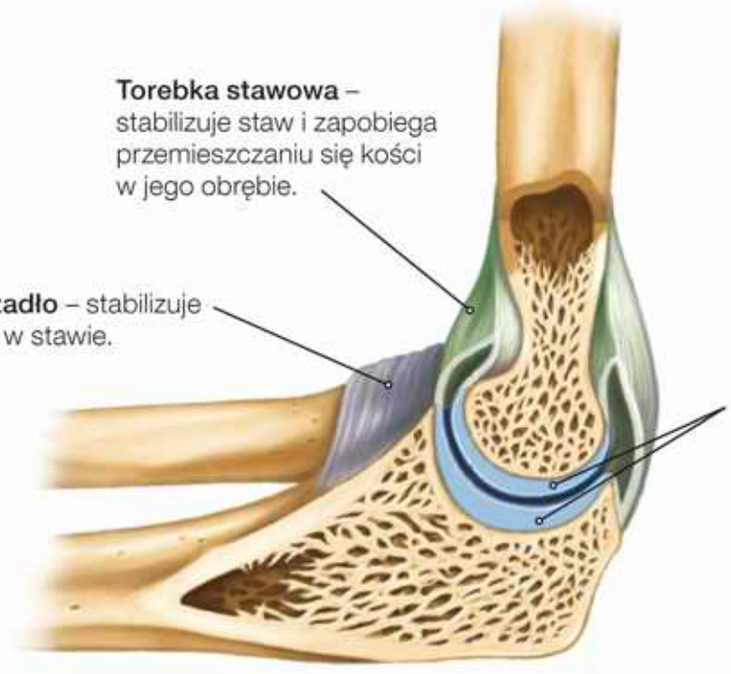
Staw zawiasowy – umożliwia zginanie i prostowanie kończyn oraz palców. Występuje np. między kością ramienną a kością łokciową oraz pomiędzy paliczkami kości palców.



Staw kulisty – umożliwia ruchy we wszystkich płaszczyznach, np. wymachy ramion i nóg. Ten rodzaj stawu znajduje się m.in. między kością miedniczną a kością udową.

Jak jest zbudowany staw?

Staw składa się z **powierzchni stawowych**, czyli powierzchni nasad sąsiadujących kości, oraz z **jamy stawowej**. Staw jest otoczony **torebką stawową**. Niektóre stawy są wzmocnione **więzadłami**.



W skrócie

- **Połączenia ścisłe** kości to:
  - więzozrosty,
  - chrząstkozrosty,
  - kościozrosty.
- **Połączenia ruchome** kości to **stawy**. Wyróżniamy następujące rodzaje stawów:
  - staw obrotowy,
  - staw kulisty,
  - staw siodełkowy,
  - staw zawiasowy.
- W skład stawu wchodzą **powierzchnie stawowe** kości, które są pokryte **chrząstką**. Między powierzchniami stawowymi znajduje się **jama stawowa** wypełniona **mazią stawową**. Staw jest otoczony **torebką stawową**, która stabilizuje kości. Niektóre stawy są również stabilizowane przez więzadła.

Polecenia kontrolne

1. Porównaj rodzaje połączeń ścisłych kości. Uwzględnij takie cechy, jak rodzaj tkanki łączącej kości i stopień ruchomości (całkowicie nieruchome, ograniczona ruchomość), a także przykłady występowania.
2. Sprawdź, jaki zakres ruchów możesz wykonać w obrębie stawu kolanowego i stawu biodrowego. Podaj różnice i wyjaśnij, z czego one wynikają.

3.3. Szkielet osiowy i szkielet kończyn



Zwróć uwagę na:
- budowę szkieletu osiowego: czaszki, kręgosłupa i klatki piersiowej,
- budowę szkieletu kończyn.

Szkielet osiowy i szkielet kończyn pełnią zupełnie inne funkcje. W dalszej części tekstu dowiesz się, jak są do nich przystosowane dzięki swojej budowie i jakie kości wchodzą w ich skład.

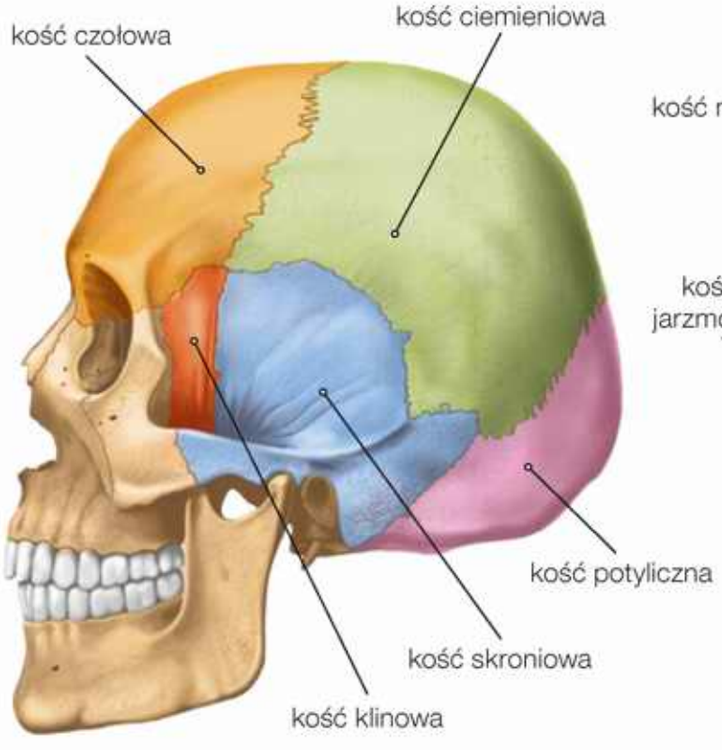
Szkielet osiowy

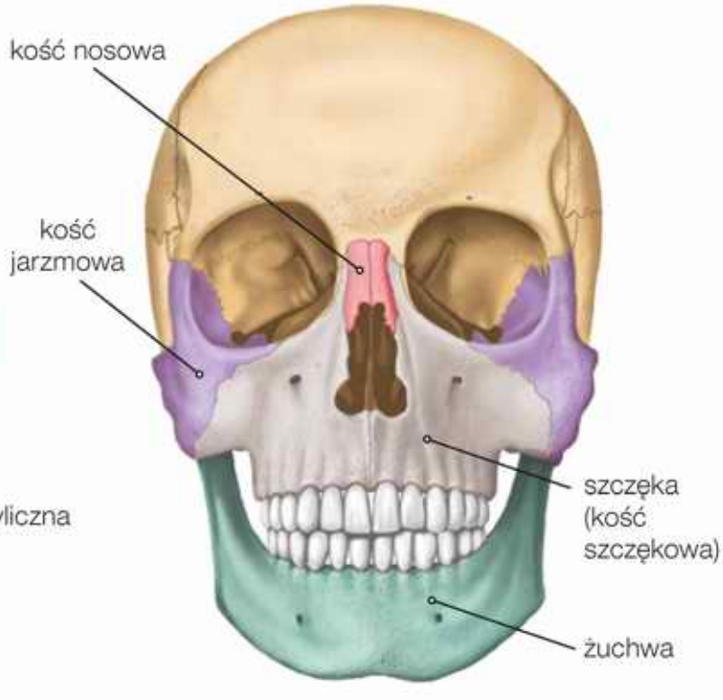
W skład szkieletu osiowego wchodzą: czaszka, kręgosłup i klatka piersiowa. Funkcją tych elementów jest ochrona narządów wewnętrznych.

Budowa i funkcje czaszki

Czaszka składa się z **mózgoczaszki** i **twarzoczaszki (trzewioczaszki)**. Czaszka pełni głównie funkcję ochronną – ochrania mózgowie, narządy zmysłów i początkowe odcinki układów: oddechowego i pokarmowego. Dzięki zatokom, czyli przestrzeniom w kościach, które są wypełnione powietrzem, uczestniczy też w modulacji głosu oraz ogrzewaniu i nawilżaniu powietrza. Z kolei szczęki i żuchwa biorą udział w rozdrabnianiu pokarmu.

Budowa czaszki





Mózgoczaszka składa się z kości o dużej powierzchni. Część z nich występuje pojedynczo. Są to: kość czołowa, kość klinowa i kość potyliczna. Pozostałe kości, czyli kości ciemieniowe i kości skroniowe, występują parzyście. Wszystkie kości mózgoczaszki są ze sobą połączone za pomocą szwów.

Twarzoczaszka składa się z wielu kości, m.in. z parzystych kości nosowych, jarzmowych i szczękowych, a także z żuchwy połączonej z czaszką za pomocą stawu. W skład twarzoczaszki wchodzą też niewidoczne na rysunku parzyste kości podniebienne oraz pojedyncza kość gnykowa, która nie jest połączona z innymi kośćmi.

Budowa i funkcje kręgosłupa

Kręgosłup jest podporą dla ciała – utrzymuje czaszkę, stanowi miejsce przyczepu żeber i miednicy oraz wielu mięśni. Ochrania również rdzeń kręgowy i nerwy rdzeniowe.

Nasz kręgosłup składa się z **33–34** kręgów. Pomiędzy kręgami znajdują się chrząstki, tzw. **krążki międzykręgowe**, które amortyzują wstrząsy i nadają kręgosłupowi giętkość. W kręgosłupie wyróżniamy 5 odcinków, które różnią się wielkością i liczbą kręgów.

Krzywizny kręgosłupa

Kręgosłup nie jest prosty, lecz tworzy fizjologiczne krzywizny – lordozy i kifozy – dzięki którym może wytrzymywać duże obciążenie. **Lordozy**, czyli wygięcia kręgosłupa do przodu, występują w odcinkach: szyjnym i lędźwiowym. Natomiast **kifozy**, czyli wygięcia kręgosłupa ku tyłowi ciała, występują w odcinkach: piersiowym i krzyżowym. Dzięki lordozom i kifozom kręgosłup widziany z boku przypomina kształtem literę S.

Jak jest zbudowany kręgosłup?



Odcinek szyjny – składa się z 7 kręgów. Jest podparciem dla czaszki. Pierwszy i drugi kręg wchodzą w skład stawu obrotowego.

Odcinek piersiowy – składa się z 12, stosunkowo dużych kręgów piersiowych. Odcinek ten wchodzi w skład klatki piersiowej.



Krążki międzykręgowe zapewniają kręgosłupowi amortyzację. W ciągu dnia ulegają one spłaszczeniu, dlatego jeżeli zmierzymy nasz wzrost rano i wieczorem, różnica może wynosić ok. 2–3 cm.

Odcinek lędźwiowy – składa się z 5 kręgów, które dźwigają ciężar górnej części ciała. Kręgi lędźwiowe są największymi i najmasywniejszymi kręgami.

Odcinek krzyżowy – składa się z 5 zrośniętych ze sobą kręgów tworzących kość krzyżową. Kość ta jest jedną z kości budujących miednicę.

Odcinek ogonowy (guziczny) – składa się z 4 (rzadziej 5) zredukowanych kręgów. U starszych osób kręgi guziczne mogą zrastać się w jedną kość.



Otwór kręgowy. Otwory kręgowe wszystkich kręgów tworzą kanał kręgowy, wewnątrz którego znajduje się rdzeń kręgowy.

Budowa i funkcje klatki piersiowej

Klatka piersiowa jest zbudowana z odcinka piersiowego kręgosłupa, mostka oraz 12 par żeber. Żebra z jednej strony łączą się z kręgosłupem, a z drugiej, za pośrednictwem chrząstek, z mostkiem (oprócz ostatnich dwóch par).

W zależności od sposobu połączenia żeber z mostkiem wyróżniamy:

- **żebra prawdziwe** – łączą się one z mostkiem bezpośrednio za pomocą chrząstek,
- **żebra rzekome** – łączą się one z mostkiem za pomocą chrząstki siódmego żebra,
- **żebra wolne** – nie łączą się z mostkiem.

Klatkę piersiową możemy porównać do ażurowego pancerza chroniącego narządy znajdujące się w górnej części tułowia. Jej chrzęstno-kostna budowa sprawia, że jest jednocześnie wytrzymała i elastyczna. Cechy te są przystosowaniem do pełnionych funkcji. Klatka piersiowa:

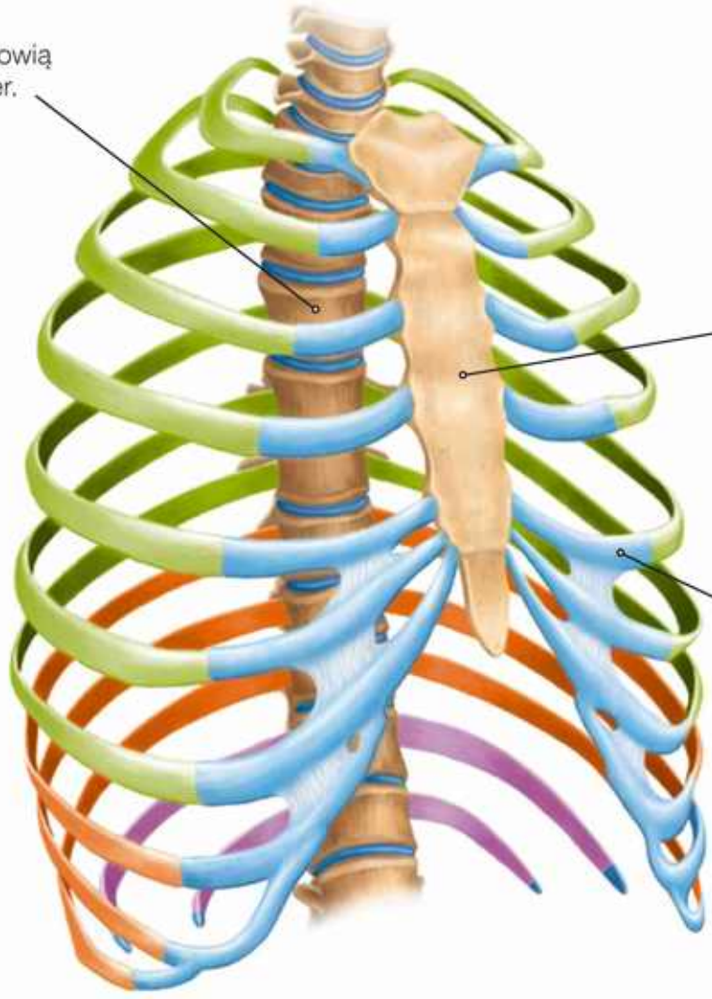
- ochrania serce i płuca,
- stanowi miejsce przyczepu wielu mięśni,
- zmienia kształt, co umożliwia wykonywanie wdechów i wydechów.

Czy wiesz, że...

Liczba żeber nie jest stała. Niektóre osoby nie mają ostatniej pary żeber wolnych, a niektóre mają dodatkowe żebra lędźwiowe lub szyjne. Dodatkowe żebra szyjne mogą uciskać na tętnice i nerwy, co może prowadzić do objawów neurologicznych, np. bólu szyi, głowy lub barku i drętwienia kończyny górnej. Może to też powodować niedokrwienia w kończynie górnej.

Budowa klatki piersiowej





Szkielet kończyn

Do szkieletu kończyn zaliczamy kości kończyn górnych (z obręczą barkową) i kości kończyn dolnych (z obręczą miedniczną). Dokładniej ich budowę opisaliśmy poniżej.

Kości kończyny górnej

Kończynę górną budują: kość ramienna, kość łokciowa, kość promieniowa, kości nadgarstka, kości śródręcza oraz paliczki. W skład kończyn górnych wchodzą też **obojczyki** i **łopatki**, które budują **obręcz barkową**. Obręcz ta łączy kończyny górne ze szkieletem osiowym.

Kości kończyny górnej wraz z łączącymi je stawami oraz mięśniami umożliwiają wykonywanie różnorodnych, nawet bardzo precyzyjnych ruchów.

Kości kończyny dolnej

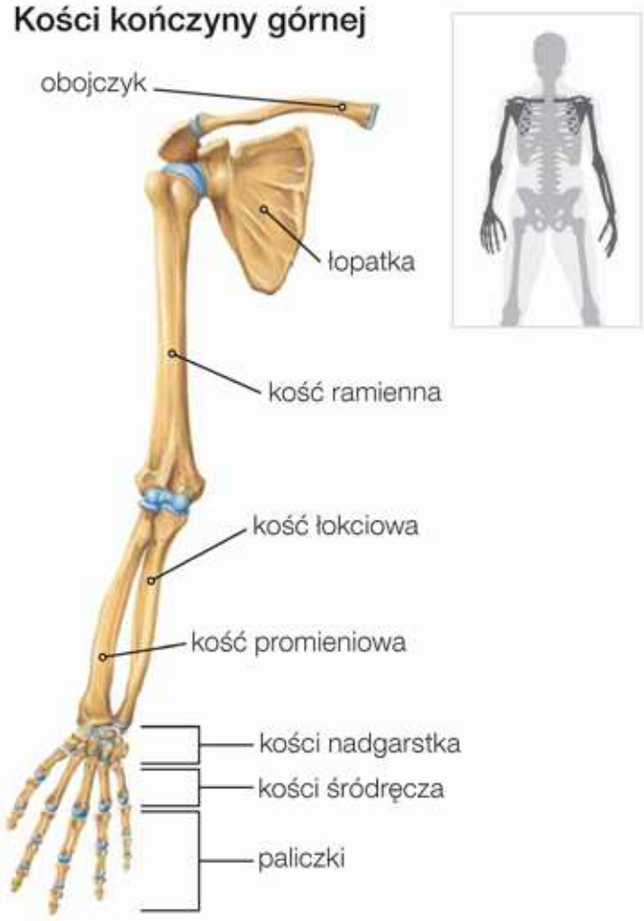
Kończynę dolną budują: kość udowa, kość piszczelowa, kość strzałkowa, rzepka oraz kości stępu, śródstopia i paliczki. W skład kończyn dolnych wchodzą również **dwie kości miedniczne**, z których każda powstaje ze zrośnięcia się trzech kości (biodrowej, łonowej i kulszowej). Budują one **obręcz miedniczną** łączącą kończyny dolne ze szkieletem osiowym. Kości miedniczne razem z kością krzyżową i kością guziczną tworzą **miednicę**.

Kończyna dolna ma podobną budowę jak kończyna górna, ale jej kości są zdecydowanie masywniejsze, ponieważ muszą utrzymywać ciężar całego ciała.

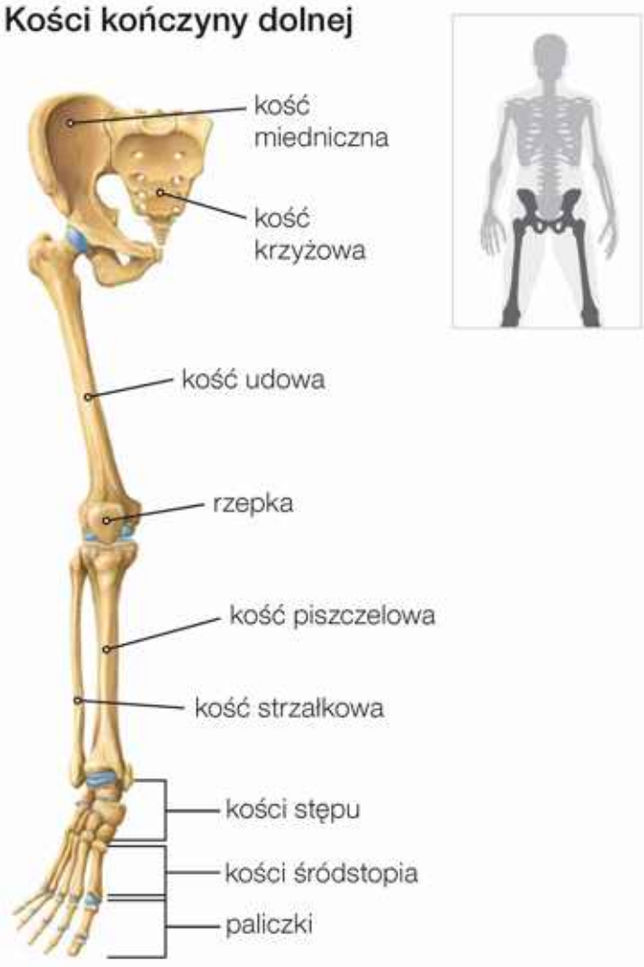
Czy wiesz, że...

Miednice kobiety i mężczyzny różnią się budową. Wynika to z przystosowania tej części szkieletu kobiet do ciąży i porodu. Miednica kobiety jest szeroka – ma rozchylone na boki kości biodrowe. Jej otwór górny jest owalny, natomiast kanał – cylindryczny. Z kolei miednica mężczyzny jest wąska, ma sercowaty otwór górny i kanał w kształcie lejka.

Kości kończyny górnej

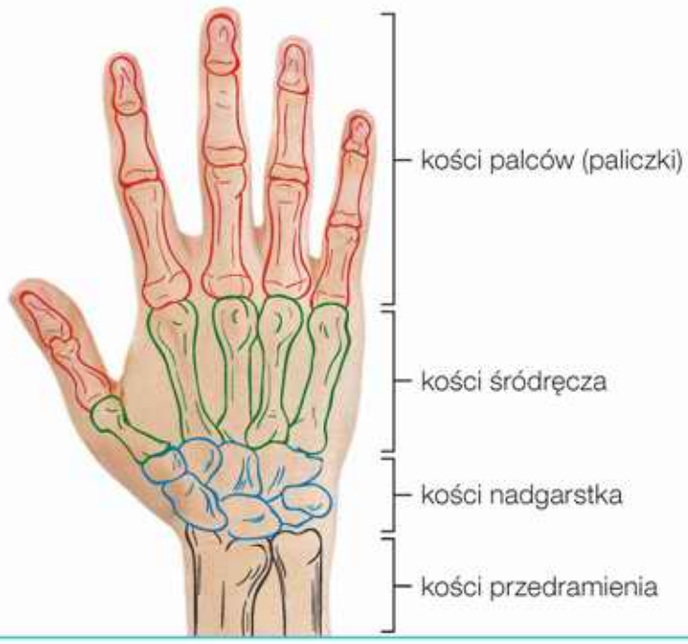


Kości kończyny dolnej



Jest na to sposób

Niektóre informacje najlepiej zapamiętuje się na własnym przykładzie. Dlatego, aby nauczyć się, gdzie występują poszczególne kości, możesz wskazać je na swoim ciele lub narysować je na swoim zdjęciu. Ten sposób możesz również wykorzystać, ucząc się lokalizacji narządów wewnętrznych.

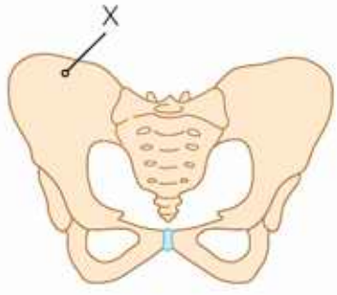


W skrócie

- Szkielet osiowy człowieka jest zbudowany z: **czaszki**, **kręgosłupa** i **klatki piersiowej**.
- W skład czaszki wchodzą dwie części: **mózgoczaszka**, która ochrania mózg przed urazami mechanicznymi, oraz **twarzoczaszka** osłaniająca początkowe odcinki układu pokarmowego i układu oddechowego.
- Kręgosłup jest zbudowany z **kręgów**. Wyróżniamy w nim odcinki: **szyjny**, **piersiowy**, **lędźwiowy**, **krzyżowy** i **guziczny**. Kręgosłup stanowi podporę dla ciała, amortyzuje wstrząsy i chroni rdzeń kręgowy.
- Klatka piersiowa jest zbudowana z **odcinka piersiowego kręgosłupa**, **mostka** oraz **żeber** (prawdziwych, rzekomych i wolnych). Klatka piersiowa chroni płuca i serce przed urazami oraz uczestniczy w wentylacji płuc.
- Do **szkieletu kończyn** zaliczamy kości kończyn górnych (z obręczą barkową) i kości kończyn dolnych (z obręczą miedniczną).
- **Kończyna górna** jest zbudowana z kości ramiennej, kości przedramienia (kość promieniowa, kość łokciowa), kości ręki (kości nadgarstka, kości śródręcza, paliczki). W skład kości kończyn górnych wchodzi również obręcz barkowa, zbudowana z dwóch łopatek i dwóch obojczyków.
- W skład **kończyny dolnej** wchodzą: kość udowa, rzepka, kości podudzia (kość piszczelowa, kość strzałkowa), kości stopy (kości stępu, kości śródstopia i paliczki). W skład kości kończyn dolnych wchodzi też obręcz miedniczna, zbudowana z dwóch kości miednicznych.

Polecenia kontrolne

1. Podaj przykład przystosowania czaszki do pełnienia funkcji ochronnej.
2. Wyjaśnij, dlaczego kręgosłup nie jest zbudowany z jednej długiej kości, lecz z wielu mniejszych kości.
3. Uzasadnij, dlaczego kręgosłup musi mieć krzywizny.
4. Podaj nazwę kości oznaczonej na ilustracji literą X.



3.4. Budowa i funkcjonowanie mięśni szkieletowych

Zwróć uwagę na:

- budowę mięśni szkieletowych,
- mechanizm skurczu mięśni i źródła energii dla mięśni,
- antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów.



Gdyby układ ruchu składał się tylko ze szkieletu, nasze ciała nie mogłyby się poruszać. To dzięki mięśniom stanowiącym część czynną układu ruchu możemy chodzić, pisać czy utrzymywać wyprostowaną postawę.

Czy wiesz, że...

Aby zmarszczyć brwi, musisz użyć ok. 43 mięśni.



Wybrane mięśnie szkieletowe człowieka

W organizmie dorosłego człowieka występuje ok. 600 mięśni szkieletowych, które stanowią ok. 40% masy ciała. Mięśnie te zawdzięczają swoje nazwy położeniu, funkcji, miejscu przyczepu lub budowie.



Mięsień piersiowy większy – bierze udział w poruszaniu kończyną górną, np. opuszcza uniesione ramię.

Mięsień dwugłowy ramienia (biceps) – do jego zadań należy m.in. zginanie kończyny w stawie łokciowym.

Mięsień prosty brzucha – tworzy ścianę brzucha, a jego skurcz powoduje zgięcie tułowia do przodu.

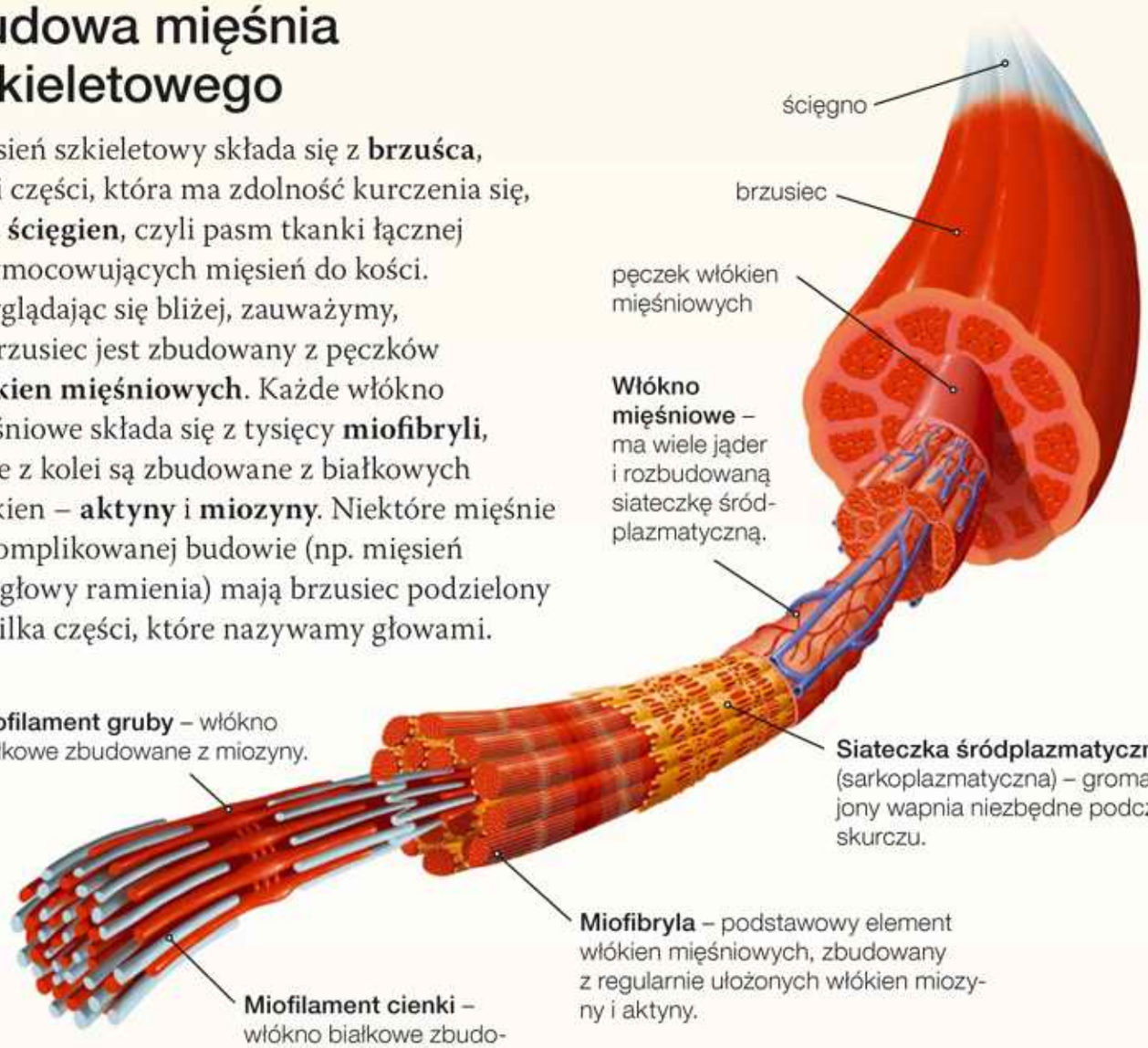
Mięsień czworoboczny – mięsień ten bierze udział w ruchach głowy, pozwala również na podnoszenie kończyny górnej.

Mięsień pośladkowy wielki – utrzymuje pionową postawę ciała, prostuje kończynę dolną w stawie biodrowym.

Mięsień czworogłowy uda – unosi udo podczas chodzenia i prostuje nogę w kolanie.

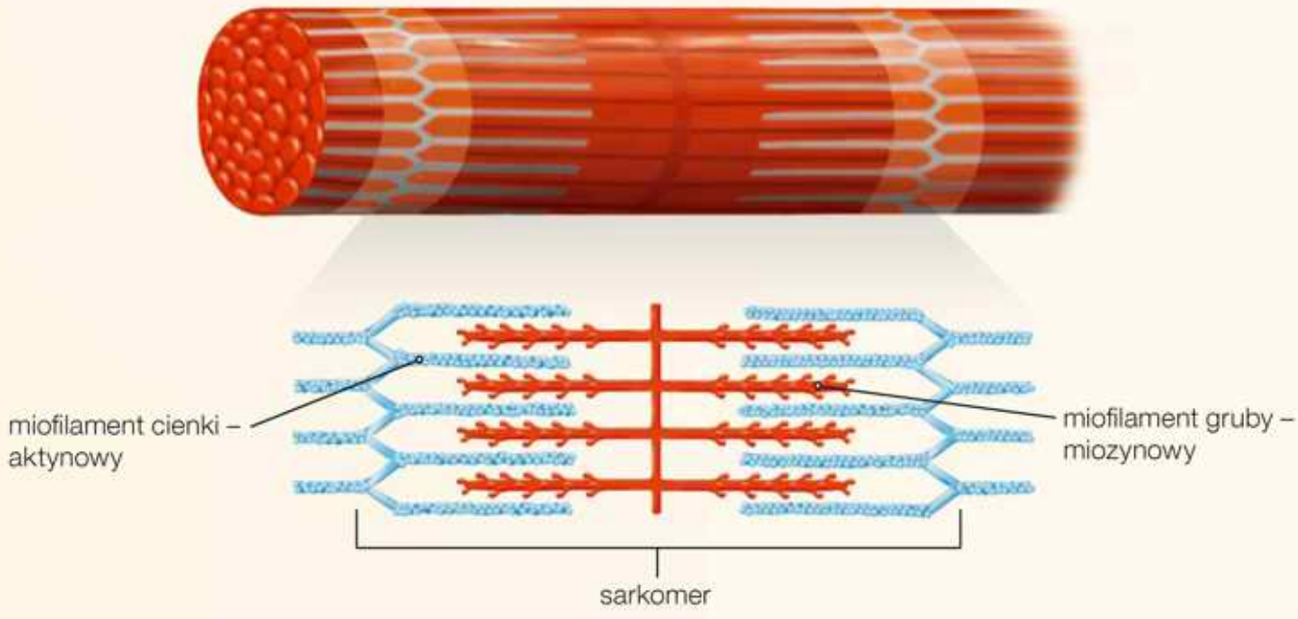
Budowa mięśnia szkieletowego

Mięsień szkieletowy składa się z **brzuśca**, czyli części, która ma zdolność kurczenia się, oraz **ścięgien**, czyli pasm tkanki łącznej przymocowujących mięsień do kości. Przyglądając się bliżej, zauważymy, że brzusiec jest zbudowany z pęczków **włókien mięśniowych**. Każde włókno mięśniowe składa się z tysięcy **miofibryli**, które z kolei są zbudowane z białkowych włókien – **aktyny** i **miozyny**. Niektóre mięśnie o skomplikowanej budowie (np. mięsień dwugłowy ramienia) mają brzusiec podzielony na kilka części, które nazywamy głowami.



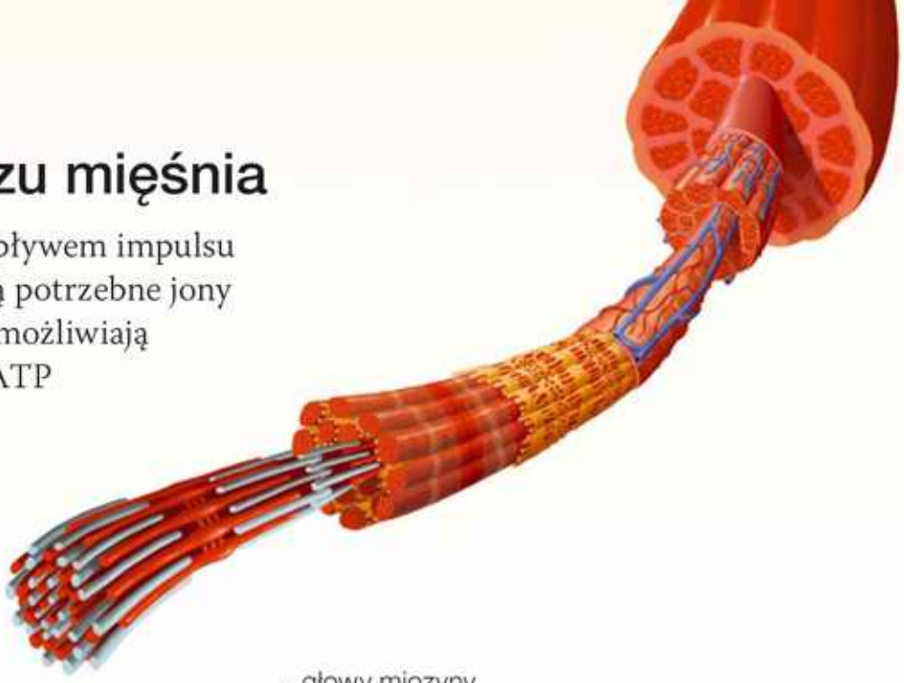
Czym jest sarkomer?

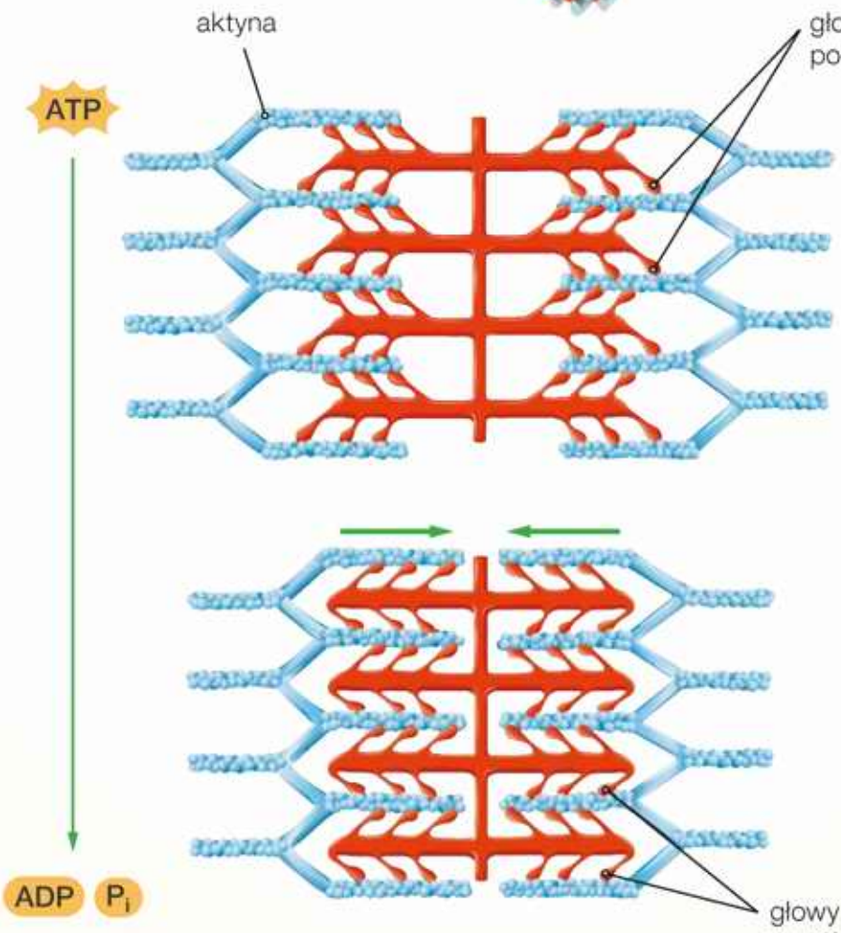
Sarkomer jest podstawową jednostką funkcjonalną (kurczliwą) mięśnia szkieletowego. Sarkomery powtarzają się regularnie na całej długości miofibryli.



Mechanizm skurczu mięśnia

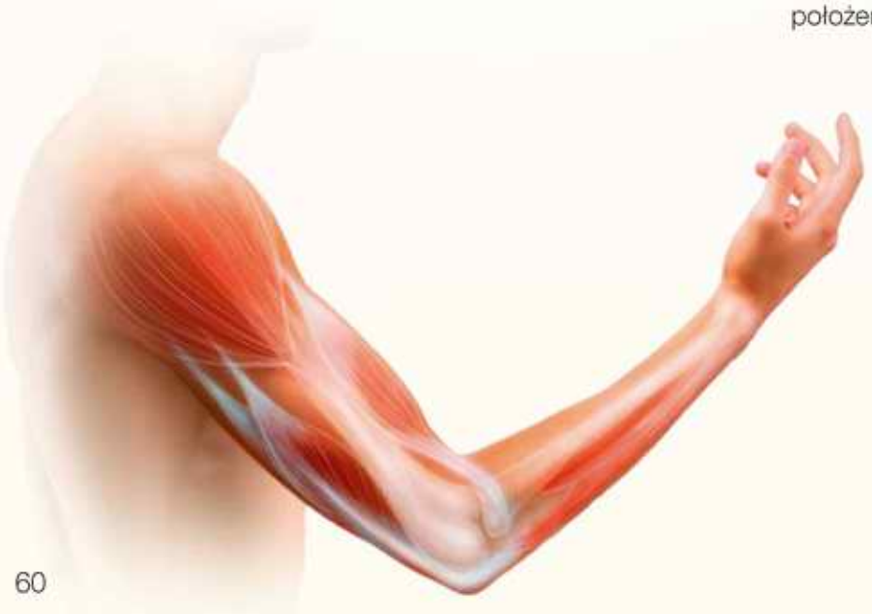
Skurcz mięśnia następuje pod wpływem impulsu nerwowego. Do jego przebiegu są potrzebne jony wapnia oraz ATP. Jony wapnia umożliwiają połączenie aktyny z miozyną, a ATP dostarcza energii niezbędnej do tego procesu.





ATP przyłącza się do głów miozyny, które łączą się z aktyną. Następnie ATP rozpada się i powstają ADP oraz reszta fosforanowa (P_i). Odłączenie ADP oraz reszty fosforanowej powoduje zmianę położenia głów miozyny.

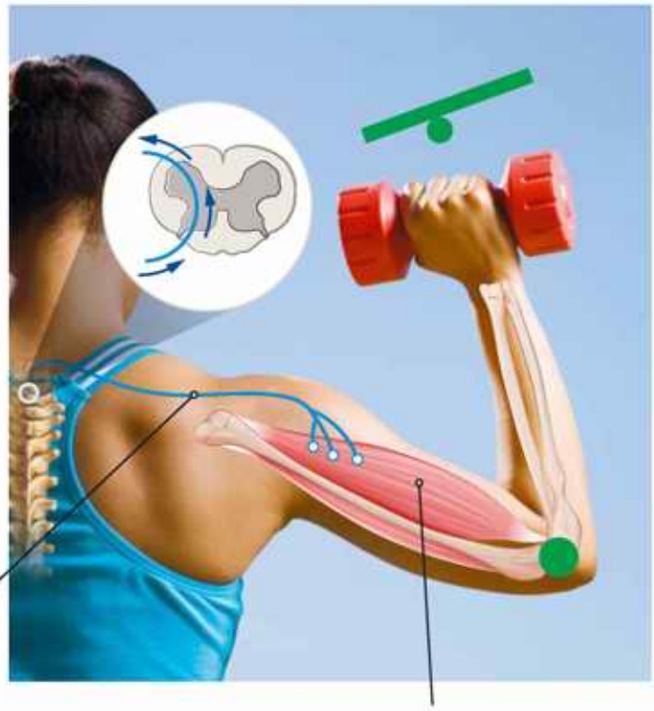
Kolejne zmiany położenia głów miozyny powodują przesunięcie się całych włókien aktynowych i w efekcie – skrócenie sarkomeru.



Podczas skurczu mięśnia w każdym sarkomerze włókna aktyny wsuwają się między włókna miozyny. W ten sposób sarkomer się skraca. Skrócenie kolejnych sarkomerów prowadzi do skrócenia całej miofibryli. Skrócenie miofibryli powoduje skrócenie włókien mięśniowych, a w efekcie – skurcz całego mięśnia.

Działanie mięśni szkieletowych

W jaki sposób mięśnie szkieletowe współpracują ze szkieletem w wykonywaniu ruchów? Przypomnij sobie, jak działa dźwignia – siła przyłożona do jednego ramienia dźwigni jest przenoszona przez punkt podparcia na drugie ramię dźwigni. Ta zasada fizyczna dotyczy również układu ruchu. W naszym ciele źródłem siły są kurczące się mięśnie, punktem podparcia – stawy, a ramieniem dźwigni – kości.



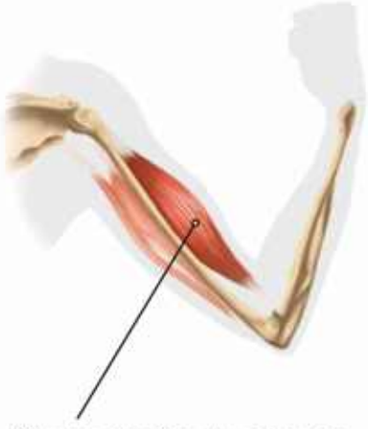
Impulsy nerwowe przesyłane przez komórki nerwowe pobudzają mięsień do skurczu.

Kurczący się mięsień skraca się i w ten sposób powoduje ruch kości, która jest przymocowana do niego za pomocą ścięgna.

W jaki sposób mięśnie ze sobą współpracują?

Mięśnie kurczą się, przez co podciągają kości, do których są przytwierdzone. Powoduje to ruch kończyny, ale tylko w jednym kierunku. Dlatego większość mięśni pracuje parami, przy czym jeden z mięśni działa w jednym kierunku, a drugi – w kierunku przeciwnym. Takie mięśnie nazywamy mięśniami **przeciwstawnymi** – **antagonistycznymi**. Część mięśni współpracuje w wykonywaniu ruchu w tym samym kierunku. Takie mięśnie nazywamy **współdziałającymi**.

Przykład antagonistycznego działania mięśni ramienia



Skurcz mięśnia dwugłowego ramienia powoduje zgięcie kończyny górnej w stawie łokciowym.



Skurcz mięśnia trójgłowego ramienia powoduje wyprostowanie kończyny górnej w stawie łokciowym.

? Pomyśl

Jakie inne mięśnie w naszym ciele działają antagonistycznie?

Źródła energii dla mięśni

Źródłem energii niezbędnej do pracy mięśni szkieletowych jest **ATP**. Jednak jego ilość w komórkach pozwala na pracę mięśnia przez ułamek sekundy. Dlatego aby mięśnie mogły pracować, ATP musi być stale odtwarzany. Związkiem umożliwiającym szybkie odtwarzanie ATP jest zgromadzona w mięśniach **fosfokreatyna**. Reakcja odtwarzania ATP z jej udziałem przebiega następująco:

fosfokreatyna + ADP → kreatyna + ATP

Podstawowym procesem dostarczającym ATP jest **oddychania tlenowe**. Głównym substratem tego procesu jest **glukoza** dostarczana wraz z krwią. Krew przenosi też niezbędny do tego procesu tlen, którego część jest magazynowana przez **mioglobinę**.

Kiedy mięśnie długo pracują, ilość glukozy dostarczanej wraz z krwią jest dla nich niewystarczająca. Dlatego organizm musi wykorzystać rezerwy energetyczne w postaci **glikogenu** oraz **tłuszczów**. Wtedy również potrzebny jest tlen zgromadzony w mioglobinie. Przy intensywnej pracy mięśni mogą jednak wystąpić niedobory tlenu, określane mianem długu tlenowego. Produkcja ATP zachodzi wtedy w wyniku fermentacji mleczanowej, co prowadzi do powstania kwasu mlekowego.

Procesy biochemiczne zachodzące podczas długotrwałej pracy mięśnia

Rodzaj procesu	Nazwa procesu	Czas pracy mięśnia
Główny proces prowadzący do uzyskania ATP	oddychanie tlenowe z wykorzystaniem glukozy	do kilkunastu minut
Wykorzystanie rezerw energetycznych	glikogenoliza prowadząca do uzyskania glukozy – substratu oddychania komórkowego	do 40 minut
	utlenianie kwasów tłuszczowych	do kilku godzin
Praca awaryjna	fermentacja mleczanowa	przy niedoborze tlenu

W skrócie

- **Mięsień szkieletowy** jest zbudowany z **brzuśca** (część kurczliwa) oraz **ścięgien**. Brzusiec tworzą **pęczki włókien mięśniowych**. Włókna mięśniowe składają się z **miofibryli**, a te są zbudowane z **włókienek cienkich aktynowych** i **grubych miozynowych**.
- Mięśnie współpracujące w wykonywaniu ruchu w tym samym kierunku to mięśnie współdziałające. Mięśnie, które pracują **przeciwstawnie**, **to mięśnie antagonistyczne**.
- Praca mięśni polega na ich kurczeniu się. Włókna aktyny przesuwają się względem włókien miozyny, co jest podstawowym mechanizmem skurczu mięśni.
- Źródłem energii dla kurczących się mięśni jest ATP.

Polecenia kontrolne

1. Wykaż związek pomiędzy budową mięśnia szkieletowego a mechanizmem jego skurczu.
2. Opisz antagonistyczną pracę mięśni na przykładzie mięśni ramienia.
3. Wyjaśnij, dlaczego do skurczu mięśni jest niezbędny ATP. W odpowiedzi uwzględnij rolę ATP w mechanizmie skurczu mięśni.

3.5. Higiena i choroby układu ruchu

Zwróć uwagę na:

- wpływ diety i aktywności fizycznej na stan układu ruchu,
- przykładowe choroby układu ruchu: osteoporozę i krzywicę,
- wpływ dopingu na organizm człowieka.

Układ ruchu jest każdego dnia narażony na uszkodzenia w wyniku niewłaściwej postawy ciała, urazów mechanicznych czy diety zbyt ubogiej w substancje mineralne i białko. Na stan naszych kości i mięśni wpływają również choroby oraz uwarunkowania genetyczne. Na niektóre z tych czynników nie mamy wpływu lub jest on bardzo ograniczony. Możemy jednak zadbać o odpowiednią dietę i aktywność fizyczną.

Wpływ diety na stan układu ruchu

Do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania naszego układu ruchu jest konieczne **odpowiednie odżywianie się**, czyli dostarczanie organizmowi wszystkich potrzebnych składników. Na przykład białka są niezbędne do prawidłowego rozwoju mięśni. Z kolei składniki mineralne, takie jak wapń, fosfor, magnez i potas, sprawiają, że kości są mocne i wytrzymałe, a mięśnie pracują prawidłowo. Musimy też pamiętać o witaminach. Dla układu ruchu bardzo ważne są: witamina D_3 – odpowiedzialna za właściwe wysycenie kości wapniem – oraz witamina C niezbędna do syntezy kolagenu zapewniającego elastyczność kości i chrząstek. Unikać powinniśmy natomiast szkodliwych barwników i konserwantów oraz produktów wysokokalorycznych, których spożywanie może prowadzić do nadwagi.

Czym są suplementy diety?

Suplementy diety to środki, które mają uzupełniać naszą dietę, np. w witaminy, minerały czy niektóre białka (m.in. kolagen).

Przyjmowanie suplementów diety jest potrzebne tylko wtedy, kiedy w organizmie jest za mało określonych składników. Na przykład w naszym kraju zaleca się, aby od września do kwietnia młodzież przyjmowała witaminę D_3, gdyż z powodu zbyt małej ilości światła słonecznego witamina ta nie jest syntetyzowana przez skórę w dostatecznej ilości. Z kolei osoby, które ograniczają spożycie nabiału i produktów pochodzenia zwierzęcego, muszą niekiedy dostarczać organizmowi wapnia.

Zwykle jednak do utrzymania układu ruchu w dobrej kondycji wystarczy odpowiednia, **zróżnicowana dieta**.



Suplementy diety i tzw. odżywki są często stosowane przez osoby uprawiające sport wyczynowy. Trudno jest im bowiem uzupełnić niedobory niektórych składników nawet przy prawidłowej diecie.

Wpływ dopingu na organizm człowieka

Kiedy głównym przeciwnikiem dla sportowców nie są rywale, lecz ich własne ciało, a potrzeba bycia najlepszym ciągle rośnie, niektórzy z nich sięgają po doping. Polega on na sztucznym podnoszeniu wydolności, np. przy użyciu środków farmakologicznych czy manipulacji genetycznych. Metody te wpływają jednak negatywnie na organizm.

Środki anaboliczne (np. testosteron)

Przyspieszają wzrost masy mięśniowej.

Przykładowe skutki uboczne:

- zmiany skórne, łysienie,
- bezpłodność,
- zaburzenia funkcjonowania układu pokarmowego, np. biegunki, wymioty, uszkodzenie wątroby,
- powiększenie gruczołów mlekowych u mężczyzn,
- choroby układu krążenia, m.in. nadciśnienie, zawał serca,
- obniżenie odporności i wzrost ryzyka rozwoju nowotworów,
- zaburzenia psychiczne, m.in. wahania nastroju, agresywne zachowanie, depresja.

Erytropoetyna (EPO)

Pobudza wytwarzanie erytrocytów, co daje taki sam efekt, jak transfuzja krwi.

Przykładowe skutki uboczne:

- tworzenie się zakrzepów,
- zawał serca,
- udar mózgu,
- podwyższone ciśnienie krwi.

Środki pobudzające i przeciwbólowe

Pobudzają i eliminują zmęczenie, znoszą odczuwanie bólu.

Przykładowe skutki uboczne:

- prowadzą do skrajnego wyczerpania,
- uzależniają psychicznie i fizycznie.





Właściwym sposobem na zwiększanie sprawności fizycznej i wytrzymałości, a także osiąganie dobrych wyników w sporcie jest dobre planowanie treningów oraz stosowanie odpowiedniej diety.

Manipulacje genetyczne

Polegają na wprowadzaniu zmian w materiale genetycznym sportowca, aby np. przyspieszyć wzrost jego masy mięśniowej. Skutki uboczne są trudne do przewidzenia. Manipulacje genetyczne mogą prowadzić m.in. do rozwoju nowotworów.



Transfuzja krwi

Zwiększa liczbę erytrocytów. Powoduje to, że do komórek jest dostarczana większa ilość tlenu, co prowadzi do uwalniania większej ilości energii niezbędnej do wykonania wysiłku.

Przykładowe skutki uboczne:

- zakażenie wirusem zapalenia wątroby typu B lub C, zakażenie HIV,
- wzrost ciśnienia krwi,
- wzrost ryzyka zakrzepów, zawału serca i udaru mózgu,
- infekcje bakteryjne,
- reakcje alergiczne.

Operacje chirurgiczne

Polegają na przeszczepianiu mięśni i ścięgien oraz usuwaniu nadmiaru tkanki tłuszczowej. Skutkami ubocznymi są m.in. zakażenia wirusowe i bakteryjne. Dodatkowo każda operacja niesie ryzyko zagrożenia życia.

☑ Choroby i zaburzenia układu ruchu

Wady postawy – skrzywienia kręgosłupa

Skrzywienia kręgosłupa to zniekształcenia naturalnych krzywizn kręgosłupa.

- **Przyczyny:** długotrwałe utrzymywanie nieprawidłowej pozycji ciała, nierównomierne obciążenie szkieletu.
- **Profilaktyka:** utrzymywanie prawidłowej postawy ciała, ćwiczenia.



Skolioza polega na wygięciu kręgosłupa na bok (najczęściej w części piersiowej w prawo). Nieleczona może prowadzić do silnego bólu kręgosłupa, a zniekształcona klatka piersiowa może uciskać serce i płuca.



Nadmierna kifoza to choroba kręgosłupa, która polega na nadmiernym wygięciu kręgosłupa ku tyłowi w odcinku piersiowym. Nieleczona może doprowadzić do powstania garbu i powikłań, np. problemów z oddychaniem.



Nadmierna lordoza lędźwiowa polega na zbyt dużym wygięciu kręgosłupa do przodu. Prowadzi do wywierania nadmiernego ucisku na kręgosłup, co objawia się bólem.

Płaskostopie

Płaskostopie to wada polegająca na nieprawidłowym wysklepieniu stopy.

- **Przyczyny:** osłabienie mięśni i więzadeł stopy. Może być ono wrodzone lub nabyte w wyniku urazów.



Stopa o prawidłowej budowie nie dotyka podłoża całą powierzchnią. Jej kości układają się w łuk.



Płaskostopie powoduje, że prawie cała stopa przylega do podłoża. Kości w takiej stopie leżą w linii prostej.

- **Profilaktyka:** noszenie odpowiedniego obuwia, utrzymywanie właściwej masy ciała, ćwiczenia.

Urazy mechaniczne

Do urazów mechanicznych szkieletu należą: zwichnięcia i skręcenia stawów oraz złamania kości.

Skręcenie stawu polega na niewielkim uszkodzeniu torebki stawowej i więzadeł.

Zwichnięcie stawu polega na zerwaniu torebki stawowej i więzadeł oraz przemieszczeniu względem siebie powierzchni stawowych kości.

Złamanie kości polega na całkowitym przerwaniu ciągłości kości.

Choroby układu ruchu

Osteoporoza

Osteoporoza polega na zmniejszeniu gęstości mineralnej kości i zmianach ich struktury.

- **Przyczyny:** zmniejszone wydzielanie hormonów płciowych i niedobór wapnia w organizmie.
- **Na rozwój choroby wpływają:** starszy wiek (zwłaszcza u kobiet), czynniki genetyczne, dieta uboga w wapń i białko, długotrwałe unieruchomienie, zbyt mała aktywność fizyczna, przyjmowanie niektórych leków (np. sterydowych), niedobór witaminy D_3, palenie papierosów i nadużywanie alkoholu.
- **Objawy:** w początkowej fazie choroba przebiega bezobjawowo. Po pewnym czasie, zwłaszcza pod wpływem obciążenia, zaczynają pojawiać się bóle kości długich. Może też dojść do obniżenia wzrostu w związku ze złamaniami kręgów lub powstania nadmiernej kifozy piersiowej oraz złamań kości długich przy niewielkich urazach.
- **Profilaktyka:** ograniczenie lub wyeliminowanie czynników będących przyczyną choroby. Należy uzupełniać niedobór wapnia, witaminy D_3 oraz białka w diecie, uprawiać sport, aby wzmocnić kości, zrezygnować z picia alkoholu i palenia papierosów.

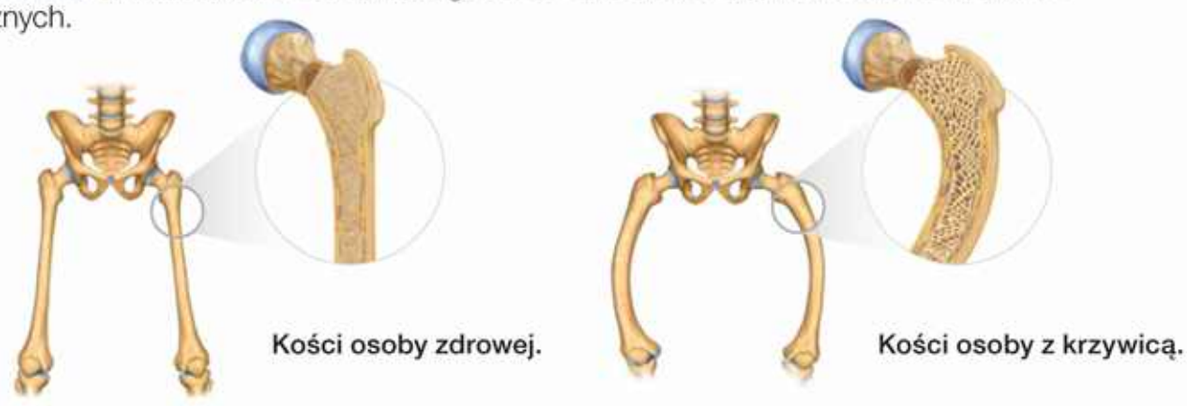


Kość prawidłowa. Osteoporoza. Złamanie kości.

Krzywica

Krzywica polega na zmniejszeniu mineralizacji kości w wyniku zaburzeń gospodarki wapniowo-fosforanowej. Choroba ta jest związana z nieprawidłowym kształtowaniem się kości podczas ich wzrostu, dlatego dotyczy głównie dzieci.

- **Przyczyny:** niedobór witaminy D_3 spowodowany niedostateczną ekspozycją na promieniowanie słoneczne oraz zbyt małą ilością tej witaminy w diecie.
- **Objawy:** kości stają się miękkie i podatne na deformacje.
- **Profilaktyka:** dieta bogata w witaminę D_3 i wapń oraz ekspozycja na działanie promieni słonecznych.



Kości osoby zdrowej. Kości osoby z krzywicą.

Jak zapobiegać wadom postawy?

Aby zachować prawidłowe krzywizny kręgosłupa, musisz pamiętać o kilku ważnych zasadach.

Głowa wyprostowana, w jednej linii z klatką piersiową.

Plecy proste.



Ramiona na tej samej wysokości, opuszczone.

Do czego prowadzą złe nawyki?

- Osobie, która się garbi, grozi nadmierna kifoza piersiowa.



- Długotrwałe przebywanie w pozycji stojącej, nadwaga i nieodpowiednie obuwie (np. buty na wysokich obcasach czy zbyt wąskie) mogą doprowadzić do obniżenia naturalnych sklepień stopy, czyli do płaskostopia.



- Nierównomierne obciążanie kręgosłupa z jednej strony może doprowadzić do pogłębienia bocznego skrzywienia kręgosłupa – skoliozy.



- Nadmierna masa ciała oraz częste pochylanie ciała do przodu podczas siedzenia np. przy biurku mogą doprowadzić do nadmiernej lordozy lędźwiowej.



Jak codzienna aktywność fizyczna wpływa na nasze ciało?



W skrócie

- Dieta bogata w **sole mineralne (wapnia, magnezu i potasu)**, **białko**, **witaminy D_3** i **C** wpływa korzystnie na układ ruchu.
- Aktywność fizyczna jest niezbędna dla prawidłowego rozwoju układu ruchu, ponieważ wzmacnia kości i mięśnie oraz sprawia, że są one bardziej wytrzymałe na urazy mechaniczne.
- **Doping** polega na sztucznym podnoszeniu wydolności sportowca. Może być on m.in. farmakologiczny, fizjologiczny i genetyczny.

Polecenia kontrolne

1. Opisz dietę sprzyjającą prawidłowemu rozwojowi układu ruchu. Podaj przykłady konkretnych posiłków.
2. Podaj po dwa przykłady działań profilaktycznych, dzięki, którym można się ustrzec przed nadmierną kifozą piersiową i nadmierną lordozą lędźwiową.
3. Wykonaj ulotkę dotyczącą profilaktyki osteoporozy.
4. Podaj trzy przykłady pozytywnego wpływu codziennej aktywności fizycznej na nasz organizm.
5. Wykaż, że doping wpływa negatywnie na zdrowie człowieka.

Podsumowanie

1 Budowa układu ruchu

Układ ruchu

- szkielet (część bierna)
- mięśnie szkieletowe (część czynna)

2 Funkcje szkieletu:

- chroni narządy wewnętrzne (np. mózg, płuca),
- stanowi miejsce przyczepu mięśni,
- jest rusztowaniem dla ciała i nadaje ciału kształt,
- magazynuje składniki mineralne, m.in. sole wapnia,
- produkuje elementy morfotyczne krwi.

3 Budowa szkieletu człowieka:

- szkielet osiowy (czaszka, kręgosłup, klatka piersiowa),
- szkielet kończyn (kości kończyn górnych i kości kończyn dolnych).

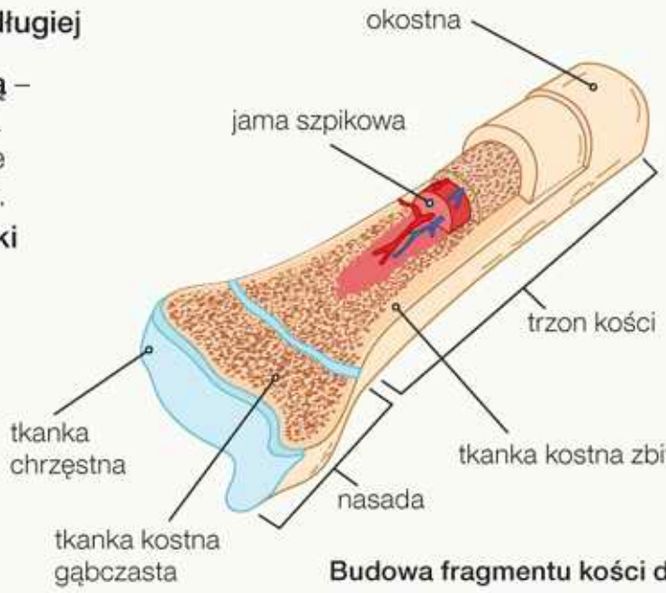
4 Podział kości ze względu na kształt

Rodzaje kości

kości płaskie	kości różnokształtne	kości krótkie	kości długie
• mają długość i szerokość większą niż grubość • np. niektóre kości czaszki, mostek, łopatki, kości biodrowe	• mają nieregularny kształt, wyrostki i zagłębienia • np. kręgi kręgosłupa	• kształtem przypominają sześcian • np. kości nadgarstka, kości stępu	• mają długość większą niż szerokość i grubość • w ich budowie wyróżniamy trzon i nasady • np. kość ramienna, paliczki

5 Budowa kości na przykładzie kości długiej

- Kość z zewnątrz jest pokryta **okostną** – łącznotkankową błoną, która odżywia kość oraz uczestniczy w przebudowie i regeneracji kości, np. po złamaniach.
- Trzon jest zbudowany głównie z **tkanki kostnej zbitej**, a nasady kości – z **tkanki kostnej gąbczastej**.
- Wewnątrz kości znajduje się **jama szpikowa** wypełniona szpikiem kostnym.
- Powierzchnie stawowe kości są chronione przed urazami przez **tkankę chrzęstną**.



Budowa fragmentu kości długiej.

6 Rodzaje połączeń kości:

- **połączenia ruchome (stawy)** – razem z mięśniami umożliwiają ruch kości względem siebie w jednej lub kilku płaszczyznach. Rodzaje stawów to m.in. staw siodełkowy, obrotowy, zawiasowy i kulisty;
- **połączenia ścisłe** – zapobiegają przemieszczaniu się kości względem siebie, mają ograniczoną ruchomość lub są nieruchome.

Rodzaje połaczeń ścisłych	Opis	Przykłady
Więzozrosty	Kości są połączone za pomocą tkanki włóknistej.	• szwy łączące kości czaszki
Chrząstkozrosty	Kości są połączone za pomocą tkanki chrzęstnej.	• krążki międzykręgowe w kręgosłupie • połączenia żeber z mostkiem
Kościozrosty	Kości są połączone za pomocą tkanki kostnej.	• kość krzyżowa powstająca przez zrośnięcie się kręgów krzyżowych kręgosłupa

7 Budowa szkieletu osiowego

Szkielet osiowy

czaszka

Jest zbudowana z dwóch części:
- **mózgoczaszki**, która składa się z kości: czołowej, klinowej, potylicznej oraz parzystych kości ciemieniowych i skroniowych
- **twarzoczaszki**, która składa się z żuchwy, kości gnykowej oraz parzystych kości nosowych, jarzmowych, podniebiennych i szczękowych

klatka piersiowa

Jest zbudowana z odcinka piersiowego kręgosłupa, mostka oraz 12 par żeber. Rodzaje żeber ze względu na sposób połączenia z mostkiem:
- **żebra prawdziwe** – połączone z mostkiem bezpośrednio za pomocą chrząstek,
- **żebra rzekome** – połączone z mostkiem za pomocą chrząstki siódmego żebra,
- **żebra wolne** – nie mają połączenia z mostkiem

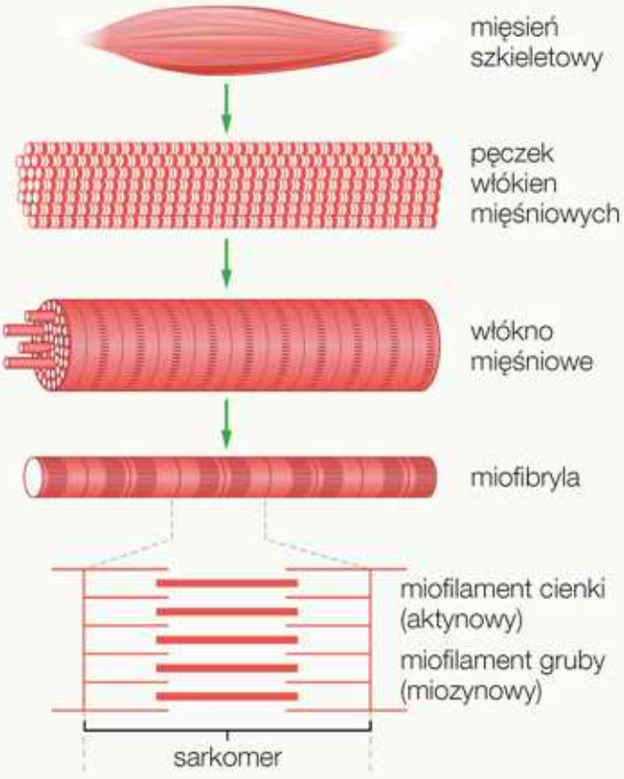
kręgosłup

Jest zbudowany z 33–34 kręgów. Pomiędzy kręgami znajdują się chrząstki, tzw. krążki międzykręgowe, które amortyzują wstrząsy i nadają kręgosłupowi giętkość.



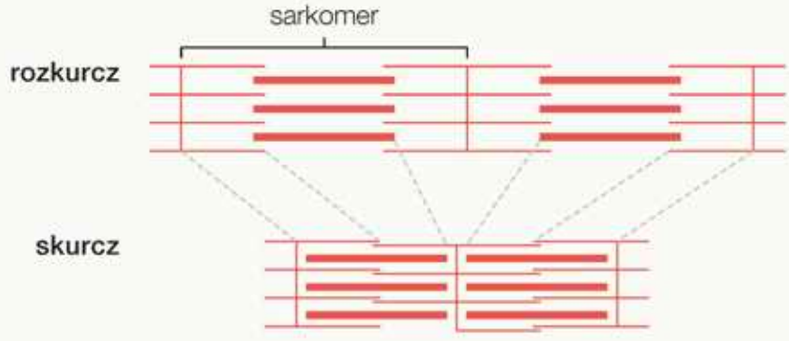
8 Budowa i działanie mięśnia szkieletowego

Sarkomer – podstawowa jednostka funkcjonalna (kurczliwa) mięśnia szkieletowego.



Mechanizm skurczu mięśnia

Podczas skurczu mięśnia w każdym sarkomerze włókna aktyny wsuwają się między włókna miozyny. W ten sposób sarkomer się skraca. Skrócenie kolejnych sarkomerów powoduje skrócenie całej miofibryli. Skracanie się wszystkich włókien mięśniowych sprawia, że kurczy się cały mięsień.



9 Źródła energii potrzebnej do pracy mięśni

Źródła energii

bezpośrednie	rezerwowe	przy niedoborze tlenu
ATP	glikogen, tłuszcze	glukoza (fermentacja mleczanowa)

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)

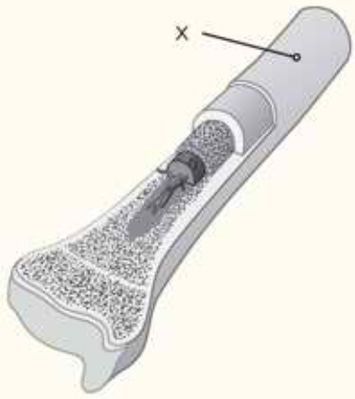
1.	Układ ruchu składa się ze szkieletu i układu mięśniowego.	P	F
2.	W skład szkieletu osiowego wchodzą: czaszka, mostek, żebra, obojczyki i kręgosłup.	P	F
3.	Kość promieniowa i kość strzałkowa są kośćmi kończyny dolnej.	P	F

2 **Przyporządkuj podanym niżej rodzajom kości (A–C) odpowiednie przykłady wybrane spośród podanych (1–4). Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)

A. Kości płaskie.
B. Kości różnokształtne.
C. Kości krótkie.

1. Kręgi kręgosłupa.
2. Kości stępu.
3. Kości biodrowe.
4. Kość ramienna.

3 Na ilustracji przedstawiono budowę kości długiej. (1 p.)



Wybierz poprawne dokończenie zdania. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

Na ilustracji literą X oznaczono

A. tkankę chrzęstną.
B. okostną.
C. tkankę kostną gąbczastą.
D. tkankę kostną zbitą.

4 **Przyporządkuj elementom kości (A–C) odpowiednie opisy wybrane spośród podanych (1–4). Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)

A. Okostna.
B. Tkanka kostna zbita.
C. Tkanka chrzęstna.

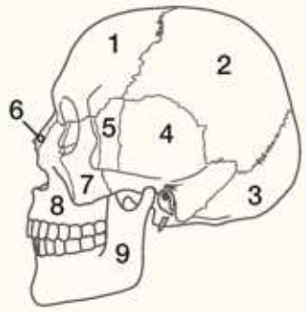
1. Zawiera ściśle przylegające do siebie blaszki kostne, które układają się w pierścienie.
2. Pokrywa powierzchnie stawowe.
3. Jest zbudowana z beleczek kostnych, w których w wolnych przestrzeniach znajduje się szpik kostny.
4. Odżywia kości i uczestniczy w ich regeneracji.

5 **Wyjaśnij związek między rodzajem połączeń występujących między żebrami i mostkiem a funkcją klatki piersiowej. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

6 **Wybierz ten rodzaj połączeń kości, który występuje między kośćmi mózgoczaszki. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

więzozrost, chrząstkozrost, kościozrost

7 **Podaj cyfry, którymi na ilustracji oznaczono kości twarzoczaszki. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

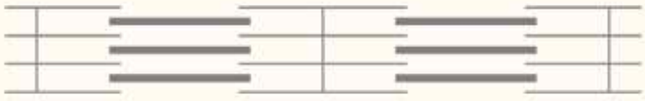


8 **Wybierz spośród A–D prawidłowy opis budowy hierarchicznej mięśnia szkieletowego (od najprostszego do najbardziej złożonego elementu). Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

A. Miofibryla, miofilamenty cienkie i grube, włókno mięśniowe, pęczek włókien mięśniowych, brzusiec.
B. Miofilamenty cienkie i grube, miofibryla, włókno mięśniowe, pęczek włókien mięśniowych, brzusiec.
C. Włókno mięśniowe, miofibryla, miofilamenty cienkie i grube, pęczek włókien mięśniowych, brzusiec.
D. Pęczek włókien mięśniowych, włókno mięśniowe, miofilamenty cienkie i grube, miofibryla, brzusiec.

9 **Określ, który z sarkomerów przedstawionych na ilustracjach – A czy B – znajduje się w skurczu. Uzasadnij swój wybór jednym argumentem. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

A.

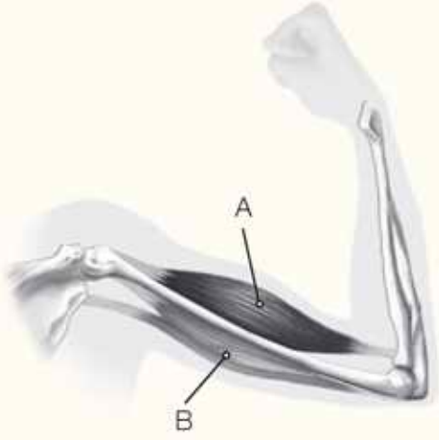


B.



10 Na ilustracji przedstawiono antagonistyczne działanie mięśni. (1 p.)

Określ, który z mięśni (A czy B) jest w stanie skurczu i powoduje, że kończyna górna znajduje się w przedstawionej pozycji. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



11 **Uzasadnij słuszność stwierdzenia: „Odpowiednia dieta i aktywność fizyczna zapewniają sprawność układu ruchu". Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)



4. Układ pokarmowy

To było w szkole podstawowej!

☑ Składniki pokarmowe dzielimy na: **organiczne** (cukry, białka, tłuszcze, witaminy) oraz **nieorganiczne** (woda i sole mineralne).

☑ Funkcje układu pokarmowego:

- rozdrabnianie i nawilżanie pokarmu,
- trawienie, czyli rozkład substancji odżywczych na związki o prostszej budowie,
- wchłanianie do krwi związków otrzymanych w procesie trawienia,
- defekacja, czyli usuwanie niestrawionych resztek pożywienia w postaci kału.

☑

Układ pokarmowy

przewód pokarmowy	gruczoły trawienne
jama ustna, gardło, przełyk, żołądek, jelito cienkie, jelito grube	ślinianki, wątroba, trzustka

4.1. Organiczne składniki pokarmowe

Zwróć uwagę na:
- funkcje organicznych składników pokarmowych: cukrów, białek i tłuszczów,
- podział białek na pełnowartościowe i niepełnowartościowe,
- znaczenie błonnika i niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT).

Głównym celem odżywiania się jest dostarczanie organizmowi związków, które posłużą do jego budowy i zapewnią mu energię potrzebną do życia. Dlatego spożywany przez nas pokarm powinien zawierać wszystkie niezbędne składniki organiczne i nieorganiczne. Do najważniejszych składników organicznych należą cukry, białka i tłuszcze.

Cukry – główne źródło energii

Cukry (węglowodany) to związki, których podstawową funkcją jest dostarczanie organizmowi energii. Dzięki temu umożliwiają zachodzenie w organizmie takich procesów, jak przewodzenie impulsów nerwowych, transport substancji czy skurcze mięśni.

Jednak nie wszystkie cukry pełnią funkcję energetyczną. Dlatego cukry dzielimy na:
- **węglowodany przyswajalne**, będące źródłem energii – należą do nich cukry proste oraz cukry, które mogą być rozłożone przez enzymy do cukrów prostych. Są one wchłaniane w jelicie cienkim i transportowane do komórek;
- **węglowodany nieprzyswajalne**, które nie są źródłem energii – to węglowodany, których nasz organizm nie potrafi rozłożyć do cukrów prostych, ponieważ nie ma odpowiednich enzymów. Wchodzą one w skład **błonnika pokarmowego**.

Oprócz funkcji energetycznej cukry pełnią również **funkcję zapasową** (glikogen).

Rodzaje węglowodanów przyswajalnych



Cukry proste (monosacharydy) – należą do nich np. glukoza, fruktoza i galaktoza. Ich źródłem są głównie owoce, słodycze i miód. Po zjedzeniu tych produktów bardzo szybko w organizmie uwalniają się duże ilości glukozy.



Dwucukry (disacharydy) – to cukry złożone z dwóch cukrów prostych, np. sacharoza, laktoza (cukier mleczny) i maltoza. Występują głównie w słodyczach i nabiale. Są szybko rozkładane do cukrów prostych, dlatego dostarczają szybko energii, ale na krótki czas.



Wielocukry (polisacharydy) – to cukry złożone z wielu cząsteczek cukrów prostych, np. skrobia. Znajdują się m.in. w produktach zbożowych, kaszach i makaronach. Glukoza jest z nich uwalniana powoli, dlatego stanowią źródło energii na dłuższy czas.

Błonnik wymiata pokarm

Błonnik pokarmowy, nazywany inaczej włóknem pokarmowym, to związki, których nasz organizm nie potrafi strawić. Najczęściej są to elementy budujące ściany komórek roślinnych, głównie wielocukry takie jak: celuloza, hemicelulozy i pektyny. Błonnik nie dostarcza prawie wcale substancji odżywczych (ma niską kaloryczność), a większość tworzących go związków jest nieprzyswajalna. Jego znaczenie dla naszego zdrowia jest jednak ogromne. Z jakiego powodu?



Błonnik:

- wzmaga ruchy jelit, co przyspiesza wędrówkę pokarmu przez przewód pokarmowy i zapobiega zaparciom,
- chłonie duże ilości wody i pęcznieje, co zapewnia uczucie sytości,
- spowalnia trawienie wielocukrów, a przez to ułatwia utrzymanie odpowiedniego stężenia glukozy we krwi,
- wspomaga rozwój bakteryjnej flory jelitowej,
- przyczynia się do obniżenia stężenia cholesterolu,
- wiąże jony sodu, co wpływa na obniżenie ciśnienia krwi,
- zmniejsza ryzyko rozwoju nowotworów układu pokarmowego, np. raka żołądka i raka jelita grubego.

Otręby, czyli zewnętrzne części nasion, są cennym źródłem nie tylko błonnika, lecz także witamin z grupy B i dużej ilości pierwiastków ważnych dla naszego organizmu.

Błonnik pokarmowy jest niezbędnym elementem prawidłowej diety. Zalecane dzienne spożycie błonnika dla młodzieży wynosi ok. 20 g na dobę. Należy jednak pamiętać, że nadmiar błonnika może działać niekorzystnie, np. powodować wzdęcia lub biegunki.

Dobrymi źródłami błonnika są warzywa, owoce, orzechy, kasze, płatki owsiane, pełnoziarnista mąka (razowa) i produkty z niej wytwarzane.

Zawartość błonnika pokarmowego w wybranych produktach (g/100 g części jadalnych)

Produkt	Zawartość błonnika
Migdały	12,9
Morele suszone	10,3
Płatki jęczmienne	9,6
Śliwki suszone	9,4
Orzechy laskowe	8,9
Pieczywo żytnie razowe	8,4
Płatki owsiane	6,9
Truskawki	1,8
Śliwki	1,6
Sok marchwiowy	1,3



Białka – główny budulec organizmu

Białka są najważniejszym elementem budującym komórki i tkanki. Do białek pełniących funkcję budulcową należą np.: kolagen, który jest składnikiem tkanek łącznych, miozyna i aktyna, tworzące tkankę mięśniową, oraz keratyna, z której są zbudowane nasze włosy i paznokcie.

Inną funkcją białek jest **regulowanie przebiegu procesów** zachodzących w organizmie. Przykładowo hormony przekazują informacje między komórkami, a enzymy przyspieszają przebieg reakcji biochemicznych. Białka transportują też substancje (m.in. hemoglobina, która transportuje tlen i dwutlenek węgla).

Białka są zbudowane z 20 rodzajów aminokwasów. Większość z nich nasz organizm potrafi sam syntetyzować i nie musi ich przyjmować z pokarmem. Aminokwasy te nazywamy **aminokwasami endogennymi**. Pozostałe aminokwasy, których organizm nie potrafi wytwarzać i które musi przyjmować z pokarmem, to **aminokwasy egzogenne**. Ze względu na skład aminokwasów i ich proporcje wyróżniamy: **białka pełnowartościowe** i **białka niepełnowartościowe**. Ich charakterystykę przedstawiliśmy na poniższym schemacie.

Podział białek ze względu na skład i proporcje aminokwasów



Jak łączyć pokarmy roślinne?

Chociaż poszczególne pokarmy roślinne zawierają białka niepełnowartościowe, to jeżeli połączymy je ze sobą, możemy dostarczyć organizmowi wszystkich niezbędnych aminokwasów. Na przykład pełen zestaw aminokwasów daje połączenie ryżu z fasolą po meksykańsku czy pełnoziarnistej pszennej bułki z sezamem i masłem orzechowym.



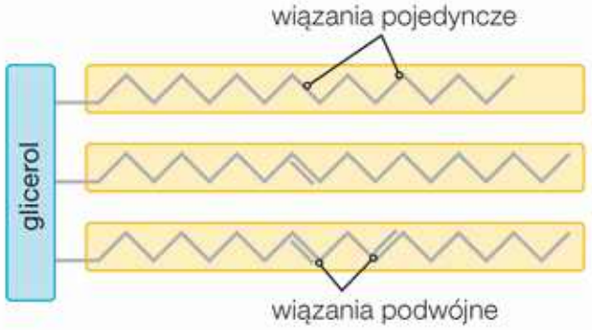
Tłuszcze – materiał zapasowy

Tłuszcze to przede wszystkim materiał zapasowy dostarczający energii, gdy zabraknie cukrów. Mogą pełnić tę funkcję m.in. dzięki temu, że są lekkie w stosunku do dużej objętości, a ich rozkład dostarcza dwa razy więcej energii niż rozkład cukrów.

Dodatkowo tłuszcze m.in.:

- pełnią funkcję termoizolacyjną i ochronną – wchodzą w skład tkanki podskórnej oraz tkanki tłuszczowej,
- są nośnikami i magazynem witamin rozpuszczalnych w tłuszczach,
- budują błony komórkowe,
- są niezbędne do syntezy niektórych hormonów.

Tłuszcze wchodzące w skład pokarmu są zbudowane najczęściej z glicerolu i kwasów tłuszczowych. Kwasy tłuszczowe dzielimy na nasycone i nienasycone. Kwasy tłuszczowe nasycone mają pojedyncze wiązania między atomami węgla, a kwasy tłuszczowe nienasycone mają co najmniej jedno wiązanie podwójne. Dla naszego zdrowia niezwykle ważne jest uwzględnianie w diecie **niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych** (NNKT), ponieważ nie są one syntetyzowane w organizmie. Najlepszym źródłem NNKT są ryby morskie i oleje roślinne. Właściwy poziom NNKT wpływa m.in. na prawidłowy poziom cholesterolu we krwi, reguluje ciśnienie krwi i pracę serca.



Budowa cząsteczki tłuszczu właściwego.

Zapotrzebowanie organizmu na składniki pokarmowe

Aby organizm funkcjonował prawidłowo, powinniśmy dostarczać mu wszystkich związków organicznych w odpowiedniej ilości.

Niedobór cukrów może spowodować spadek poziomu glukozy we krwi, co zmniejsza koncentrację i wywołuje senność. Gdy jest on długotrwały, jako źródło energii są wykorzystywane tłuszcze lub nawet białka. Może to prowadzić do wychudzenia organizmu. Z kolei nadmiar cukrów powoduje przekształcanie ich w wątrobie w tłuszcze i magazynowanie w postaci tkanki tłuszczowej. Może to prowadzić do otyłości.

Niedobór białek hamuje wzrost i rozwój, a nadmiar może prowadzić do uszkodzenia nerek.

Nadmiar tłuszczów przyczynia się do rozwoju chorób układu krążenia i powstawania otyłości. W przypadku zbyt małej ilości tłuszczów istnieje ryzyko niedoboru NNKT czy witamin rozpuszczalnych w tłuszczach.



Źródłem **nasyconych kwasów tłuszczowych** są produkty zwierzęce, np. boczek, wędliny i śmietana.



Źródłem **nienasyconych kwasów tłuszczowych** są tłuszcze roślinne, zwłaszcza olej rzepakowy.

Omega-3 czy omega-6?

Bliżej życia

W mediach często pojawia się informacja, że powinniśmy koniecznie spożywać kwasy omega-3 i omega-6. Czy rzeczywiście tak bardzo ich potrzebujemy? Kwasy omega-3 i omega-6 należą do NNKT. Mają one podwójne wiązanie przy trzecim (omega-3) lub przy szóstym (omega-6) atomie węgla w cząsteczce kwasu tłuszczowego, gdy liczymy od jego końca. Duże ilości kwasów omega-6 występują w oleju słonecznikowym, fistaszkach, awokado i pestkach dyni, natomiast źródłem kwasów omega-3 są np. ryby morskie oraz olej rzepakowy. Oba kwasy są nam potrzebne, ale by zachować zdrowie, musimy pamiętać, że stosunek ilości kwasów omega-6 do omega-3 powinien wynosić ok. 5:1. Tymczasem często spożywamy zbyt dużo kwasów omega-6, przez co stosunek ten wynosi nawet 20:1. Dlatego zaleca się, aby co najmniej dwa razy w tygodniu spożywać ryby morskie.





Kwas tłuszczowy omega-6.



Kwas tłuszczowy omega-3.

W skrócie

- **Węglowodany przyswajalne** (ulegające trawieniu i wchłanianiu w jelicie) są **głównym źródłem energii**. Kiedy ich zabraknie, organizm wykorzystuje **tłuszcze – materiał zapasowy**. **Białka** pełnią funkcję **budulcową**. Do produkowania energii są wykorzystywane dopiero wtedy, gdy zabraknie cukrów i tłuszczów.
- Do **węglowodanów nieprzyswajalnych** (nierozkładanych przez enzymy trawienne) zaliczamy wielocukry wchodzące w skład błonnika pokarmowego.
- **Błonnik pokarmowy** m.in.: przyspiesza perystaltykę jelit, obniża poziom cholesterolu i ciśnienie krwi, wspomaga rozwój flory jelitowej, reguluje procesy trawienne i poziom glukozy we krwi, zmniejsza ryzyko rozwoju nowotworów żołądka i jelita grubego.
- **Aminokwasy endogenne** są syntetyzowane w organizmie w odróżnieniu od **aminokwasów egzogennych**, które muszą być przyjmowane z pożywieniem.
- **Białka pełnowartościowe** zawierają wszystkie niezbędne do życia aminokwasy w odpowiedniej ilości. Są to głównie białka zwierzęce. **Białka niepełnowartościowe** nie zawierają wszystkich aminokwasów egzogennych lub mają ich za mało. Są to głównie białka roślinne.
- **NNKT** to **niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe**. Są to związki egzogenne, dlatego muszą być przyjmowane z pokarmem. Właściwy poziom NNKT pomaga m.in. utrzymać prawidłową ilość cholesterolu we krwi, reguluje ciśnienie krwi i wpływa pozytywnie na pracę serca.

Polecenia kontrolne

1. Podaj główne funkcje cukrów, białek i tłuszczów.
2. Omów znaczenie błonnika pokarmowego.
3. Wyjaśnij, dlaczego w diecie pozbawionej białka zwierzęcego ważne jest duże urozmaicanie posiłków.
4. Określ znaczenie NNKT w naszej diecie.

4.2. Rola witamin. Nieorganiczne składniki pokarmowe

Zwróć uwagę na:
- podział i funkcje witamin,
- funkcje oraz źródła wybranych mikro- i makroelementów,
- znaczenie wody i bilans wodny.

Witaminy i sole mineralne to składniki pokarmowe, które – choć potrzebne w małych ilościach – są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania naszego organizmu. Jak wiesz, równie ważne dla zachowania zdrowia jest utrzymanie właściwego bilansu wodnego.

Czym są witaminy?

Witaminy to związki organiczne, których organizm w większości nie potrafi sam wytworzyć, a są one wykorzystywane w różnych reakcjach biochemicznych i procesach fizjologicznych. Dzielimy je na:
- rozpuszczalne w tłuszczach – należą do nich witaminy: A, D_3, E, K,
- rozpuszczalne w wodzie – należą do nich witaminy z grupy B oraz witamina C.

Witaminy są potrzebne w niewielkich ilościach. Ich głównym źródłem jest spożywany pokarm. Niektóre witaminy z grupy B są wytwarzane przez bakterie żyjące w naszym przewodzie pokarmowym. Inne, np. witaminę A czy witaminę D_3, organizm syntetyzuje z substancji nazywanych prowitaminami.

Stan, w którym w organizmie brakuje witamin, nazywamy **awitaminozą**, a niedobór witamin – **hipowitaminozą**. Przyczyną niedoboru witamin mogą być:
- niewłaściwa dieta,
- zwiększone zapotrzebowanie na witaminy, np. w czasie choroby lub ciąży,
- trudności w przyswajaniu witamin, np. z powodu występowania w organizmie związków, które blokują ich wchłanianie.

Zarówno brak, jak i niedobór witamin jest szkodliwy dla organizmu.

Podobnie negatywne skutki może mieć nadmiar witamin, czyli **hiperwitaminoza**. Jest ona zazwyczaj spowodowana nadużywaniem suplementów diety i leków zawierających witaminy.

Hiperwitaminoza dotyczy głównie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach, które są kumulowane w tkance tłuszczowej i magazynowane w wątrobie. Witaminy rozpuszczalne w wodzie jest trudniej przedawkować, gdyż ich nadmiar jest wydalany z organizmu z moczem.



Promieniowanie słoneczne powoduje przekształcanie prowitaminy D_3 występującej w skórze w witaminę D_3.



Karoten – pomarańczowy barwnik występujący m.in. w marchewce – to prowitamina A przekształcana w organizmie w witaminę A.

Jakie funkcje pełnią witaminy?

Głównym zadaniem witamin jest regulowanie procesów zachodzących w organizmie. Część witamin jest też niezbędna do prawidłowego funkcjonowania enzymów, które biorą udział w tak istotnych procesach, jak oddychanie tlenowe. Niedobór każdej witaminy powoduje określone skutki. Aby im zapobiec, powinniśmy stosować zróżnicowaną dietę.

Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach – A, D_3, E, K

Witamina A

Funkcje: jest niezbędna do prawidłowego widzenia, właściwego funkcjonowania nabłonków oraz wzrostu i rozwoju organizmu.

Skutki niedoboru: kurza ślepota (niedowidzenie o zmierzchu i przy słabym oświetleniu), łuszczenie się nabłonków, zaburzenia wzrostu.

Źródła: nabiał, pomarańczowe warzywa i owoce, ciemnozielone warzywa, wątroba, tran.



Witamina D_3

Funkcje: zwiększa wchłanianie wapnia i fosforu z przewodu pokarmowego, powoduje odkładanie się tych pierwiastków w kościach i zębach.

Skutki niedoboru: u dzieci – krzywica, u dorosłych – osteoporoza (demineralizacja kości).

Źródła: tran, jaja, tłuste ryby, wątroba, mleko i jego przetwory. Jest również wytwarzana w organizmie człowieka.



Witamina E

Funkcje: zmniejsza ryzyko zachorowania na nowotwory, zapewnia prawidłową pracę mięśni, poprawia płodność.

Skutki niedoboru: wczesne starzenie się skóry, zaburzenia płodności, niedokrwistość, osłabienie i zanik mięśni.

Źródła: oleje roślinne, migdały, awokado, jaja, orzechy, nasiona.



Witamina K

Funkcje: bierze udział w procesie krzepnięcia krwi.

Skutki niedoboru: krwawienia, np. z dziąseł, nosa i jelit.

Źródła: wątroba, zielone warzywa. Jest wytwarzana przez bakterie jelitowe żyjące w organizmie człowieka.



Witaminy rozpuszczalne w wodzie – witaminy z grupy B oraz witamina C



Witaminy z grupy B

Witaminy z grupy B często występują wspólnie w pożywieniu i pełnią podobne funkcje. Są niezbędne m.in. do prawidłowego działania układu nerwowego.

Źródła: produkty zbożowe, nasiona, orzechy, drożdże, rośliny strączkowe, jaja, mięso, wątroba. Witaminy te są też wytwarzane przez bakterie jelitowe.

Witamina B_2

Funkcje: bierze udział w oddychaniu tlenowym i syntezie hemoglobiny, poprawia stan skóry i przyspiesza gojenie się ran.

Skutki niedoboru: zajady w kącikach ust, łysienie, łojotoki skórne.

Biotyna (witamina H)

Funkcje: jest potrzebna do syntezy kwasów tłuszczowych, poprawia stan skóry.

Skutki niedoboru: wypadanie włosów, łuszczenie się skóry, bóle mięśni.

Witamina B_3 (PP)

Funkcje: warunkuje prawidłową pracę układu pokarmowego i układu nerwowego.

Skutki niedoboru: pękanie i łuszczenie się skóry, biegunka, otępienie.

Witamina B_{12}

Funkcje: reguluje proces powstawania krwinek, uczestniczy w biosyntezie kwasów nukleinowych.

Skutki niedoboru: anemia złośliwa, uszkodzenia układu nerwowego.

Witamina B_6

Funkcja: bierze udział w oddychaniu tlenowym, wpływa korzystnie na stan skóry i prawidłową pracę tkanki nerwowej, uczestniczy w produkcji hemoglobiny i czerwonych krwinek.

Skutki niedoboru: drgawki, apatia, obniżenie nastroju, anemia.

Kwas foliowy

Funkcje: uczestniczy w biosyntezie kwasów nukleinowych i produkcji krwinek, jest potrzebny do prawidłowego rozwoju układu nerwowego płodu.

Skutki niedoboru: większe prawdopodobieństwo urodzenia dziecka z wadą układu nerwowego, niedokrwistość.

Witamina C (kwas askorbinowy)

Funkcje: wzmacnia zęby (chroni przed próchnicą), aktywuje niektóre enzymy, wpływa korzystnie na stan tkanki łącznej (bierze udział w syntezie kolagenu), ułatwia wchłanianie żelaza oraz wzmacnia odporność.

Skutki niedoboru: szkorbut. Objawami są samoistne krwawienia, owrzodzenia i wypadanie zębów.

Źródła: natka pietruszki, wiele owoców (np. owoce cytrusowe, owoce dzikiej róży), kiszona kapusta.



Jednym z najlepszych źródeł witaminy C jest **czarna porzeczka**, która ma trzy razy więcej tej witaminy niż cytryna.

Bliżej życia

Antyutleniacze w walce o nasz organizm

W ostatnich latach często mówi się o szkodliwym działaniu tzw. wolnych rodników tlenowych. Są to związki, w których (w uproszczeniu) w atomach tlenu brakuje elektronu do pary, wobec czego „odbierają" go innym cząsteczkom. Taki proces uszkadza te cząsteczki i ma duży wpływ na starzenie się organizmu oraz powstawanie wielu chorób. Związkami, które zapobiegają negatywnym skutkom działania wolnych rodników, są tzw. antyutleniacze (antyoksydanty).

Przykładami naturalnych antyutleniaczy są witaminy A, C i E. Likwidują one wolne rodniki tlenowe w organizmie, a dzięki swoim właściwościom są stosowane do produkcji kosmetyków oraz utrwalania produktów spożywczych i przedłużania czasu ich trwałości. Kwas askorbinowy, czyli witamina C, jest oznaczany na produktach symbolem E300, a witamina E – E306. Witamina C jest wykorzystywana także jako regulator kwasowości.



Składniki mineralne

Składniki mineralne to pierwiastki chemiczne niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Nie są one wytwarzane w organizmie, dlatego muszą zostać dostarczone z pożywieniem, np. w postaci soli mineralnych. Składniki mineralne są wykorzystywane przez organizm do budowy własnych związków. Biorą one również udział w regulowaniu procesów życiowych (np. jako aktywatory enzymów) oraz wpływają na utrzymanie odpowiedniego pH i ciśnienia osmotycznego płynów ustrojowych.

W zależności od ilości, w jakiej występują w organizmie, wśród składników mineralnych wyróżniamy:

- **makroelementy** – pierwiastki, które stanowią 0,01% lub więcej suchej masy ciała. Zaliczamy do nich pierwiastki biogenne tworzące związki organiczne: węgiel (C), wodór (H), tlen (O), azot (N), fosfor (P) i siarkę (S). Pozostałe makroelementy to: wapń (Ca), magnez (Mg), potas (K), sód (Na) i chlor (Cl);
- **mikroelementy** – pierwiastki, których ilość w organizmie jest niższa niż 0,01% suchej masy ciała. Zaliczamy do nich m.in. żelazo (Fe), miedź (Cu), jod (I), fluor (F) oraz kobalt (Co).

Na następnej stronie przedstawiliśmy przykłady funkcji, źródeł oraz skutków niedoboru wybranych składników mineralnych. Należy jednak pamiętać, że tak jak w przypadku witamin, szkodliwy jest zarówno niedobór, jak i nadmiar niektórych składników mineralnych. Na przykład nadmiar sodu w diecie jest jednym z czynników zwiększających ryzyko wystąpienia nadciśnienia tętniczego, a nadmiar magnezu może spowodować m.in. problemy z pracą serca, zaburzenia oddychania, nudności, osłabienie oraz zawroty i bóle głowy.

Wybrane składniki mineralne

Makroelementy

Wapń



Funkcje: buduje kości i zęby, jest potrzebny do skurczów mięśni i krzepnięcia krwi.

Skutki niedoboru: próchnica zębów, krzywica, osteoporoza, zaburzenia krzepnięcia krwi, zaburzenia pracy serca i mięśni.

Źródła: nabiał, ryby, migdały, fasola, zielone warzywa liściaste.

Magnez



Funkcje: jest niezbędny do prawidłowego działania komórek nerwowych i mięśniowych, jest aktywatorem wielu enzymów.

Skutki niedoboru: zaburzenia pracy serca, mięśni i układu nerwowego.

Źródła: produkty zbożowe, rośliny strączkowe, orzechy, kakao.

Potas



Funkcje: bierze udział w przewodzeniu impulsów nerwowych, regulowaniu ilości wody, ciśnienia krwi oraz pracy serca.

Skutki niedoboru: zaparcia, utrata apetytu, zmęczenie, skurcze jelit i mięśni, zaburzenia pracy serca.

Źródła: pomidory, orzechy, rośliny strączkowe, suszone owoce, banany.

Sód i chlor



Funkcje: uczestniczą w regulowaniu ciśnienia krwi oraz ilości wody, biorą udział w przewodzeniu impulsów nerwowych. Chlor występuje w soku żołądkowym.

Skutki niedoboru: niedobór praktycznie nie występuje.

Źródła: sól kuchenna.

Mikroelementy

Żelazo

Funkcje: jest składnikiem hemoglobiny i wielu enzymów.

Skutki niedoboru: anemia, osłabienie, zawroty głowy.

Źródła: mięso, wątroba, zielone warzywa.



Jod

Funkcje: jest potrzebny do produkcji hormonów tarczycy.

Skutki niedoboru: zaburzenia funkcjonowania tarczycy.

Źródła: ryby morskie, owoce morza, sól jodowana.



Fluor

Funkcje: buduje kości i zęby, chroni zęby przed próchnicą.

Skutki niedoboru: zwiększona podatność zębów na próchnicę.

Źródła: ryby, herbata, woda mineralna, produkty zbożowe.



Woda – główny związek nieorganiczny

Woda jest związkiem, który występuje w naszym organizmie w największej ilości – stanowi średnio ok. 65% jego masy. Poszczególne tkanki i narządy różnią się jej zawartością – najmniej wody znajduje się w szkliwie zębów, a najwięcej – we krwi i w limfie.

Znaczenie wody

Woda ma wyjątkowe właściwości fizykochemiczne, co sprawia, że pełni w organizmie wiele istotnych funkcji, m.in.:

- **jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem** wielu związków, dzięki czemu transportuje różne substancje oraz tworzy środowisko, w którym mogą zachodzić reakcje chemiczne,
- **ma duże ciepło właściwe**, co umożliwia jej wyrównywanie temperatury w organizmie,
- **ma wysokie ciepło parowania**, dzięki czemu jest wykorzystywana do chłodzenia organizmu – woda zawarta w pocie, parując, ochładza organizm,
- **ma duże napięcie powierzchniowe**, które ułatwia krążenie krwi i limfy w drobnych naczyniach.



Naturalna woda mineralna wysokozmineralizowana

Wynik badania chemicznego w mg/l	
Kationy	
sodowy (Na^+)	950,0
wapniowy (Ca^{2+})	103,0
magnezowy (Mg^{2+})	45,7
potasowy (K^+)	6,5
Aniony	
wodorowęglanowy (HCO_3^-)	3400,0
siarczanowy (SO_4^{2-})	28,0
chlorkowy (Cl^-)	9,5
fluorkowy (F^-)	0,3
Ogólna zawartość rozpuszczonych składników mineralnych	**4543,2**

Woda może być także cennym źródłem składników mineralnych.

Bilans wodny

Bilans wodny to różnica pomiędzy ilością wody pobranej a ilością wody utraconej przez organizm w ciągu doby. Bilans powinien wynosić zero, co oznacza, że powinniśmy dostarczać organizmowi tyle wody, ile jej tracimy.

W ciągu dnia tracimy ok. 2,5 l wody przez skórę, płuca, z moczem oraz z kałem. Tyle też musimy dostarczyć jej w formie napojów i pożywienia. Pewna ilość wody powstaje w przemianach metabolicznych (woda jest m.in. produktem oddychania tlenowego).

Przyjmuje się, że osoba dorosła powinna wypijać średnio 1,5 l wody dziennie, przy założeniu, że około litra wody dostarczamy z pokarmem.

Jeżeli przyjmujemy mniej wody, niż jej dostarczamy, nasz bilans wodny ma wartość ujemną, co może prowadzić do odwodnienia. Do pierwszych zauważalnych objawów odwodnienia należą uczucie pragnienia i suchość w ustach. Następnie zmniejsza się elastyczność skóry – skóra po uszczypnięciu bardzo powoli się rozprostowuje. Dalszy niedobór wody w organizmie prowadzi do trudności w mówieniu, bólu mięśni, utraty sił fizycznych i przytomności.

Bez wody człowiek może przeżyć bardzo krótko – w zależności od warunków i klimatu maksymalnie 6–7 dni.

Dobowy bilans wodny człowieka

Pobieranie wody [ml]	Wydalanie wody [ml]
• z napojami – 1500	• przez skórę – 400
• z pokarmem – 800	• przez płuca – 500
• woda metaboliczna – 250	• z moczem – 1500
	• z kałem – 150
Razem – 2550	Razem – 2550

Do deficytu wody w organizmie mogą przyczyniać się:

- gorączka, wymioty, biegunka,
- nadmierna aktywność fizyczna,
- zbyt wysoka temperatura otoczenia.

Ilość wody w organizmie jest regulowana przez ośrodek pragnienia znajdujący się w podwzgórzu. Szczegółowo proces regulacji ilości wody w organizmie omówimy w rozdziale dotyczącym układu moczowego.

W skrócie

- **Witaminy** to związki organiczne niezbędne do zachodzenia w organizmie różnych reakcji biochemicznych i procesów fizjologicznych. Ponieważ organizm nie potrafi w większości sam ich wytworzyć, muszą być one przyjmowane z pokarmem.
- Witaminy dzielimy na:
  - **rozpuszczalne w tłuszczach** – witaminy A, D_3, E, K,
  - **rozpuszczalne w wodzie** – witaminy z grupy B oraz witamina C.
- Brak witamin w organizmie to **awitaminoza**, niedobór witamin – **hipowitaminoza**, a nadmiar – **hiperwitaminoza**.
- Składniki mineralne to pierwiastki chemiczne, które muszą być przyjmowane z pokarmem. Dzielimy je na:
  - **makroelementy** (stanowią 0,01% lub więcej suchej masy ciała). Zaliczamy do nich pierwiastki biogenne tworzące związki organiczne: węgiel (C), wodór (H), tlen (O), azot (N), fosfor (P) i siarkę (S). Pozostałe makroelementy to: wapń (Ca), magnez (Mg), potas (K), sód (Na) i chlor (Cl);
  - **mikroelementy** (stanowią poniżej 0,01% suchej masy ciała). Zaliczamy do nich m.in.: żelazo (Fe), miedź (Cu), jod (I), fluor (F) oraz kobalt (Co).
- Woda stanowi ok. 65% naszego organizmu. Dzięki swoim właściwościom m.in.:
  - tworzy środowisko, w którym mogą zachodzić różne reakcje chemiczne,
  - jest dobrym rozpuszczalnikiem wielu substancji,
  - transportuje różne substancje,
  - wyrównuje temperaturę,
  - pozwala pozbyć się nadmiaru ciepła przez parowanie.
- **Bilans wodny** to różnica pomiędzy ilością wody pobranej a ilością wody utraconej przez organizm w ciągu doby.

Polecenia kontrolne

1. Podaj, na jakie dwie grupy dzielimy witaminy ze względu na ich rozpuszczalność. Opisz funkcje dwóch wybranych witamin z każdej grupy.
2. Określ, z niedoborem których witamin są związane następujące choroby:
   a) szkorbut, **b)** zaburzona krzepliwość krwi, **c)** kurza ślepota, **d)** krzywica, **e)** anemia.
3. Wyjaśnij, dlaczego dodawanie niewielkich ilości tłuszczu do gotujących się warzyw lub oleju do surówki ma wpływ na przyswajalność witaminy A.
4. Wyjaśnij, jakie znaczenie ma woda dla organizmu człowieka.
5. Określ, jakie konsekwencje dla zdrowia może mieć nadmiar sodu w pożywieniu.

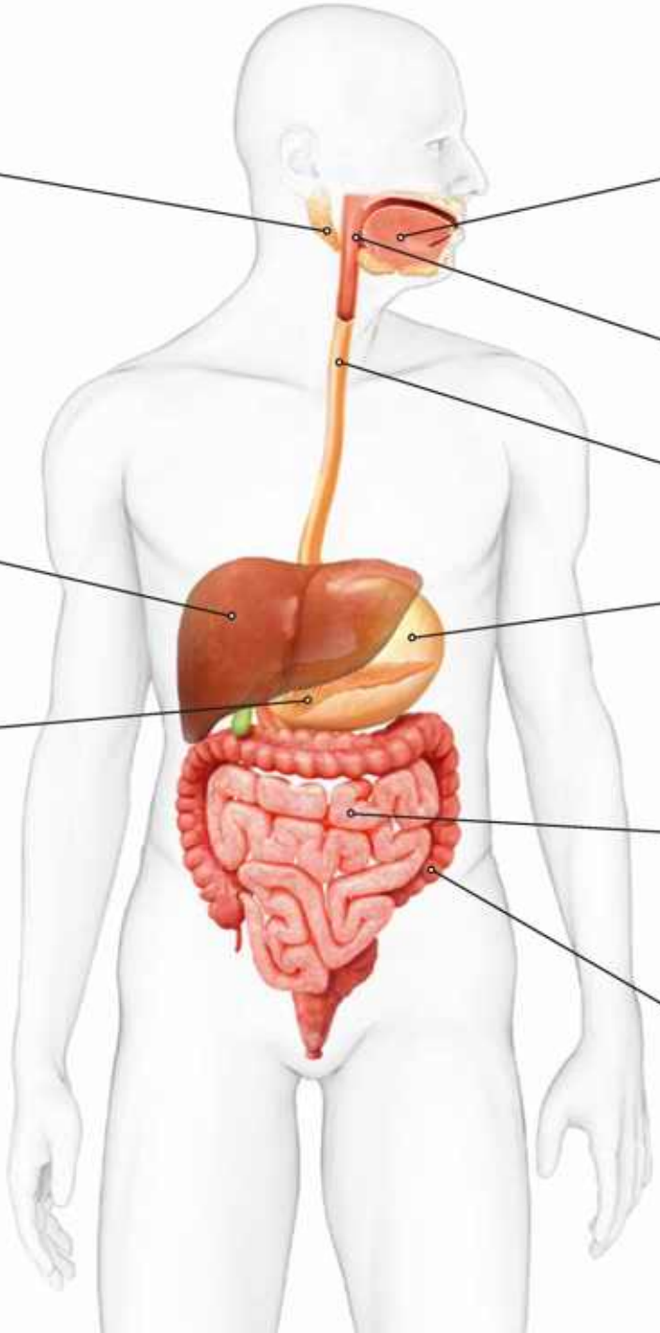
4.3. Budowa i funkcje układu pokarmowego

Zwróć uwagę na:
- przystosowania odcinków przewodu pokarmowego do pełnionych funkcji,
- budowę i funkcje gruczołów trawiennych,
- rolę mikrobiomu w funkcjonowaniu organizmu.

Układ pokarmowy to zespół narządów, dzięki którym organizm uzyskuje z pożywienia składniki niezbędne mu do życia i prawidłowego funkcjonowania. W narządach tych zachodzą kolejne etapy procesu odżywiania się, czyli pobieranie i rozdrabnianie pokarmu, trawienie, wchłanianie i usuwanie niestrawionych resztek.

Elementy układu pokarmowego

W skład układu pokarmowego wchodzą:
- **przewód pokarmowy** – jest on podzielony na odcinki, w których zachodzą kolejne etapy obróbki pokarmu,
- **gruczoły trawienne** – produkują one wydzieliny niezbędne do trawienia pokarmu w przewodzie pokarmowym.



Droga pokarmu w przewodzie pokarmowym

Przewód pokarmowy możemy porównać do rury, która zwęża się lub rozszerza w różnych miejscach. Pokarm trafia tu przez jamę ustną i jest przesuwany dalej, przez przełyk, do żołądka i jelit.

Przemieszczanie się pokarmu jest możliwe dzięki **ruchom perystaltycznym** (robaczkowym), za które odpowiadają mięśnie gładkie tworzące jedną z warstw ściany przewodu pokarmowego. Mięśnie te kurczą się i rozkurczają, dzięki czemu nie tylko przesuwają cząsteczki pokarmu, lecz także mieszają je z wydzielinami gruczołów trawiennych.

Przesuwanie się cząsteczek pokarmu w przewodzie pokarmowym jest łatwiejsze dzięki śluzowi. Jest on wydzielany przez błonę śluzową, która powstaje z komórek nabłonka i wyścieła wnętrze całego przewodu pokarmowego. Śluz pełni także funkcję ochronną, np. chroni przed czynnikami chemicznymi.

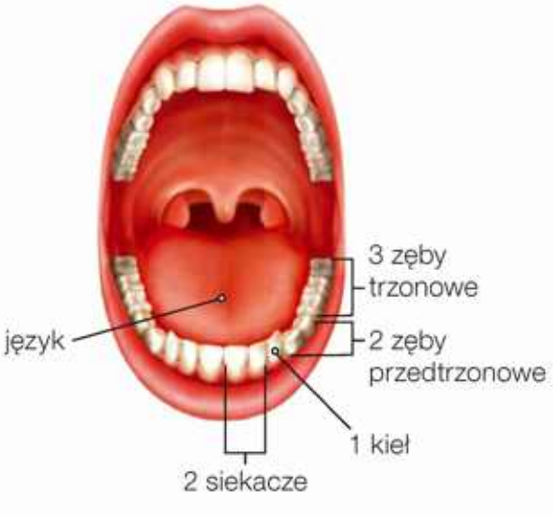
Jama ustna – pobieranie, rozdrabnianie i nawilżanie pokarmu

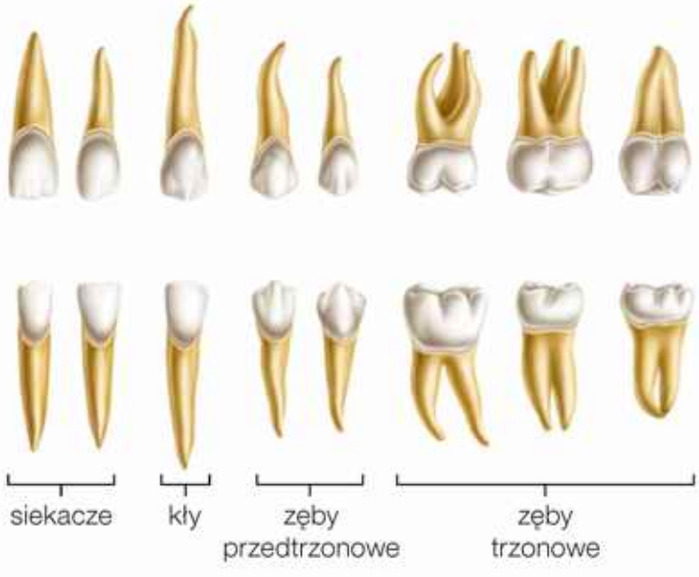
Pierwszym zadaniem jamy ustnej jest pobieranie pokarmu, który następnie jest rozdrabniany przez zęby. W jamie ustnej znajduje się także język, który za pomocą narządów zmysłu smaku – kubków smakowych – sprawdza, czy dana porcja pokarmu nadaje się do zjedzenia.

Język pomaga również w mieszaniu pokarmu ze śliną – wydzieliną ślinianek. Ślina nawilża pokarm i ułatwia uformowanie z niego tzw. kęsu pokarmowego. Jest w niej zawarty enzym – amylaza ślinowa – dzięki któremu rozpoczyna się trawienie wielocukrów.

Rodzaje i budowa zębów

Zęby są osadzone na łukach zębowych szczęk i żuchwy. U człowieka występują dwie generacje zębów: 20 zębów mlecznych i 32 zęby stałe. Zęby różnią się budową, ponieważ są przystosowane do pełnienia różnych funkcji.





U dorosłego człowieka w każdej szczęce i połowie żuchwy znajduje się 8 zębów. Ostatnie zęby trzonowe wyrastają po 17. roku życia i są nazywane zębami mądrości.

Siekacze służą do odgryzania kawałków pokarmu.

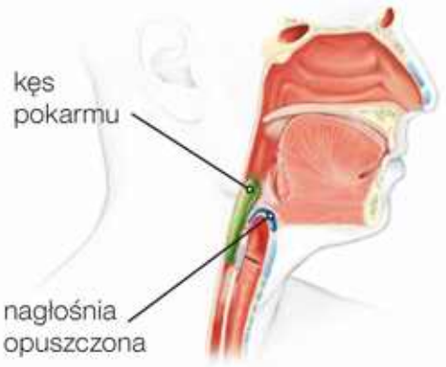
Kły pomagają w rozgryzaniu pokarmu.

Zęby przedtrzonowe i trzonowe miażdżą i rozcierają pokarm.

Gardło i przełyk – transport pokarmu

Pokarm z jamy ustnej trafia do **gardła**, które jest wspólnym odcinkiem układu oddechowego i układu pokarmowego. Jedna z chrząstek krtani – **nagłośnia** – zamyka wejście do dróg oddechowych w czasie przełykania. Dzięki temu pokarm jest kierowany do przełyku, a nie dostaje się do tchawicy.

Przełyk ma kształt długiej (ok. 25 cm), wąskiej rury. Mięśnie budujące jego ścianę kurczą się rytmicznie, co umożliwia przesuwanie kęsów pokarmowych do żołądka.



W momencie połykania nagłośnia jest opuszczona. Dzięki temu kęs pokarmu jest kierowany do przełyku.

Żołądek – magazynowanie pokarmu i trawienie białek

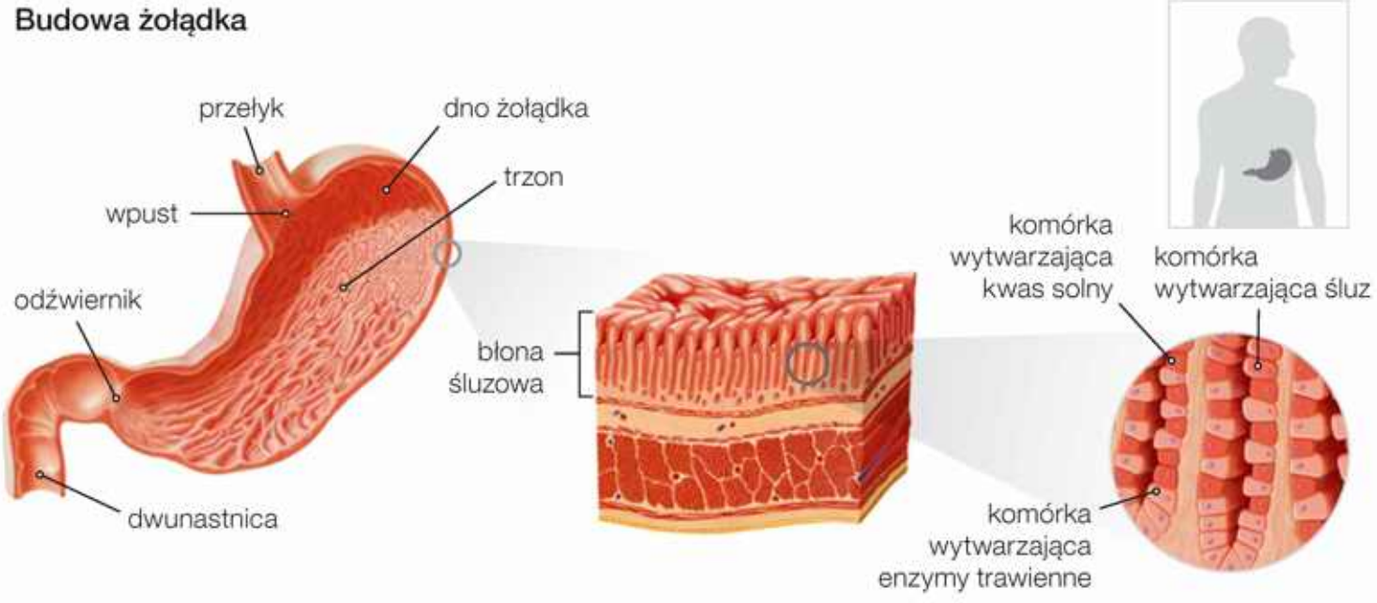
Żołądek jest workiem mięśniowym o rozciągliwych ścianach, dzięki czemu może pomieścić ok. 1,5 l pokarmu. Pokarm jest w nim czasowo magazynowany oraz dalej trawiony.

Trawienie zachodzi dzięki gruczołom znajdującym się w ścianie żołądka. Produkują one **sok żołądkowy**, w którego skład wchodzą m.in.: woda, kwas solny (HCl), chlorki sodu i potasu oraz pepsyna – enzym trawiący białka. Wysokie stężenie HCl sprawia, że sok żołądkowy ma odczyn kwasowy (jego pH wynosi ok. 1–2), dzięki czemu działa bakteriobójczo. Niskie pH powoduje również denaturację białek zawartych w pokarmie i jest niezbędne, aby pepsyna mogła rozpocząć trawienie białek.

Sok żołądkowy oraz pepsyna mogłyby doprowadzić do uszkodzenia ściany żołądka. Jest ona jednak chroniona przez śluz. Ponadto pepsyna jest wydzielana w nieaktywnej formie, nazywanej pepsynogenem.

Działanie soku żołądkowego i silne ruchy perystaltyczne pozwalają stopniowo zamienić pokarm w płynną papkę, która jest transportowana do jelita cienkiego.

Budowa żołądka



Miejsce połączenia się przełyku z żołądkiem nazywamy wpustem. Obok niego znajdują się dno żołądka, dalej trzon i odźwiernik łączący żołądek z dwunastnicą – początkowym odcinkiem jelita cienkiego.

W błonie śluzowej ściany żołądka znajdują się **gruczoły żołądkowe**.

Gruczoły żołądkowe zawierają komórki wytwarzające kwas solny, enzymy trawienne oraz śluz.

Jelito cienkie – trawienie i wchłanianie pokarmu

Jelito cienkie jest najdłuższym odcinkiem przewodu pokarmowego (ma ok. 6 m długości. Jego początkową częścią jest **dwunastnica**, łącząca się z żołądkiem.

W jelicie cienkim zachodzi intensywne trawienie pokarmu. Jest to związane z występowaniem w jego ścianie gruczołów, które produkują takie enzymy trawienne, jak:

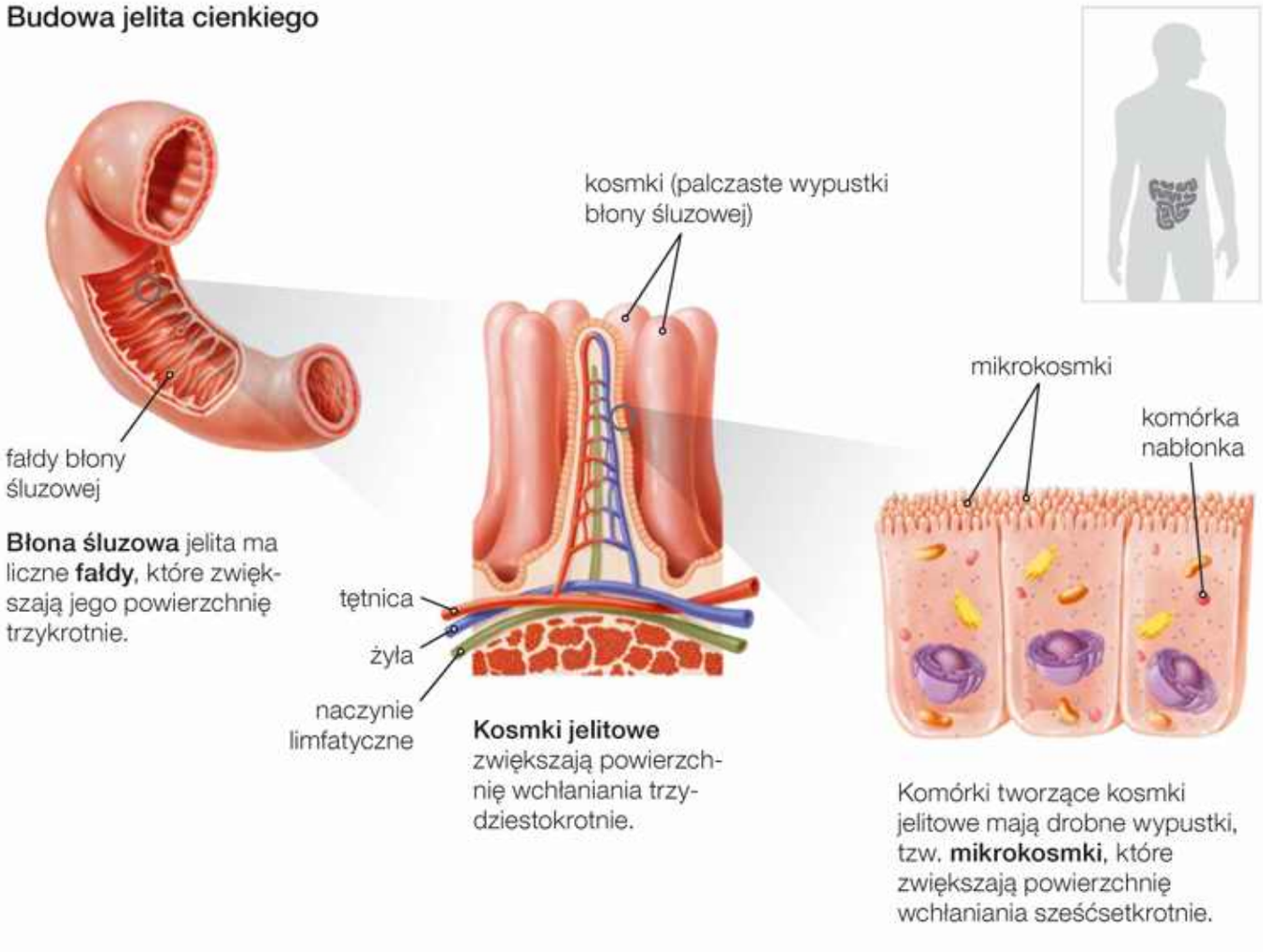
- **lipaza jelitowa**, która trawi tłuszcze,
- **peptydazy jelitowe**, które rozkładają dipeptydy i tripeptydy na pojedyncze aminokwasy,
- **enzymy kontynuujące trawienie wielocukrów** (np. amylaza jelitowa) oraz **enzymy trawiące dwucukry** (np. maltaza).

Ponadto do dwunastnicy uchodzą przewody z trzustki i z wątroby, dostarczające wydzieliny tych narządów: sok trzustkowy oraz powstającą w wątrobie żółć.

Sok trzustkowy ma zasadowy odczyn i neutralizuje kwaśną treść pokarmu docierającą z żołądka. Zawiera on liczne enzymy trawiące wielocukry, dwucukry, białka i tłuszcze. Produkowana w wątrobie **żółć** pomaga przekształcić tłuszcze w emulsję o bardzo drobnych kroplach. Proces ten nazywamy **emulgacją**. Jest on potrzebny, ponieważ tłuszcze w postaci małych kropel mają wspólnie większą powierzchnię niż pojedyncze duże krople. Dzięki temu większa jest również powierzchnia kontaktu tłuszczów z enzymami trawiennymi.

Kolejną funkcją jelita cienkiego jest wchłanianie prostych związków organicznych, które powstały w wyniku trawienia, ze światła jelita do krwi i limfy. Jelito może pełnić tę funkcję dzięki palczastym wypustkom nazywanym **kosmkami jelitowymi**, które występują w jego błonie śluzowej. Kosmki jelitowe zwiększają powierzchnię chłonną jelita cienkiego.

Budowa jelita cienkiego



Błona śluzowa jelita ma liczne **fałdy**, które zwiększają jego powierzchnię trzykrotnie.

Kosmki jelitowe zwiększają powierzchnię wchłaniania trzydziestokrotnie.

Komórki tworzące kosmki jelitowe mają drobne wypustki, tzw. **mikrokosmki**, które zwiększają powierzchnię wchłaniania sześćsetkrotnie.

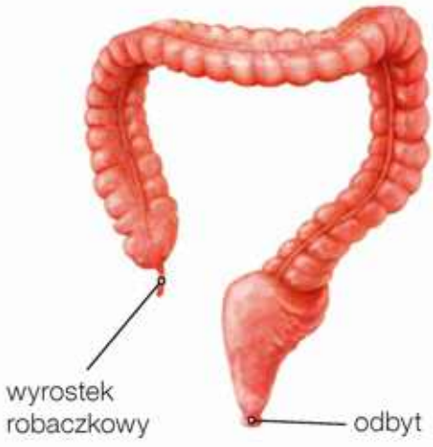
Jelito grube – wchłanianie wody i formowanie kału

Wędrówka pokarmu kończy się w jelicie grubym. W narządzie tym następuje **wchłanianie wody** oraz zawartych w niej soli mineralnych, **zagęszczenie** niestrawionych resztek pokarmowych i **formowanie kału**. Usuwanie kału przez odbyt nazywamy defekacją.

Przesuwanie się treści pokarmowej przez jelito grube jest możliwe dzięki skurczom mięśni ściany jelita oraz dużej ilości śluzu wydzielanego przez komórki błony śluzowej.

Jelito grube jest miejscem, w którym najliczniej występują organizmy tworzące mikrobiom układu pokarmowego.





Jelito grube jest zakończone odbytem. Częścią tego jelita jest też wyrostek robaczkowy.

Czym jest mikrobiom?

Mikrobiomem nazywamy wszystkie mikroorganizmy (zarówno szkodliwe, jak i nieszkodliwe), które żyją w organizmie człowieka. Należą do nich bakterie, wirusy i grzyby zamieszkujące naszą skórę, włosy, jamę nosową, pochwę (u kobiet), płuca oraz – w największej ilości – jelita. Mikrobiom rozwija się wraz ze swoim gospodarzem, dlatego jest różny u małego dziecka i osoby dorosłej.

Aby nasz organizm mógł prawidłowo funkcjonować, musi być zachowana równowaga w składzie mikrobiomu. Równowagę tę łatwo jednak zachwiać, np. w czasie przyjmowania antybiotyków. Dlaczego mikrobiom jest taki ważny? Wyjaśnimy to na przykładzie mikrobiomu układu pokarmowego. Dotychczas udało się m.in. ustalić, że:

- „zajmuje on miejsce" w organizmie, przez co zapobiega rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych,
- przeprowadza fermentację i rozkłada błonnik,
- wytwarza witaminy z grupy B i K,
- umożliwia prawidłowy rozwój układu odpornościowego,
- wpływa na rozwój i właściwe funkcjonowanie układu nerwowego.



Bakterie występujące w jelicie grubym (zdjęcie mikroskopowe SEM – kolorowane).

Gruczoły układu pokarmowego

Gruczoły trawienne wchodzące w skład układu pokarmowego to: **ślinianki**, **trzustka** oraz **wątroba**. Wydzieliny tych narządów są dostarczane do światła przewodu pokarmowego za pomocą przewodów wyprowadzających.





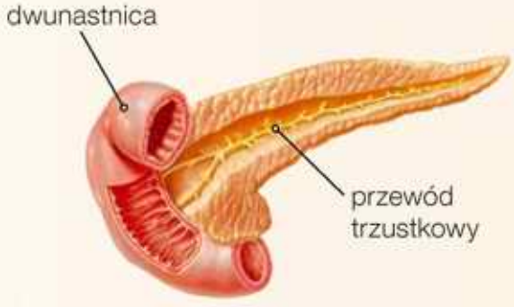
Przewody ślinianek uchodzą do jamy ustnej.

Ślinianki

Trzy główne rodzaje ślinianek: podjęzykowe, podżuchwowe i przyuszne produkują około litra **śliny** dziennie. Wydzielanie śliny do jamy ustnej następuje na zasadzie odruchu. Ślina ma odczyn prawie obojętny (pH 6,4–7,0), zawiera znaczne ilości wody, białka, sole mineralne oraz amylazę ślinową – enzym rozpoczynający trawienie skrobi.

Produkowane enzymy trawienne:

- amylaza ślinowa



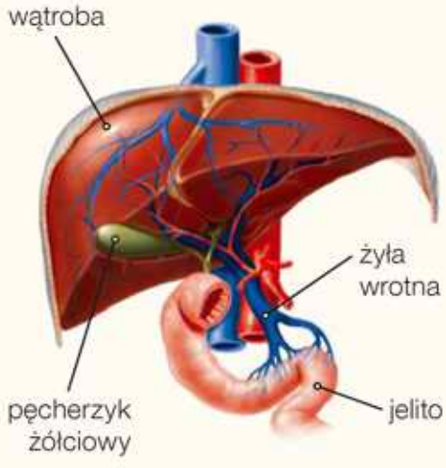
Trzustka jest połączona przewodem trzustkowym z dwunastnicą, do której trafia sok trzustkowy.

Trzustka

Trzustka produkuje mocno zasadowy **sok trzustkowy**, który zawiera enzymy trawiące wszystkie rodzaje związków organicznych. Amylaza trzustkowa kontynuuje trawienie skrobi, trypsyna i chymotrypsyna – białek, a lipaza trzustkowa, wraz z lipazą jelitową, trawi tłuszcze zemulgowane przez żółć. Trzustka produkuje również i wydziela bezpośrednio do krwi **hormony** regulujące poziom cukru – insulinę i glukagon.

Produkowane enzymy trawienne:

- amylaza trzustkowa,
- lipaza trzustkowa,
- trypsyna i chymotrypsyna.



Wątroba jest połączona z jelitem żyłą wrotną, którą trafiają do niej substancje pokarmowe wchłonięte ze światła jelita.

Wątroba

Wątroba jest nazywana centrum metabolicznym organizmu, ponieważ odgrywa istotną rolę w przemianie materii.
Do jej funkcji należy m.in.:

- produkowanie **żółci** ułatwiającej trawienie tłuszczów. Wytworzona w wątrobie żółć jest czasowo magazynowana w pęcherzyku żółciowym;
- magazynowanie cukru zapasowego – glikogenu. W razie potrzeby w wątrobie następuje też jego rozkład;
- magazynowanie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, D_3, E, K) oraz niektórych pierwiastków (np. żelaza);
- przekształcanie amoniaku w mocznik;
- rozkładnie hemoglobiny pochodzącej ze zużytych erytrocytów do barwników żółciowych;
- odtruwanie organizmu. Wątroba neutralizuje związki toksyczne, takie jak trucizny czy alkohol, oraz niektóre lekarstwa.

Nie produkuje enzymów trawiennych tylko żółć, która ułatwia trawienie enzymatyczne tłuszczów.

W skrócie

- **Układ pokarmowy** składa się z przewodu pokarmowego i gruczołów trawiennych.
- Funkcje odcinków przewodu pokarmowego.

Odcinek przewodu pokarmowego	Funkcja
Jama ustna	Pobieranie i rozdrabnianie pokarmu, mieszanie pokarmu ze śliną, formowanie kęsu pokarmowego oraz wstępne trawienie cukrów.
Gardło	Kierowanie pokarmu do przełyku.
Przełyk	Transport pokarmu do żołądka.
Żołądek	Czasowe magazynowanie pokarmu, odkażanie pokarmu, wstępne trawienie białek.
Jelito cienkie	Trawienie i wchłanianie pokarmu.
Jelito grube	Wchłanianie wody i soli mineralnych, formowanie kału.

- **Mikrobiom układu pokarmowego** odgrywa ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu, m.in. uniemożliwia rozwój szkodliwych drobnoustrojów, rozkłada błonnik, jest źródłem witamin z grupy B i K oraz stymuluje dojrzewanie komórek układu odpornościowego.
- **Ślinianki** produkują ślinę, która zawiera amylazę ślinową.
- **Trzustka** produkuje enzymy trawienne: amylazę trzustkową, trypsynę i chymotrypsynę oraz lipazę trzustkową.
- **Wątroba** produkuje żółć, bierze udział w metabolizmie cukrów, tłuszczów i białek, przekształca amoniak w mocznik, gromadzi niektóre witaminy oraz sole mineralne.

Polecenia kontrolne

1. Na ilustracji przedstawiono ząb człowieka. Określ, czy jest to ząb trzonowy, kieł czy siekacz. Następnie podaj funkcję tego rodzaju zębów oraz jedną cechę budowy, która jest przystosowaniem do jej pełnienia.



2. Uporządkuj we właściwej kolejności procesy zachodzące w przewodzie pokarmowym, oznaczone literami A–E. Do każdego procesu dopisz jego lokalizację w przewodzie pokarmowym. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.
   A. Trawienie cząstek pokarmowych.
   B. Odkażanie pokarmu.
   C. Wchłanianie wody i formowanie kału.
   D. Rozdrabnianie i nawilżanie pokarmu.
   E. Wchłanianie cząstek pokarmowych.
3. Podaj dwa przykłady przystosowania jelita cienkiego do pełnionych funkcji.

4.4. Procesy trawienia i wchłaniania

Zwróć uwagę na:
- mechanizm trawienia związków organicznych oraz lokalizację etapów tego procesu,
- wchłanianie i dalsze przemiany związków organicznych,
- rolę ośrodków głodu i sytości w przyjmowaniu pokarmu.

Z poprzedniej lekcji wiesz już, które narządy odpowiadają za trawienie i wchłanianie składników pokarmowych. Teraz dokładniej wyjaśnimy, na czym polegają te procesy.

Na czym polega trawienie pokarmu?

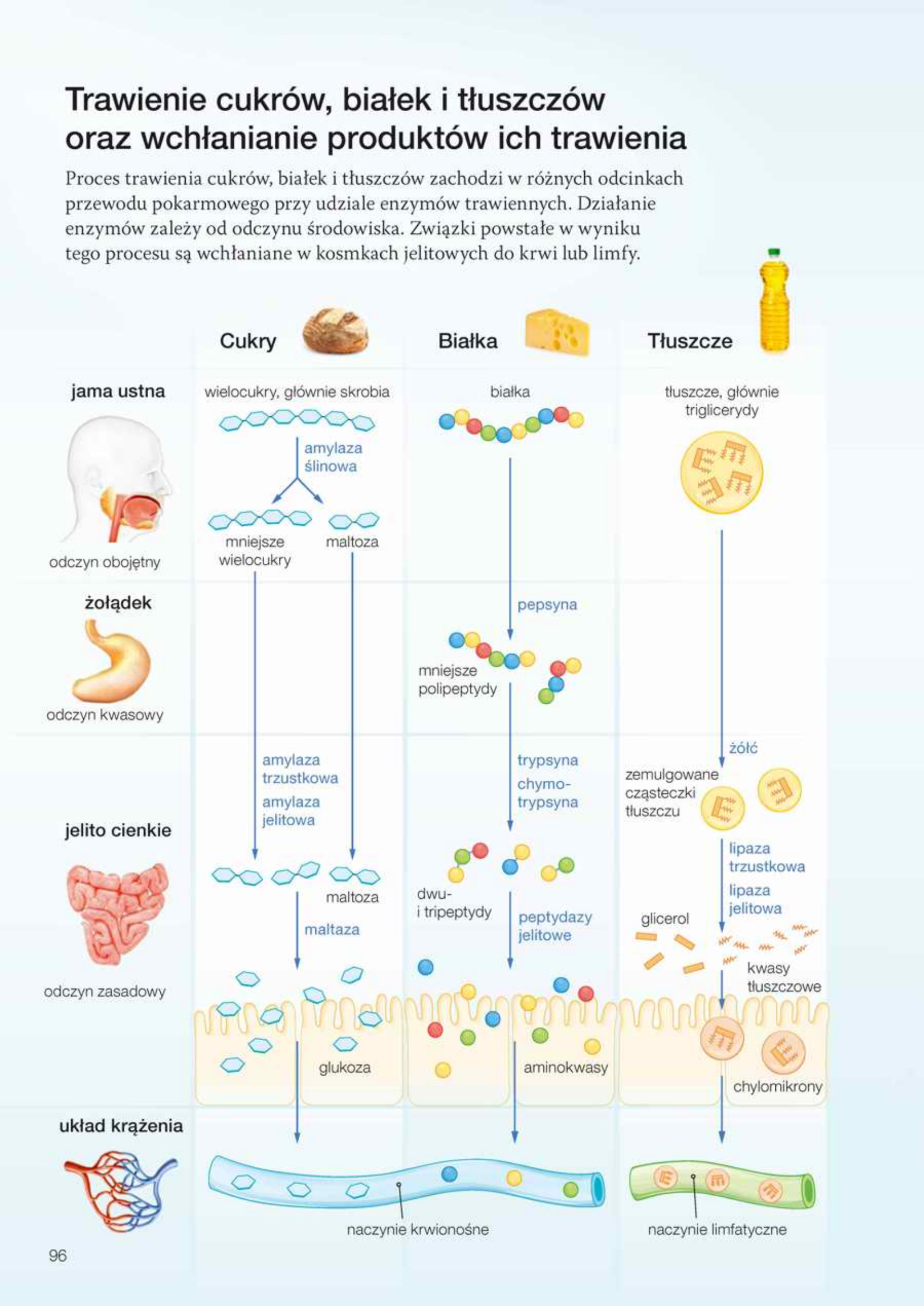
Trawienie pokarmu polega na rozkładzie złożonych związków organicznych, będących składnikami pokarmu, do prostszych związków, które mogą być przetransportowane do wnętrza komórek. W komórkach związki te są wykorzystywane jako źródła energii lub do produkcji własnych związków organizmu. Proces trawienia rozpoczyna się od **mechanicznej obróbki pokarmu**. Polega ona na żuciu, mieszaniu, połykaniu i przesuwaniu się pokarmu dzięki ruchom perystaltycznym. Następnie zachodzi **trawienie chemiczne**, czyli rozkład złożonych związków chemicznych przy udziale **enzymów trawiennych**. W wyniku tego procesu powstają proste związki przyswajalne przez organizm. Związki te są **wchłaniane** do krwi lub limfy w jelicie cienkim, a następnie rozprowadzane przez układ krążenia do komórek ciała.

Przykłady enzymów trawiennych

Enzymy	Substraty	Produkty	Miejsce działania enzymu	Narząd produkujący enzym
Trawienie cukrów				
Amylaza ślinowa	wielocukry (np. skrobia)	mniejsze wielocukry, dwucukry	jama ustna	ślinianki
Amylaza trzustkowa	wielocukry	dwucukry	jelito cienkie	trzustka
Amylaza jelitowa	wielocukry	dwucukry	jelito cienkie	jelito cienkie
Disacharydazy, np. maltaza	dwucukry (np. maltoza)	cukry proste, głównie glukoza	jelito cienkie	jelito cienkie
Trawienie białek				
Pepsyna	białka	polipeptydy, oligopeptydy	żołądek	żołądek
Trypsyna, chymotrypsyna	białka, polipeptydy	polipeptydy, oligopeptydy	jelito cienkie	trzustka
Peptydazy jelitowe	polipeptydy, dipeptydy, oligopeptydy	di- i tripeptydy, aminokwasy	jelito cienkie	jelito cienkie
Trawienie tłuszczów				
Lipaza trzustkowa	tłuszcze (zemulgowane przez żółć)	glicerol, kwasy tłuszczowe	jelito cienkie	trzustka
Lipaza jelitowa	tłuszcze (zemulgowane przez żółć)	glicerol, kwasy tłuszczowe	jelito cienkie	jelito cienkie

Trawienie cukrów, białek i tłuszczów oraz wchłanianie produktów ich trawienia

Proces trawienia cukrów, białek i tłuszczów zachodzi w różnych odcinkach przewodu pokarmowego przy udziale enzymów trawiennych. Działanie enzymów zależy od odczynu środowiska. Związki powstałe w wyniku tego procesu są wchłaniane w kosmkach jelitowych do krwi lub limfy.



Cukry



Trawienie cukrów zachodzi w **jamie ustnej** i **jelicie cienkim**.

Produktem trawienia wielocukrów są **cukry proste**, najczęściej **glukoza**, która jest wchłaniana w jelicie cienkim **do krwi** i transportowana do wątroby.

Z wątroby część cząsteczek glukozy wraz z krwią jest transportowana do komórek ciała. Tu podczas oddychania komórkowego z cząsteczek jest uwalniana energia.

Nadmiar glukozy jest przekształcany w glikogen i gromadzony w wątrobie lub w mięśniach. Pozostałe nadwyżki glukozy są zamieniane w tłuszcze i gromadzone w tkance tłuszczowej.

Białka



Trawienie białek zachodzi w **żołądku** i **jelicie cienkim**.

Produktem trawienia białek są **aminokwasy**, które są wchłaniane w jelicie cienkim **do krwi** i transportowane, tak jak cukry proste, do wątroby.

Z wątroby aminokwasy są transportowane wraz z krwią do komórek ciała, gdzie są wykorzystywane przede wszystkim do budowy białek organizmu. W przypadku, gdy aminokwasów jest za dużo lub organizm odczuwa długotrwały głód, mogą być one wykorzystane jako źródło energii.

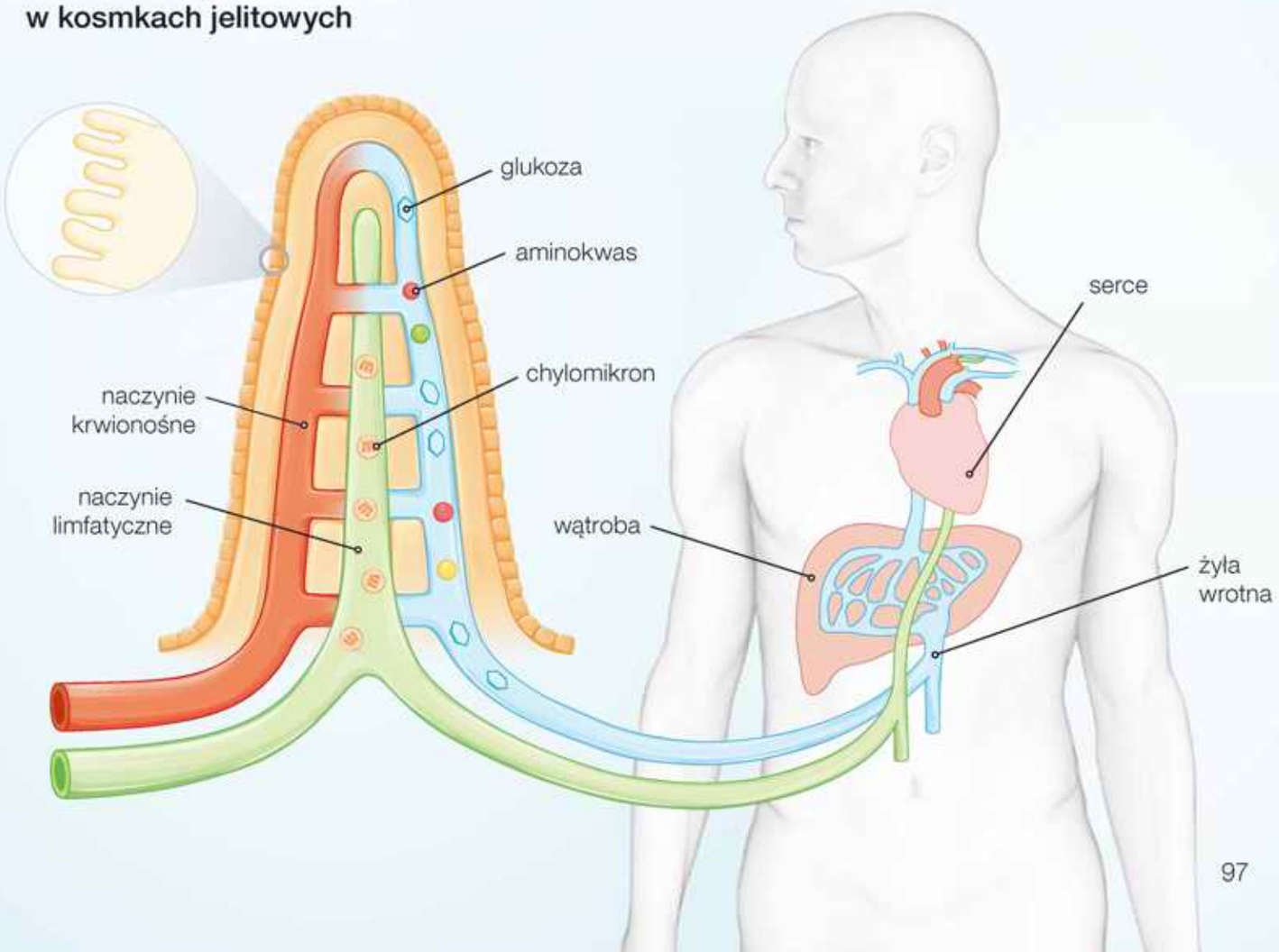
Tłuszcze



Trawienie tłuszczów zachodzi w **jelicie cienkim**.

Produktami trawienia są **glicerol** i **kwasy tłuszczowe**. W komórkach jelita zachodzi proces ponownej syntezy tłuszczów właściwych. Tworzą one następnie kuliste kompleksy tłuszczów i białek, tzw. chylomikrony, które są wchłaniane w jelicie cienkim **do naczyń limfatycznych**. Kompleksy te wraz z limfą trafiają do krwi, a następnie do komórek, gdzie są wykorzystywane do budowy błon komórkowych oraz jako źródło energii. Nadmiar tłuszczów jest gromadzony w tkance tłuszczowej.

Wchłanianie produktów trawienia w kosmkach jelitowych



Rola ośrodków głodu i sytości

O tym, jak często przyjmujemy pokarm i jakie jego ilości spożywamy w czasie posiłków, w znacznej mierze decyduje układ nerwowy. W części mózgu nazywanej **podwzgórzem** znajdują się bowiem **ośrodki głodu** i **sytości** oraz receptory, które rejestrują poziom **glukozy** we krwi. Wysoki poziom glukozy we krwi pobudza ośrodek sytości i jednocześnie hamuje ośrodek głodu. Niski poziom glukozy działa odwrotnie – hamuje ośrodek sytości i pobudza ośrodek głodu.

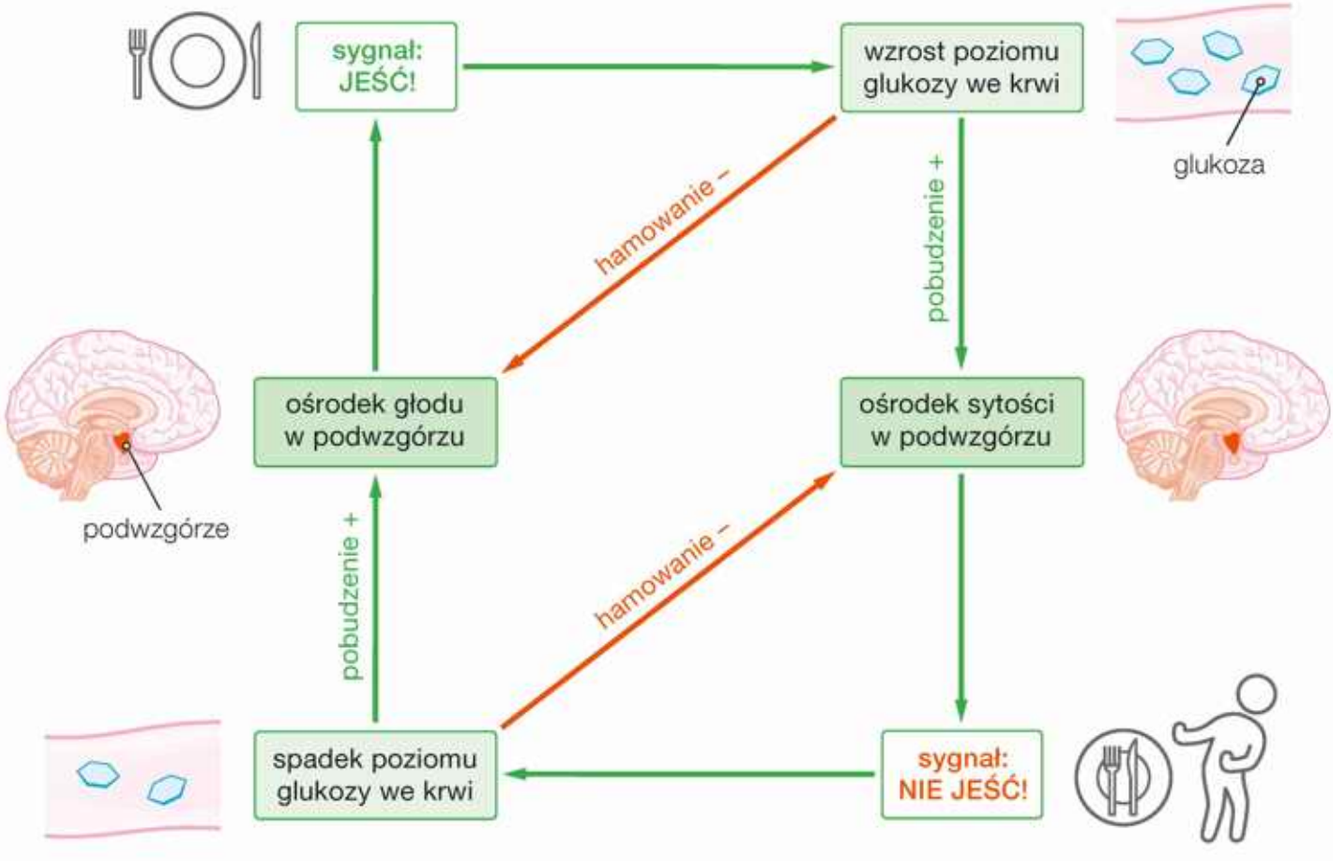
Duże znaczenie dla odczuwania głodu i sytości mają także inne czynniki. Na przykład niekiedy sam widok pokarmu, szczególnie takiego, który lubimy, powoduje, że odczuwamy głód, a nawet wydzielają się soki żołądkowe. Z kolei na odczuwanie sytości wpływa m.in. rozciąganie się ścian żołądka pod wpływem trafiającego tam pokarmu.

Informacja o tym, że żołądek został wypełniony, zostaje odnotowana przez ośrodki nerwowe. Podobnie na odczuwanie sytości działają m.in.: podwyższony poziom hormonu insuliny we krwi, podwyższona temperatura ciała oraz wzrost objętości tkanki tłuszczowej.

Czy wiesz, że...

Posiłki składające się z węglowodanów, np. ryż czy makaron, bardzo szybko sprawiają, że żołądek staje się pusty, ponieważ nie są w nim trawione. Nie zapewnią nam one zatem tak długiego uczucia sytości, jak potrawy mięsne (np. kotlet schabowy), które są złożone z białek i tłuszczów wypełniających żołądek na bardzo długo. Jednak pomimo rozciągniętych ścian żołądka po zjedzeniu mięsnego posiłku poziom glukozy we krwi długo się nie podnosi, ponieważ trawienie jest wolne. Dlatego po tego typu daniach często mamy ochotę na coś słodkiego.

Działanie ośrodków głodu i sytości



Doświadczenie

Badanie wpływu pH roztworu na trawienie skrobi przez amylazę ślinową

- **Problem badawczy:** Czy odczyn roztworu wpływa na trawienie skrobi przez amylazę ślinową?
- **Hipoteza:** Odczyn roztworu nie wpływa na trawienie skrobi przez amylazę ślinową.
- **Przebieg doświadczenia:**

  Przygotuj: wodę, płyn Lugola (lub jodynę), trzy zlewki (lub małe szklanki), kleik skrobiowy (pół łyżeczki mąki ziemniaczanej wymieszanej z pół szklanki ciepłej wody), 30 ml śliny, pipetę, zakraplacz, roztwór NaOH o stężeniu 0,5%, roztwór HCl o stężeniu 0,5%, uniwersalne papierki wskaźnikowe.



Próba I. **Próba II.** **Próba III.**

1. Do trzech zlewek nalej po 5 ml wody, po 2 ml kleiku skrobiowego oraz po 3 ml śliny. Podpisz zlewki: próba I, próba II i próba III.
2. Do zlewki oznaczonej jako próba II dodaj 1 ml NaOH, a do zlewki oznaczonej jako próba III – 1 ml HCl.
3. Sprawdź za pomocą uniwersalnych papierków wskaźnikowych odczyn każdej z prób. Zmiana zabarwienia papierka na czerwony świadczy o odczynie kwaśnym, a na niebieski – o odczynie zasadowym. W przypadku odczynu obojętnego papierek pozostanie żółty.
4. Pozostaw próby na 30 min. Po upływie tego czasu dodaj za pomocą zakraplacza do każdej zlewki po kilka kropel płynu Lugola. Granatowe zabarwienie roztworu będzie świadczyło o obecności skrobi.
5. Wykonaj trzy powtórzenia każdej z prób.

- **Wyniki doświadczenia:** Przedstaw wyniki doświadczenia w postaci tabeli.
- **Wniosek:** Sformułuj wniosek.

W skrócie

- **Trawienie** obejmuje procesy mechanicznej i chemicznej obróbki pokarmu. **Obróbka mechaniczna** polega na żuciu, mieszaniu, połykaniu i przesuwaniu pokarmu. Natomiast **trawienie chemiczne** polega na rozkładzie złożonych związków chemicznych przy udziale enzymów trawiennych, których działanie zależy od odczynu środowiska.
- Trawienie wielocukrów, białek i tłuszczów.

Grupa związków organicznych	Miejsce trawienia	Przykładowe enzymy	Związki powstałe w wyniku trawienia
Wielocukry	jama ustna, jelito cienkie	amylazy (ślinowa, trzustkowa i jelitowa), maltaza	cukry proste, głównie glukoza
Białka	żołądek, jelito cienkie	pepsyna, trypsyna, chymotrypsyna, peptydazy (jelitowe i trzustkowe)	aminokwasy
Tłuszcze	jelito cienkie	lipazy (trzustkowa i jelitowa)	glicerol i kwasy tłuszczowe

- Trawienie **wielocukrów** rozpoczyna się w jamie ustnej pod wpływem wydzielanej przez ślinianki amylazy ślinowej. Następnie przebiega w jelicie cienkim, gdzie działają amylazy trzustkowa i jelitowa oraz enzymy rozkładające dwucukry, np. maltaza.
- Trawienie **białek** rozpoczyna się w żołądku pod wpływem pepsyny. Jest ono kontynuowane w jelicie cienkim, gdzie działają: wydzielane przez trzustkę enzymy – trypsyna i chymotrypsyna – oraz peptydazy trzustkowe, a także wydzielane przez komórki ściany jelita peptydazy jelitowe.
- Enzymatyczny rozkład **tłuszczów** przebiega łatwiej, gdy przyjmą one postać emulsji. Proces przekształcania tłuszczów w emulsję nazywamy **emulgacją**. Zachodzi on pod wpływem wytwarzanej przez wątrobę żółci. Etapy trawienia tłuszczów przebiegają w jelicie cienkim, gdzie działają lipaza trzustkowa i lipaza jelitowa.
- Cukry proste (glukoza) i aminokwasy są wchłaniane w kosmkach jelitowych do naczyń krwionośnych i transportowane do wątroby.
- Tłuszcze w postaci chylomikronów, czyli kompleksów tłuszczów i białek, są wchłaniane w kosmkach jelitowych do limfy.
- O częstości i ilości przyjmowania przez nas pokarmu w dużej mierze decydują **ośrodki głodu i sytości** zlokalizowane w części mózgu nazywanej **podwzgórzem**.

Polecenia kontrolne

1. Podaj trzy przykłady enzymów trawiennych:
   a) produkowanych przez odcinki przewodu pokarmowego,
   b) transportowanych z wydzielinami gruczołów trawiennych.
2. Poszczególne odcinki przewodu pokarmowego mają inny odczyn środowiska. W jamie ustnej odczyn jest obojętny, w żołądku – kwasowy, a w jelicie cienkim – zasadowy. Określ optymalny odczyn środowiska do działania następujących enzymów trawiennych: pepsyna, amylaza ślinowa, trypsyna, lipaza trzustkowa, maltaza, peptydazy jelitowe.
3. Zaplanuj doświadczenie, w którym sprawdzisz wpływ temperatury na trawienie skrobi. Sformułuj problem badawczy i hipotezę oraz opisz przebieg doświadczenia.
4. Określ, w których odcinkach przewodu pokarmowego trawione będą składniki pokarmowe bułki z masłem i serem.
5. Wyjaśnij, w jaki sposób układ nerwowy reguluje odczucia głodu i sytości.

4.5. Zasady racjonalnego odżywiania się

Zwróć uwagę na:
- bilans energetyczny organizmu,
- piramidę zdrowego żywienia i stylu życia,
- przyczyny, skutki i profilaktykę otyłości,
- zaburzenia odżywiania: anoreksję i bulimię.

Słowo „dieta" najczęściej kojarzy nam się z odchudzaniem. Tymczasem oznacza ono przede wszystkim sposób odżywiania się, który polega na dostosowaniu ilości i rodzaju pokarmu do potrzeb organizmu. Z czego wynikają te potrzeby?

Zapotrzebowanie organizmu na składniki pokarmowe

Nasz organizm potrzebuje pokarmu zarówno do wzrostu i rozwoju, jak i do pozyskiwania energii niezbędnej do przeprowadzania procesów życiowych. Zapotrzebowanie organizmu na poszczególne składniki pokarmowe oraz zapotrzebowanie energetyczne zależą od wielu czynników, takich jak: wiek, płeć, stan zdrowia, wzrost, masa ciała, stan fizjologiczny (np. ciąża), wykonywana praca i aktywność fizyczna. Mają na nie wpływ również czynniki zewnętrzne, np. pora roku czy temperatura powietrza. Przykładowo dzieci i młodzież w okresie wzrostu potrzebują więcej białka niż osoby dorosłe i mają inne zapotrzebowanie na energię.

Zapotrzebowanie energetyczne organizmu

Grupa ludności	kcal/osobę/dobę
Dzieci 1–9 lat	1300–2100
Młodzież płci męskiej	3000–3700
Młodzież płci żeńskiej	2600–2800
Mężczyźni – lekka praca	2400–2600
Mężczyźni – ciężka praca	3500–4000
Kobiety – lekka praca	2100–2300
Kobiety – ciężka praca	2900–3200

Czym jest bilans energetyczny

Bilans energetyczny to różnica między ilością energii dostarczanej w pożywieniu a ilością energii zużywanej na procesy metaboliczne i codzienną aktywność.

Najlepiej, jeśli bilans energetyczny w naszym organizmie wynosi zero. Ilość energii zużytej równa się wtedy ilości energii dostarczonej. Jeżeli mamy **dodatni bilans energetyczny**, to znaczy, że nie zużywamy całej energii. Jej nadmiar będzie gromadzony w postaci tkanki tłuszczowej, co może prowadzić do otyłości. Dodatni bilans energetyczny możemy jednak wyrównać dzięki większej aktywności fizycznej.

Ujemny bilans energetyczny oznacza, że dostarczamy organizmowi za mało energii. W takiej sytuacji organizm musi zużywać własne tkanki, co może prowadzić do niedowagi.

Wartość energetyczną produktów spożywczych oraz ilość energii wydatkowanej przez organizm przedstawia się zwykle w **kilokaloriach** (1 kcal = 1000 cal) lub w **kilodżulach** (1 kcal = 4,1868 kJ).

Przykładowa tabela spalania kalorii

Rodzaj aktywności	kcal/godz.
Łyżwiarstwo rekreacyjne	354
Spacer (7 km/godz.)	400
Bieganie (9 km/godz.)	650
Kolarstwo (21 km/godz.)	850
Pływanie (40 m/min)	530
Sprzątanie	250
Taniec	500

Piramida zdrowego żywienia i stylu życia

Piramida zdrowego żywienia i stylu życia to graficzne przedstawienie proporcji, jakie powinny mieć różne grupy pokarmów w codziennej diecie, oraz zalecenia dotyczące aktywności fizycznej. Czytamy ją w ten sposób, że im wyższe piętro piramidy, tym mniejsza powinna być ilość i częstość spożywania pokarmów z danej grupy. W Polsce piramidę zdrowego żywienia oraz zalecenia dotyczące zdrowego stylu życia opracowuje Instytut Żywności i Żywienia.

Podstawowe zasady żywienia

1. Jedz regularnie pięć posiłków dziennie.
2. Pamiętaj, że głównym składnikiem naszej diety powinny być różnorodne warzywa i owoce.
3. Jedz produkty zbożowe. Najlepiej wybieraj produkty pełnoziarniste, ponieważ zawierają one wiele niezbędnych witamin i związków mineralnych, a także niezwykle ważny błonnik.
4. Pij codziennie ok. 3–4 szklanek mleka lub jedz jogurt naturalny albo ser. Mleko i produkty mleczne są ważnymi źródłami białka oraz wapnia.
5. Jedz chude mięso, ryby, jaja oraz nasiona roślin strączkowych.
6. Wybieraj tłuszcze roślinne zamiast tłuszczów zwierzęcych.
7. Ogranicz jedzenie słodyczy (możesz je zastąpić orzechami lub owocami), a zamiast słodkich napoi pij wodę.
8. Ogranicz używanie soli, nie jedz słonych przekąsek i produktów typu fast food.



Piramida zdrowego żywienia i stylu życia dzieci i młodzieży (4–18 lat).



W przypadku dzieci i młodzieży duże znaczenie ma również:

- odpowiednia ilość snu (ok. 8–10 godz. na dobę),
- ograniczenie czasu oglądania telewizji i korzystania z urządzeń elektronicznych, np. komputerów, do 2 godz. na dobę,
- kontrolowanie masy ciała i wzrostu,
- regularne mycie zębów.



Obecnie szczególną uwagę zwraca się również na fakt, że na nasze zdrowie wpływa nie tylko sposób odżywania się, lecz także **aktywność fizyczna**. Dlatego stanowi ona podstawę zarówno w piramidach dla dzieci i młodzieży, jak i w piramidach dla dorosłych oraz osób w starszym wieku.

Wielkość porcji i proporcje składników posiłków

Niekiedy trudno jest nam dobrać właściwe proporcje i ilość poszczególnych składników pożywienia. W efekcie nie możemy skończyć posiłku, czujemy się przejedzeni albo odwrotnie – nadal jesteśmy głodni i dojadamy np. słodyczami. Poniżej znajdziesz wskazówki, jak racjonalnie planować posiłki.



Przyczyny i skutki otyłości

Otyłość jest jednym z najbardziej powszechnych problemów zdrowotnych związanych z rozwojem cywilizacji. Polega ona na nadmiernym gromadzeniu się tłuszczu w tkance tłuszczowej, co prowadzi do zbyt dużej masy ciała.

Podstawową przyczyną otyłości jest **dodatni bilans energetyczny**. Wynika on najczęściej z błędów żywieniowych, takich jak:

- przyjmowanie zbyt dużej ilości pokarmów,
- niewłaściwe proporcje składników pokarmowych (np. zbyt duża ilość tłuszczów i węglowodanów),
- nieregularne spożywanie posiłków – głodzenie się, a później – objadanie,
- spożywanie pokarmów typu fast food.

Na ryzyko wystąpienia otyłości mają również wpływ **tryb życia** i zbyt mała **aktywność fizyczna**, a niekiedy też **czynniki psychiczne**.

Otyłość może mieć także **podłoże genetyczne**, związane np. z mutacją w genach, które zawierają informacje o budowie związków wpływających na mechanizmy regulacji apetytu oraz tempo przemian metabolicznych.

Dlaczego otyłość jest niebezpieczna? Ponieważ może powodować wiele groźnych chorób, w tym:

- choroby układu krążenia (nadciśnienie tętnicze, choroby serca, miażdżycę),
- choroby układu oddechowego,
- niektóre złośliwe nowotwory,
- cukrzycę typu II,
- choroby zwyrodnieniowe kości.

W profilaktyce otyłości ważne jest przestrzeganie podstawowych zasad żywienia, w tym stosowanie zróżnicowanej i zbilansowanej diety. Niezwykle istotna jest również codzienna aktywność fizyczna.

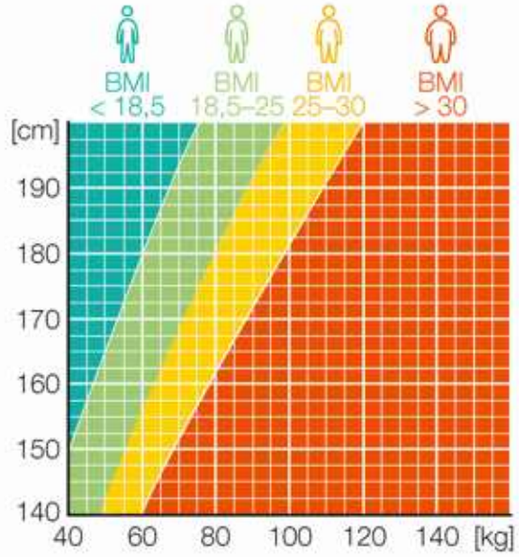


Zwiększenie aktywności fizycznej, np. przez jazdę na rowerze, jest, obok prawidłowej diety, głównym sposobem leczenia otyłości.

BMI – czym jest i jak je obliczyć?

BMI (ang. Body Mass Index), czyli wskaźnik masy ciała, pokazuje zależność między masą ciała a wzrostem. Stosuje się go do określenia, czy masa ciała jest prawidłowa. Zakres jego wartości został opracowany dla dorosłych i nie może być stosowany w wypadku dzieci i młodzieży.

$$\text{BMI} = \frac{\text{masa ciała [kg]}}{(\text{wzrost [m]})^2}$$



niedowaga – zwiększone ryzyko rozwoju chorób
prawidłowa masa ciała – normalne ryzyko rozwoju chorób
nadwaga – zwiększone ryzyko rozwoju chorób
otyłość – wysokie ryzyko rozwoju wielu chorób

Zaburzenia odżywiania

Anoreksja i **bulimia** są najbardziej znanymi przykładami zaburzeń odżywiania. Dotyczą one najczęściej osób młodych, głównie kobiet. Ich przyczyny są bardzo złożone i mają podłoże psychiczne, np. mogą wynikać z niskiej samooceny i braku akceptacji samego siebie. Wpływ na wystąpienie tych zaburzeń mają również czynniki genetyczne.

Zarówno anoreksja, jak i bulimia prowadzi do stopniowego wyniszczenia organizmu, a nawet do śmierci. Dlatego bardzo ważne jest ich szybkie zdiagnozowanie oraz leczenie.

Anoreksja – jadłowstręt psychiczny

Anoreksję nazywamy inaczej jadłowstrętem psychicznym, ponieważ charakteryzuje się ona **zanikiem łaknienia**, który wynika głównie z czynników psychicznych. Podstawowym objawem anoreksji jest spadek masy ciała poniżej prawidłowej wartości. Osoby z anoreksją głodzą się i obsesyjnie boją się otyłości. Charakterystyczne są dla nich również takie zachowania, jak:

- wykonywanie intensywnych ćwiczeń,
- prowokowanie wymiotów lub używanie środków przeczyszczających,
- ukrywanie przed bliskimi faktu niejedzenia,
- ciągłe kontrolowanie swojego wyglądu, np. częste ważenie i mierzenie się.

Skutkami anoreksji są m.in.: zahamowanie miesiączkowania, pojawiające się naprzemiennie biegunki i zaparcia, zaburzenia krążenia, zanik mięśni, zmniejszenie odporności, wypadanie włosów oraz zmiany w wyglądzie skóry.

Bulimia – wilczy głód

Bulimia, nazywana również wilczym głodem, polega na występowaniu okresów wzmożonego apetytu, w których chory spożywa ogromne porcje jedzenia w krótkim czasie. Obfite posiłki wywołują często poczucie winy i lęk przed przytyciem, dlatego osoby cierpiące na bulimię prowokują wymioty, stosują środki przeczyszczające lub głodówkę. Niekiedy też intensywnie ćwiczą. Mimo spożywania ogromnych ilości pokarmu osoby z bulimią zwykle mają prawidłową masę ciała, co utrudnia rozpoznanie występowania u nich tego zaburzenia.

Do skutków bulimii należą m.in.: odwodnienie, zaparcia, osłabienie pracy serca i wątroby, obrzęk ślinianek, uszkodzenia nabłonka w przełyku i szkliwa zębów.

Czy wiesz, że...

Obsesyjne dbanie o zdrowy skład pożywienia to zaburzenie nazywane ortoreksją.

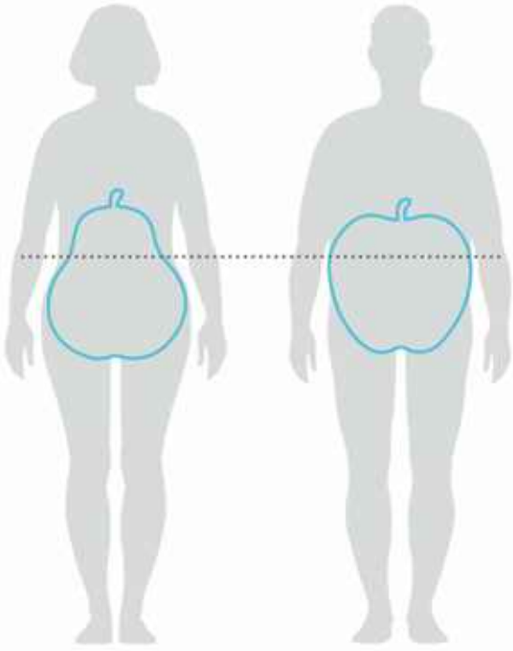
Jabłko czy gruszka?

Bliżej życia

Ze względu na miejsca odkładania się tkanki tłuszczowej wyróżniamy dwa typy otyłości. Możemy je rozpoznać po tym, jaki typ figury ma ciało:

- **figura typu jabłko – otyłość brzuszna** – częściej występuje u mężczyzn. W tego typu figurze tkanka tłuszczowa gromadzi się wokół narządów wewnętrznych, w okolicy talii;
- **figura typu gruszka – otyłość pośladkowo-udowa** – jest częstsza u kobiet. Nadmiar tkanki tłuszczowej występuje w dolnej części ciała, czyli na biodrach, pośladkach i udach.

Obie formy otyłości stanowią zagrożenie dla zdrowia, ale większe ryzyko wystąpienia groźnych chorób, takich jak nadciśnienie, choroba wieńcowa czy cukrzyca, jest związane z otyłością brzuszną. Dlatego oprócz wskaźnika BMI należy badać obwód w talii. Jeżeli przekracza on 102 cm u mężczyzn i 88 cm u kobiet, oznacza to nadmiar tłuszczu w jamie brzusznej. Zwiększa to ryzyko problemów zdrowotnych nawet w sytuacji, gdy wskaźnik BMI jest prawidłowy.



W skrócie

- **Bilans energetyczny** to różnica pomiędzy energią dostarczoną w pożywieniu a energią wydatkowaną na procesy metaboliczne i aktywność fizyczną.
- Racjonalna dieta powinna być oparta na dostarczaniu organizmowi wszystkich potrzebnych składników pożywienia w odpowiednich proporcjach. Jej zasady są przedstawione w formie **piramidy zdrowego żywienia i stylu życia**.
- Do zaburzeń odżywiania się należą: **anoreksja** (jadłowstręt psychiczny) i **bulimia** (wilczy głód).
- **Otyłość** to stan organizmu, w którym masa ciała jest zwiększona w wyniku nadmiernego gromadzenia się tłuszczu w tkance tłuszczowej.

Polecenia kontrolne

1. Opracuj jednodniowy zestaw posiłków zgodny z zasadami racjonalnego żywienia.
2. Zaproponuj pięć sposobów, które pozwolą zmniejszyć ryzyko wystąpienia otyłości u nastolatków.
3. Wyjaśnij, czym różnią się bulimia i anoreksja.
4. Oblicz indeks BMI dla trzech dorosłych osób, których masę ciała i wzrost podano w tabeli. Określ, czy osoby te mają prawidłową masę ciała, czy też występuje u nich otyłość, nadwaga lub niedowaga.

Osoba	Masa ciała (kg)	Wzrost (cm)
1.	49	164
2.	65	173
3.	73	169

4.6. Choroby układu pokarmowego

Zwróć uwagę na:
- przykłady badań diagnostycznych chorób układu pokarmowego,
- diagnostykę i profilaktykę takich chorób układu pokarmowego, jak: zespół złego wchłaniania, choroba Crohna, rak żołądka i rak jelita grubego.

Kondycja naszego układu pokarmowego wynika często ze stresu, sposobu odżywiania się czy stosowania używek. Tymczasem sprawne działanie tego układu ma ogromny wpływ na nasze samopoczucie, ponieważ dyskomfort mogą wywoływać nawet błahe dolegliwości. Dlatego duże znaczenie ma zapobieganie chorobom układu pokarmowego oraz szybkie ich rozpoznawanie.

Diagnostyka chorób układu pokarmowego

W diagnostyce chorób układu pokarmowego stosuje się zarówno tradycyjne, jak i nowoczesne techniki laboratoryjne oraz specjalne urządzenia pozwalające zobaczyć, co dzieje się wewnątrz naszego przewodu pokarmowego. Po przeanalizowaniu wyników różnych badań jest możliwe prawidłowe zdiagnozowanie choroby i rozpoczęcie leczenia. Do podstawowych badań diagnostycznych należą: badania krwi, badania kału, USG i badania endoskopowe.

Badania krwi

Tradycyjne badania krwi, takie jak **badanie ogólne krwi**, czyli morfologia, pozwalają ocenić ogólną kondycję organizmu, np. występowanie stanu zapalnego czy anemii. Dzięki bardziej szczegółowym, specjalistycznym badaniom krwi jest możliwe wykrycie różnych chorób wewnętrznych. Przykładem takich badań jest wykrywanie tzw. **markerów nowotworowych**. Są to substancje, których ilość w organizmie wzrasta, gdy rozwija się choroba nowotworowa. Każdy rodzaj nowotworu ma z reguły inne substancje markerowe.

Innym przykładem badania krwi jest wykrywanie w niej wybranych rodzajów **przeciwciał**. Przeciwciała mogą wskazywać na występowanie w organizmie określonych pasożytów lub drobnoustrojów. Wykrywanie przeciwciał może też być pomocne w diagnozowaniu chorób związanych z nieprawidłowym funkcjonowaniem układu odpornościowego, np. alergii pokarmowych.

Więcej na temat badań krwi dowiesz się w rozdziale szóstym dotyczącym układu krążenia.

Badania kału

Badania kału umożliwiają m.in:
- potwierdzenie występowania pasożytów;
- wykonanie posiewów bakteryjnych i ocenę składu mikrobiomu jelit;
- wykazanie obecności wirusów;
- stwierdzenie występowania krwi utajonej, czyli takiej, której nie można zobaczyć gołym okiem. Jej obecność w kale może być spowodowana np. nowotworem.



Do badania kału pobiera się niewielkie próbki, które należy przechowywać w specjalnych pojemnikach.

Badanie USG jamy brzusznej

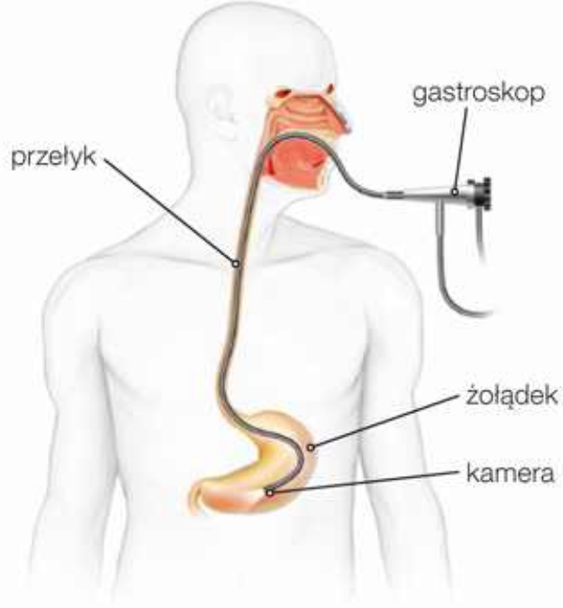
Ultrasonografia (USG) jest badaniem przeprowadzanym za pomocą urządzenia, które wysyła i odbiera ultradźwięki, czyli fale dźwiękowe o wysokiej częstotliwości. Można dzięki niemu w sposób nieinwazyjny, przez powłoki brzuszne, ocenić np. stan wątroby i pęcherzyka żółciowego oraz trzustki. Badanie to pozwala wykryć nieprawidłowości czy też niepokojące zmiany w budowie tych narządów. Trudno jest jednak za jego pomocą stwierdzić, jaki jest stan przewodu pokarmowego, i zdiagnozować choroby żołądka oraz jelit.



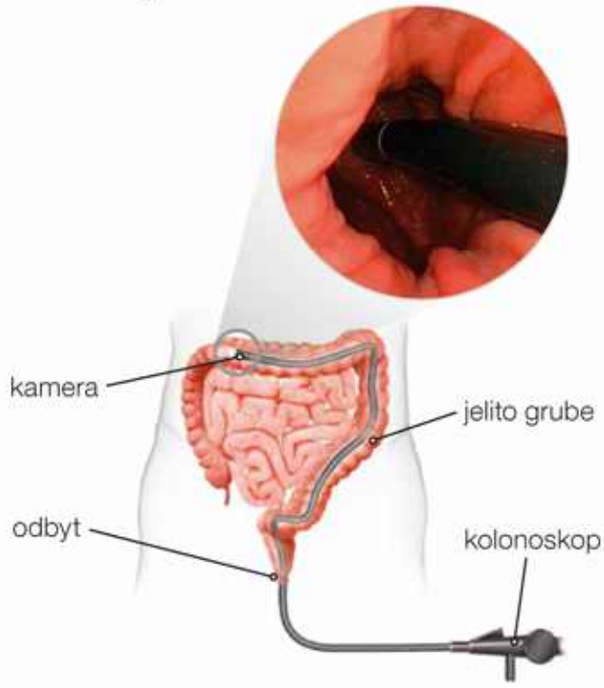
Podczas USG jamy brzusznej lekarz na monitorze obserwuje obraz narządów i już w trakcie badania może wykryć niektóre nieprawidłowości.

Na czym polegają badania endoskopowe?

Badania endoskopowe polegają na wprowadzeniu do przewodu pokarmowego giętkiego przewodu zakończonego kamerą ze źródłem światła. Umożliwiają one nie tylko obserwację wnętrza przewodu pokarmowego, lecz także pobieranie próbek tkanek czy wykonywanie prostych zabiegów, takich jak zatamowanie niewielkiego krwawienia i usunięcie polipów. Przykładami badań endoskopowych wykorzystywanych w diagnostyce chorób układu pokarmowego są **gastroskopia** i **kolonoskopia**.



W gastroskopii przewód z kamerą, tzw. gastroskop, jest wprowadzany do początkowych odcinków układu pokarmowego: przełyku, żołądka i dwunastnicy. Badanie to pozwala m.in. na wykrycie wrzodów czy nowotworu żołądka.



W kolonoskopii rurka z kamerą, czyli tzw. kolonoskop, jest wprowadzana przez odbyt i umożliwia obserwację wnętrza jelita grubego. Kolonoskopia jest wykorzystywana do diagnozowania m.in. nowotworów jelita grubego i choroby Crohna.

choroby → pasożytnicze, wirusowe, bakteryjne

☑ Choroby układu pokarmowego

Choroby pasożytnicze

Najbardziej powszechne pasożyty wewnętrzne powodujące choroby to płazińce oraz nicienie. Zakażenie nimi następuje drogą pokarmową.

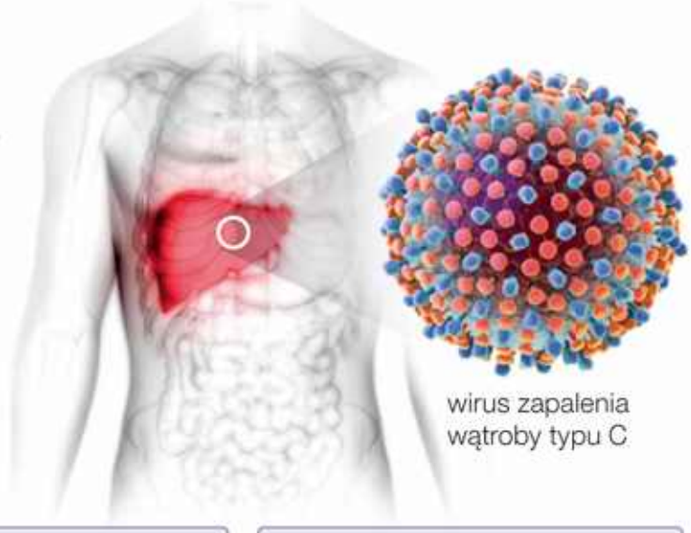
Pasożyty powodujące choroby

tasiemce	glista ludzka	włosień kręty	owsik ludzki
			
Profilaktyka: spożywanie mięsa przebadanego weterynaryjnie, unikanie spożywania surowych potraw mięsnych, przestrzeganie zasad higieny.	**Profilaktyka:** przestrzeganie zasad higieny, m.in. mycie rąk, owoców i warzyw.	**Profilaktyka:** spożywanie mięsa przebadanego weterynaryjnie, unikanie spożywania surowych potraw mięsnych.	**Profilaktyka:** przestrzeganie zasad higieny, zwłaszcza mycie rąk, regularna zmiana odzieży i pościeli.

Choroby wirusowe

Wirusowe zapalenie wątroby (WZW)

Wyróżniamy trzy typy tej choroby, w zależności od typu wirusa, który je powoduje. Są to choroby przewlekłe, prowadzące do marskości wątroby. Szczególnie groźne jest wirusowe zapalenie wątroby typu C (WZW C), ponieważ nie można się przeciw niemu zaszczepić.



wirus zapalenia wątroby typu C

WZW A	WZW B	WZW C
• **Przyczyna:** zakażenie wirusem zapalenia wątroby typu A (HAV). • **Drogi zakażenia:** głównie droga pokarmowa, znacznie rzadziej droga płciowa lub przez krew. • **Profilaktyka:** przestrzeganie zasad higieny, szczepienia ochronne.	• **Przyczyna:** zakażenie wirusem zapalenia wątroby typu B (HBV). • **Drogi zakażenia:** przez krew, droga płciowa. • **Profilaktyka:** unikanie kontaktu z krwią osób zakażonych, bezpieczne zachowania seksualne, szczepienia ochronne.	• **Przyczyna:** zakażenie wirusem zapalenia wątroby typu C (HCV). • **Drogi zakażenia:** przez krew, droga płciowa. • **Profilaktyka:** unikanie kontaktu z krwią osób zakażonych, bezpieczne zachowania seksualne.

Choroby bakteryjne

Próchnica

- **Przyczyna:** bakterie występujące na powierzchni zębów i rozkładające cukry.
- **Droga zakażenia:** bakterie powodujące próchnicę naturalnie występują w naszej jamie ustnej.
- **Profilaktyka:** dieta bogata w wapń, fosfor, fluor i witaminę D_3, ograniczenie spożycia cukrów, mycie zębów, kontrolne wizyty u stomatologa co najmniej dwa razy w roku.



Bakterie wytwarzają kwas, który uszkadza szkliwo zęba. Dzięki temu mogą dotrzeć do miazgi zęba, co powoduje ból. Jeżeli dostaną się do naczyń krwionośnych, rozprzestrzeniają się po organizmie i uszkadzają inne tkanki.

Choroba wrzodowa żołądka i dwunastnicy

- **Przyczyna:** głównie zakażenie bakterią *Helicobacter pylori*. Na rozwój choroby mają wpływ także takie czynniki, jak:
  - palenie papierosów,
  - stosowanie leków przeciwzapalnych i przeciwbólowych,
  - stres,
  - niewłaściwe odżywianie się.
- **Droga zakażenia:** do zakażenia bakterią *Helicobacter pylori* dochodzi drogą pokarmową.
- **Profilaktyka:** polega na unikaniu stresu, nadmiernego przyjmowania leków przeciwbólowych i przeciwzapalnych oraz niepaleniu papierosów.



Bakterie wytwarzają enzymy i toksyczne substancje wywołujące stan zapalny. Pod wpływem kwasu solnego powstaje drobna rana, która stopniowo powiększa się i pogłębia, tworząc owrzodzenie.

Salmonelloza

- **Przyczyna:** zakażenie bakterią z rodzaju *Salmonella*.
- **Droga zakażenia:** głównie droga pokarmowa (np. spożycie potraw zawierających surowe jaja lub niewłaściwie przygotowane mięso).
- **Profilaktyka:** właściwe przechowywanie i przyrządzanie produktów spożywczych oraz przestrzeganie zasad higieny.



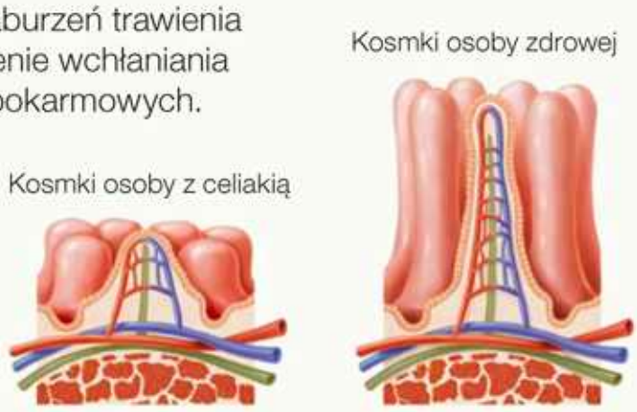
Bakterie mogą rozwijać się w niewłaściwie przechowywanych produktach spożywczych zawierających surowe jaja, np. lodach czy kremach stosowanych do ciast. Objawy zatrucia to m.in. wymioty, biegunka i bóle brzucha.

Zespół złego wchłaniania

To zespół objawów będących następstwem zaburzeń trawienia lub wchłaniania albo ich kombinacji. Upośledzenie wchłaniania może dotyczyć jednego lub wielu składników pokarmowych.

- **Przyczyny:** bardzo zróżnicowane. Do najczęstszych należą: przewlekłe infekcje jelita spowodowane m.in. przez pasożyty i mikroorganizmy chorobotwórcze, zapalenie trzustki lub wątroby, nietolerancja laktozy, celiakia.
- **Profilaktyka:** ze względu na złożone przyczyny trudno jest zapobiec rozwojowi choroby. Ważne jest, aby nie lekceważyć objawów i konsultować się z lekarzem.
- **Objawy:**





Zaburzenia wchłaniania występują m.in. w wyniku zniszczenia kosmków jelitowych, do którego dochodzi w celiakii. W chorobie tej, w efekcie nadmiernej reakcji alergicznej na gluten (mieszanina białek występująca w ziarnach niektórych zbóż, np. pszenicy), organizm niszczy własne komórki.

Diagnostyka:

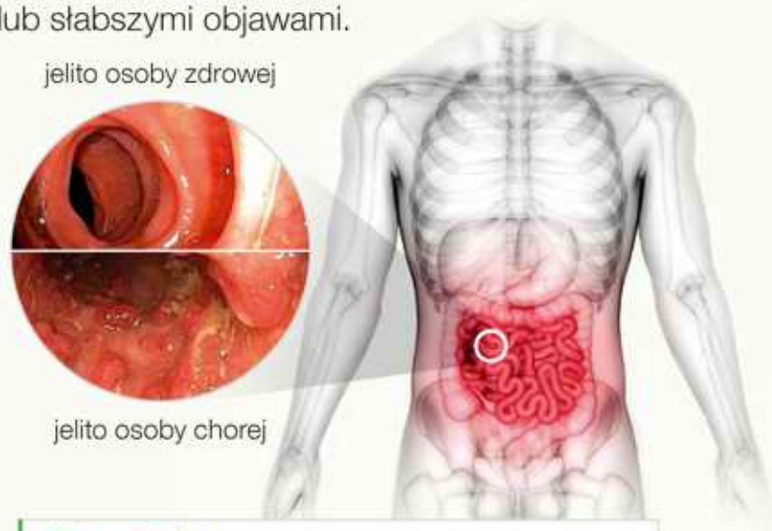
Ma na celu rozpoznanie przyczyn. Obejmuje m.in:
- ogólne badanie krwi i badanie kału,
- USG jamy brzusznej, gastroskopię i kolonoskopię,
- testy przesiewowe na zaburzenie wchłaniania.

Choroba Crohna (choroba Leśniowskiego–Crohna)

Choroba Crohna to przewlekła choroba zapalna przewodu pokarmowego, najczęściej końcowego odcinka jelita cienkiego oraz początkowego odcinka jelita grubego. Miejsca zmienione chorobowo występują na zmianę z miejscami zdrowymi i obejmują całą grubość ściany jelita. Choroba dzieli się na okresy z gwałtownymi lub słabszymi objawami.

- **Przyczyny:** m.in. czynniki genetyczne i autoimmunologiczne, infekcje, niewłaściwa dieta, palenie papierosów, stres.
- **Profilaktyka:** brak, ponieważ choroba ma złożone przyczyny. Dlatego ważne jest, aby nie lekceważyć jej objawów.
- **Objawy:**





Diagnostyka:
- ogólne badanie krwi,
- USG jamy brzusznej,
- prześwietlenie rentgenowskie z kontrastem,
- tomografia komputerowa,
- gastroskopia lub kolonoskopia z pobraniem próbek tkanek.

Choroby nowotworowe układu pokarmowego

Choroby nowotworowe mogą dotyczyć różnych narządów układu pokarmowego. Najczęściej występują jednak **rak żołądka** oraz **rak jelita grubego**. Wiele chorób nowotworowych związanych z układem pokarmowym długo nie daje żadnych objawów lub są one bagatelizowane, dlatego ważne są profilaktyka i systematyczne badania kontrolne.

- **Przyczyny:** zmiany w materiale genetycznym, powodujące niekontrolowane dzielenie się komórek. Na wystąpienie i rozwój choroby mają też wpływ tzw. **czynniki ryzyka:**


palenie papierosów


czynniki genetyczne


wiek


brak aktywności fizycznej


złe nawyki żywieniowe

- nadmierne spożycie czerwonego mięsa
- dieta uboga w błonnik
- spożywanie żywności przetworzonej chemicznie i nadmiernej ilości tłuszczów
- spożywanie alkoholu

Rak żołądka

Rak żołądka rozwija się najczęściej w błonie śluzowej żołądka, w różnych jego częściach, np. w trzonie żołądka, w pobliżu wpustu lub odźwiernika.

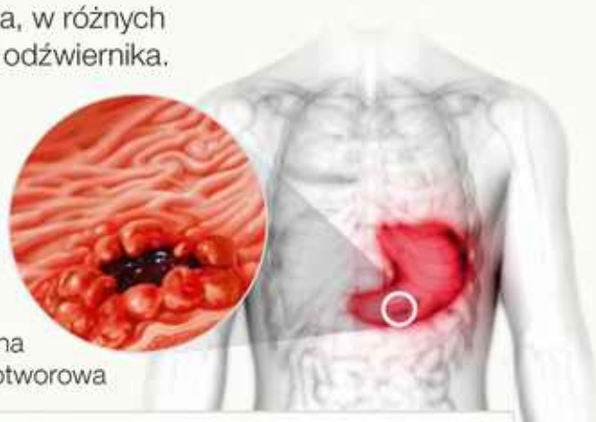
- **Profilaktyka:** leczenie zakażenia *Helicobacter pylori*, kontrola i leczenie owrzodzeń żołądka, zmniejszenie czynników ryzyka, np. odpowiednia dieta, niepalenie papierosów, ograniczenie spożywania alkoholu.
- **Objawy:**


utrata masy ciała


wymioty


ból i zgaga


brak apetytu


zmiana nowotworowa

Diagnostyka:
- prześwietlenie rentgenowskie z kontrastem,
- USG, tomografia komputerowa albo rezonans magnetyczny,
- gastroskopia z pobraniem próbek tkanek.

Rak jelita grubego

Rak jelita grubego najczęściej rozwija się w okrężnicy i odbytnicy.

- **Profilaktyka:** zmniejszenie czynników ryzyka, m.in. niepalenie papierosów, dieta zawierająca dużo błonnika, utrzymywanie prawidłowej masy ciała, zdrowy tryb życia.
- **Objawy:**


wzdęcia


biegunka


ból brzucha


krew w stolcu


Kolejne stadia rozwoju nowotworu w ścianie jelita grubego.

Diagnostyka:
- analiza próbek kału – wykrywanie krwi utajonej,
- badanie *per rectum* (przez odbytnicę),
- zdjęcia rentgenowskie z użyciem kontrastu,
- kolonoskopia i pobieranie próbek tkanek.



O tym się mówi!

Dieta bezglutenowa – dla każdego?

W zapobieganiu objawom celiakii – jednej z chorób przewodu pokarmowego – stosuje się dietę bezglutenową. Ostatnio dieta ta zaczęła być modna wśród zwolenników zdrowego stylu życia. Jednak czy rzeczywiście jest ona korzystna dla wszystkich?

1 „Wzrost ilości spożywanego glutenu w dzisiejszym pożywieniu i jego wszechobecność w produktach spożywczych [...] zdają się towarzyszyć wzrostowi zachorowalności na choroby autoimmunologiczne [...]. Udowodniony negatywny wpływ [...] na skład mikroflory [...] oraz wpływ na postęp i rozwój chorób z grupy autoagresji z pewnością przemawia na niekorzyść glutenu. Jego znikoma wartość odżywcza [...] sprawia, że eliminacja jego spożycia nie niesie ze sobą negatywnych zmian zdrowotnych [...]. Pomimo iż nie ma oficjalnych zaleceń co do stosowania diety bezglutenowej u osób »tolerujących« gluten, może ona mieć sens pod warunkiem, że wie się, jak poprawnie skomponować swój jadłospis".

S. Walla, *Dieta bezglutenowa – czy ma sens u osób tolerujących gluten?*, https://www.jagiellonskiecentruminnowacji.pl/images/Files/Dieta_bezglutenowa_Sonia_Walla.pdf

2 „Dieta bezglutenowa stała się ostatnio bardzo popularna. [...] Coraz częściej stosują ją osoby zdrowe, które wykluczając gluten z jadłospisu, chcą poprawić swoje ogólne samopoczucie lub schudnąć [...]. Należy podkreślić, że gluten zdrowym ludziom nie szkodzi, podobnie jak dobrze zbilansowana dieta bezglutenowa. Jednak właśnie ze zbilansowaniem diety są największe trudności. [...] W konsekwencji nieprawidłowe stosowanie diety bezglutenowej może być przyczyną niedoborów składników odżywczych [...]. Należą do nich m.in. błonnik pokarmowy, witaminy z grupy B, żelazo, cynk i selen. Nierzadko też rezygnacja z glutenu powoduje wyższe spożycie tłuszczów nasyconych, cukru i soli, a więc tych składników, których nadmiar w diecie jest czynnikiem ryzyka rozwoju nadciśnienia, miażdżycy, otyłości [...]".

A. Wojtasik, *Gluten – wróg czy przyjaciel?*, ABC Żywienia/Fakty i mity, https://ncez.pl/abc-zywienia-/fakty-i-mity/gluten---wrog-czy-przyjaciel-

3 „Gdyby rzeczywiście gluten był tak szkodliwy, jak twierdzą niektórzy, to ludzkość dawno by wyginęła [...]. Chleb jest przecież od tysięcy lat istotną częścią menu człowieka. [...] Dietetycy biją na alarm, że tak mało jemy w Polsce dobrej jakości tradycyjnego pieczywa, które jest cennym źródłem błonnika [...]. Pieczywo żytnie, orkiszowe, mąki z pełnego ziarna, makarony razowe czy kasze są bogate w witaminy z grupy B, niezbędne do prawidłowej pracy układu nerwowego, a także w kwas foliowy; są również źródłem magnezu, żelaza, wapnia, cynku i selenu [...]. Aby [...] żywność bez glutenu mogła nadawać się do zjedzenia, producenci dodają do niej sól, cukier i tłuszcz, które w nadmiarze zdrowiu nie służą.".

D. Romanowska, *Glutenowe oszustwo*, „Newsweek Polska", https://www.newsweek.pl/wiedza/nauka/glutenowe-oszustwo-dieta-bezglutenowa-newsweekpl/styw9jc

1 Określ, czy możesz polecić dietę bezglutenową swoim znajomym. Odpowiedź uzasadnij.

2 Podaj po jednym argumencie za i przeciw stosowaniu diety bezglutenowej przez osoby, które nie chorują na celiakię.

Kamera w pigułce

Bliżej życia

Wiele osób boi się tradycyjnego badania endoskopowego, ponieważ jest ono nieprzyjemne i wymaga znieczulenia. Nowoczesną, bezinwazyjną metodą wykorzystywaną w badaniach przewodu pokarmowego jest **endoskopia kapsułkowa**. W badaniu tym pacjent połyka małą kamerę bezprzewodową, tzw. kapsułkę endoskopową, która wędrując przez przewód pokarmowy, wykonuje tysiące zdjęć, a na koniec jest wydalana z organizmu. Ze zdjęć tworzy się film, który pozwala lekarzowi postawić rozpoznanie. Najczęściej za pomocą kapsułki endoskopowej bada się jelito cienkie, niedostępne w innych badaniach endoskopowych. Metoda ta daje jednak wiele innych możliwości obserwacji całego przewodu pokarmowego. Szczególnie ważna może być w diagnozowaniu np. choroby Crohna.



W skrócie

- Do metod wykorzystywanych **w diagnostyce** chorób układu pokarmowego należą:
  - badania krwi (np. badanie ogólne krwi, badanie markerów nowotworowych, wykrywanie obecności określonych przeciwciał),
  - badania kału (np. wykrywanie pasożytów, posiewy bakteryjne, badanie na krew utajoną),
  - USG jamy brzusznej,
  - badania endoskopowe – gastroskopia i kolonoskopia.
- **Zespół złego wchłaniania** to zespół objawów, takich jak: utrata masy ciała, biegunki, wzdęcia niedokrwistość, wynikających z zaburzeń trawienia lub wchłaniania składników pokarmowych. Przyczyny zespołu złego wchłaniania to m.in.: przewlekłe infekcje jelit, zapalenie trzustki lub wątroby i nietolerancja laktozy.
- **Choroba Cronha** to przewlekła choroba zapalna przewodu pokarmowego, zwykle końcowego odcinka jelita cienkiego oraz początkowego odcinka jelita grubego.
- Najczęściej występujące choroby nowotworowe układu pokarmowego to **rak żołądka** i **rak jelita grubego**.
- W **profilaktyce** chorób układu pokarmowego ważne są m.in.:
  - przestrzeganie podstawowych zasad higieny,
  - szczepienia ochronne, np. przeciwko wirusowemu zapaleniu wątroby typu A i B,
  - właściwe odżywianie, w tym spożywanie odpowiedniej ilości błonnika pokarmowego,
  - niepalenie papierosów i ograniczenie spożywania alkoholu.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, czy choroby polegające na infekcji wirusowej lub bakteryjnej mogą mieć wpływ na rozwój chorób nowotworowych układu pokarmowego.
2. Wyjaśnij, na czym polegają badania endoskopowe, a następnie podaj przykłady trzech chorób, w których diagnostyce są one wykorzystywane.

Podsumowanie

1 Składniki organiczne pokarmu

Cukry (węglowodany)	Białka	Tłuszcze (lipidy)
• **Budowa:** składają się z jednej cząsteczki, dwóch lub wielu cząsteczek cukrów prostych. • **Główna funkcja:** energetyczna (stanowią najważniejsze źródło energii). • **Występowanie:** kasze, makarony, pieczywo, ziemniaki.	• **Budowa:** są polimerami zbudowanymi z połączonych ze sobą aminokwasów. • **Główna funkcja:** budulcowa, regulatorowa, enzymatyczna, transportowa. • **Występowanie:** mięso, przetwory mleczne, nasiona zbóż i roślin strączkowych.	• **Budowa:** są zbudowane najczęściej z glicerolu i kwasów tłuszczowych. • **Główna funkcja:** zapasowa, energetyczna. • **Występowanie:** oleje roślinne, smalec, słonina, śmietana.

2 Podział aminokwasów

Aminokwasy	
endogenne	**egzogenne**
• są wytwarzane przez organizm	• nie są wytwarzane przez organizm, muszą być przyjmowane z pokarmem

3 Podział białek

Białka	
pełnowartościowe	**niepełnowartościowe**
• zawierają wszystkie aminokwasy egzogenne • są to głównie białka zwierzęce • występują np. w mleku, jajach, mięsie	• nie zawierają wszystkich niezbędnych aminokwasów egzogennych • są to białka roślinne • występują np. w nasionach fasoli, bobu i soi

4 Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) – kwasy tłuszczowe, które nie są wytwarzane w organizmie człowieka i muszą być przyjmowane z pożywieniem. Ich głównym źródłem są ryby morskie i oleje roślinne. NNKT są niezbędne do budowy błon komórkowych, obniżają poziom cholesterolu we krwi, działają przeciwmiażdżycowo, wpływają korzystnie na układ krwionośny i skórę.

5 Błonnik pokarmowy – substancje, najczęściej pochodzenia roślinnego, które nie są trawione przez enzymy występujące w układzie pokarmowym. W jego skład wchodzą głównie celuloza, pektyny i ligniny. Źródłem błonnika są np. warzywa, owoce i mąka pełnoziarnista.

Błonnik pełni wiele funkcji, m.in.:

- wzmaga ruchy robaczkowe,
- przyspiesza wędrówkę pokarmu przez przewód pokarmowy, co zapobiega zaparciom,
- chłonie wodę, zapewnia uczucie sytości,
- stanowi pożywienie dla mikrobiomu jelit,
- przyczynia się do obniżenia stężenia cholesterolu i glukozy we krwi,
- pomaga chronić organizm przed nowotworami żołądka i jelita grubego.

6 Charakterystyka wybranych witamin

Witamina	Funkcje	Skutki niedoboru	Występowanie
Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach			
A	jest niezbędna do prawidłowego widzenia, właściwego funkcjonowania nabłonków oraz wzrostu i rozwoju organizmu	kurza ślepota, łuszczenie się nabłonków, zaburzenia wzrostu	nabiał, żółte i czerwone warzywa i owoce, wątroba, tran, jaja, masło, sery
D_3	zwiększa wchłanianie wapnia i fosforu z przewodu pokarmowego, powoduje odkładnie się wapnia i fosforu w kościach oraz zębach	u dzieci – krzywica, u dorosłych – osteoporoza (demineralizacja kości)	tran, jaja, tłuste ryby, wątroba, mleko i jego przetwory; jest wytwarzana w organizmie człowieka
E	zmniejsza ryzyko zachorowania na nowotwory, zapewnia prawidłową pracę mięśni, poprawia płodność	wczesne starzenie się skóry, zaburzenia płodności, niedokrwistość, osłabienie i zanik mięśni	oleje roślinne, migdały, wątroba, jaja, orzechy, nasiona
K	bierze udział w procesie krzepnięcia krwi	krwawienia, np. z dziąseł, nosa, jelit	wątroba, zielone warzywa, jest wytwarzana przez bakterie jelitowe
Witaminy rozpuszczalne w wodzie			
B_2	bierze udział w oddychaniu tlenowym i syntezie hemoglobiny, poprawia stan skóry i przyspiesza gojenie się ran.	zajady w kącikach ust, łysienie, łojotoki skórne	drożdże, wątroba, mięso, jaja, mleko i jego przetwory, grzyby
B_3 (PP)	bierze udział w oddychaniu tlenowym, zapewnia prawidłową pracę układu pokarmowego i nerwowego	pękanie i łuszczenie skóry, biegunka, otępienie	mięso, drożdże, ziarna zbóż, kiełki, mleko
B_6	uczestniczy w oddychaniu tlenowym i produkcji hemoglobiny	drgawki, apatia, obniżenie nastroju, anemia	ziarna zbóż, mięso, drożdże, orzechy, jaja, wątroba, fasola
Biotyna (H)	jest potrzebna do syntezy kwasów tłuszczowych, poprawia stan skóry	wypadanie włosów, łuszczenie się skóry, bóle mięśni	rośliny strączkowe, drożdże, otręby, wątroba; jest wytwarzana przez bakterie jelitowe
Kwas foliowy	uczestniczy w biosyntezie kwasów nukleinowych i produkcji krwinek, jest potrzebny do prawidłowego rozwoju układu nerwowego płodu	większe prawdopodobieństwo urodzenia dziecka z wadą układu nerwowego, niedokrwistość	drożdże, zielone warzywa, ziarna zbóż, orzechy; jest wytwarzana przez bakterie jelitowe
B_{12}	reguluje proces powstawania krwinek, uczestniczy w biosyntezie kwasów nukleinowych	anemia złośliwa, uszkodzenia układu nerwowego	wątroba, jaja, mięso, ryby, bakteryjna flora jelitowa
C	wzmacnia odporność, ułatwia gojenie się ran, ułatwia wchłanianie żelaza wpływa korzystnie na stan tkanki łącznej	szkorbut, m.in. owrzodzenie i krwawienie dziąseł, wypadanie zębów, obniżona odporność	wiele owoców (np. owoce cytrusowe, czarna porzeczka), warzywa liściaste, kiszonki

7 Podział składników mineralnych

Składniki mineralne

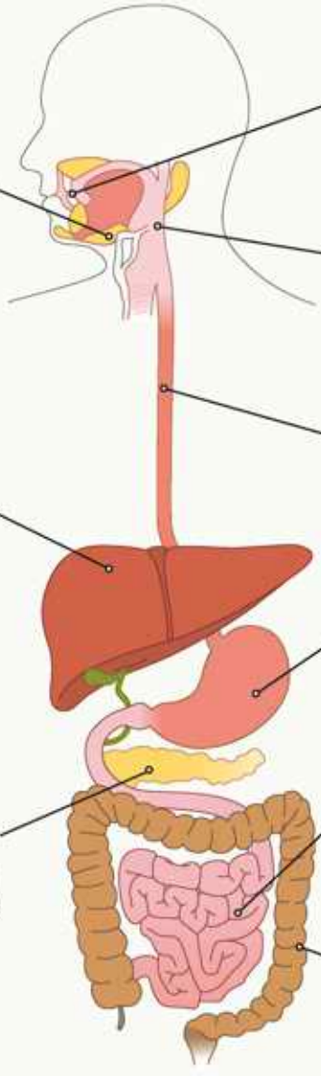
makroelementy	mikroelementy
• pierwiastki, które stanowią 0,01% lub więcej suchej masy ciała. Należą do nich pierwiastki biogenne (C, H, O, N, P, S) oraz wapń (Ca), magnez (Mg), potas (K), sód (Na) i chlor (Cl).	• pierwiastki, których ilość w organizmie jest niższa niż 0,01% suchej masy ciała. Zaliczamy do nich m.in.: żelazo (Fe), miedź (Cu), jod (I), fluor (F) oraz kobalt (Co).

8 Budowa i funkcje układu pokarmowego

Układ pokarmowy

budowa	funkcje
• **przewód pokarmowy** składający się z kilku połączonych ze sobą odcinków • **gruczoły trawienne**, których wydzielina trafia do przewodu pokarmowego	• pobieranie pokarmu • trawienie pokarmu • wchłanianie strawionych cząstek pokarmowych • usuwanie niestrawionych resztek pokarmowych

9 Funkcje poszczególnych narządów układu pokarmowego



Ślinianki
- wydzielanie śliny, która nawilża pokarm, działa bakteriobójczo oraz zawiera enzym rozpoczynający trawienie wielocukrów

Jama ustna
- pobieranie, rozdrabnianie i nawilżanie pokarmu
- wstępne trawienie wielocukrów

Gardło
- transportowanie pokarmu do przełyku

Wątroba
- produkowanie żółci
- magazynowanie glikogenu
- magazynowanie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach
- przekształcanie amoniaku w mocznik
- wytwarzanie białek osocza krwi
- rozkładanie hemoglobiny
- odtruwanie organizmu

Przełyk
- transportowanie pokarmu do żołądka

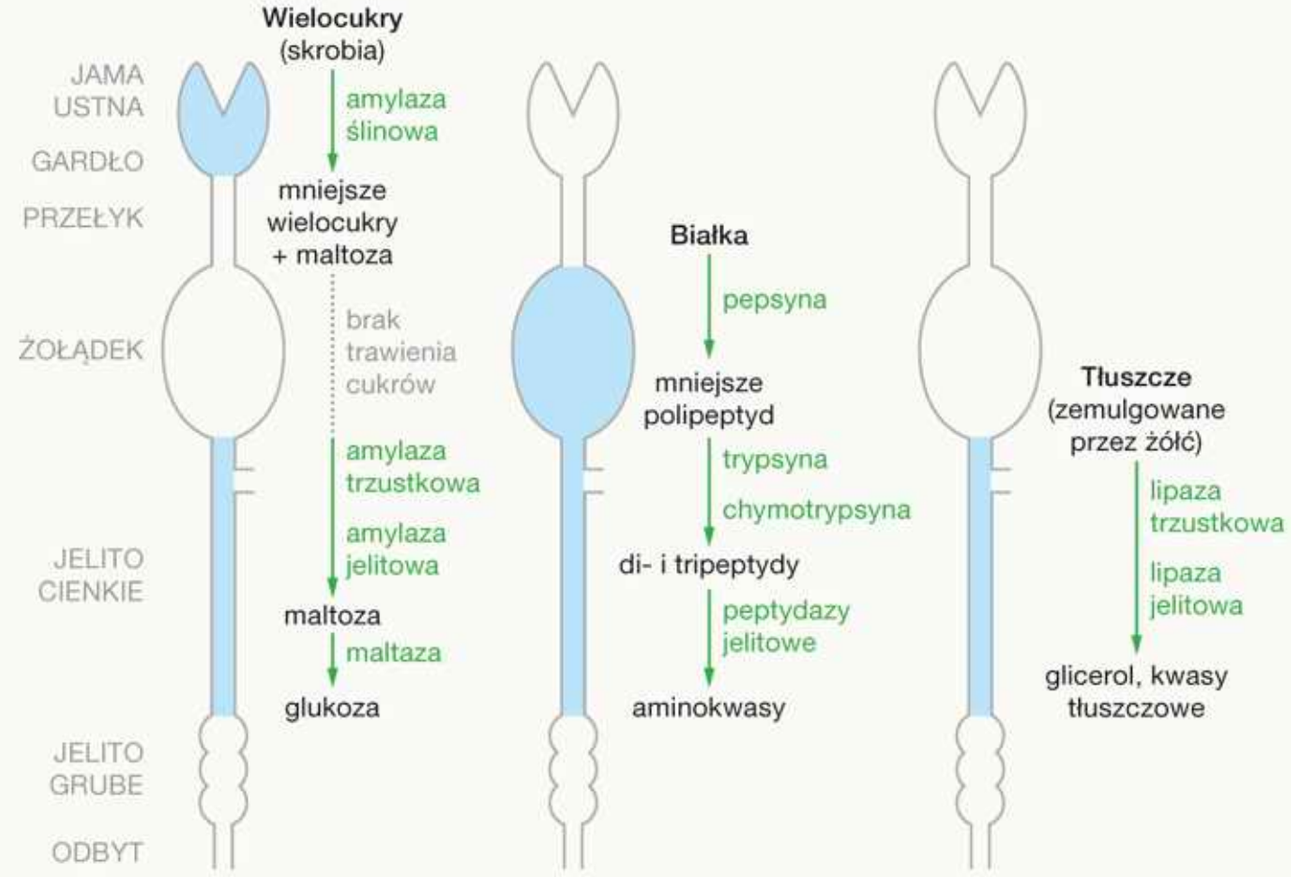
Żołądek
- odkażanie i magazynowanie pokarmu
- częściowe trawienie białek

Trzustka
- produkowanie soku trzustkowego zawierającego enzymy, dzięki którym zachodzi dalsze trawienie wielocukrów, trawienie dwucukrów, białek i tłuszczów
- produkowanie hormonów: insuliny i glukagonu

Jelito cienkie
- dalsze trawienie wielocukrów oraz trawienie dwucukrów, białek i tłuszczów
- wchłanianie składników pokarmowych

Jelito grube
- wchłanianie wody i soli mineralnych – formowanie kału

10 Trawienie związków organicznych

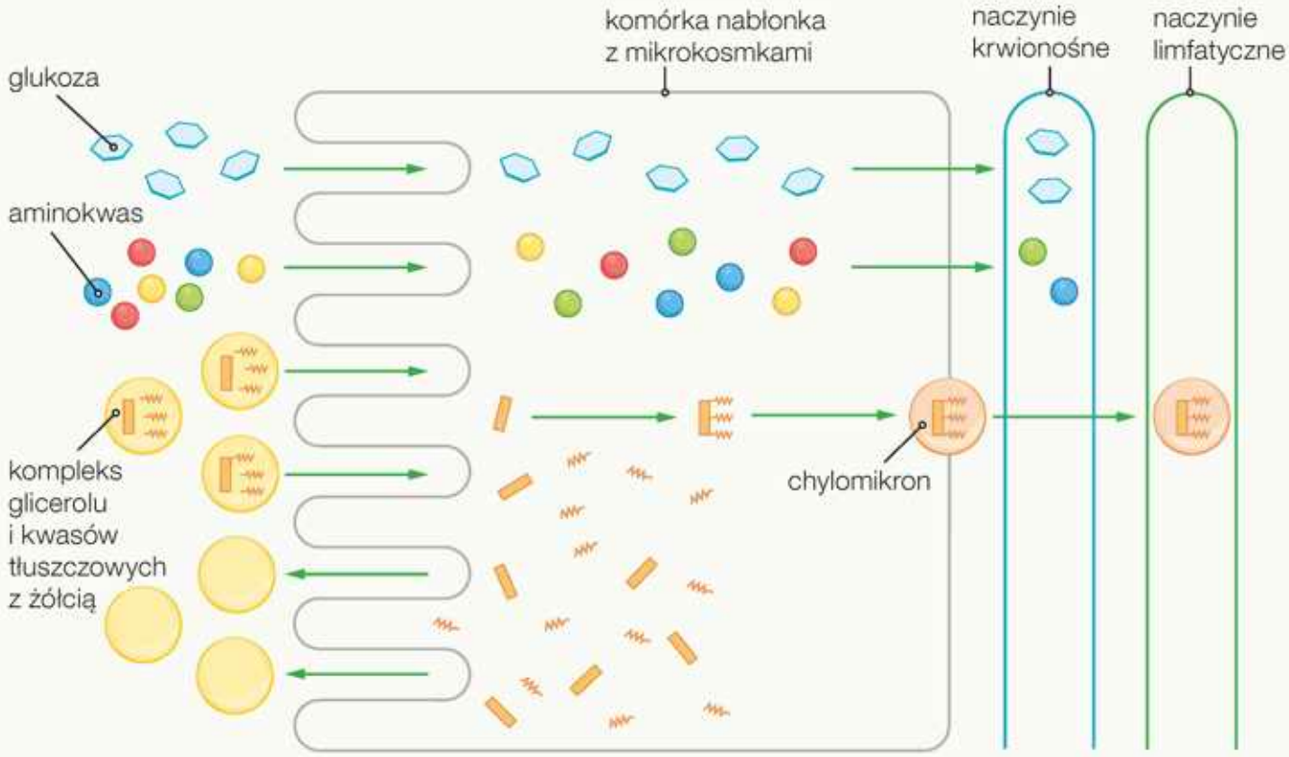


Glukoza jest wchłaniana w jelicie cienkim do krwi.

Aminokwasy są wchłaniane w jelicie cienkim do krwi.

Kwasy tłuszczowe i **glicerol** w postaci chylomikronów są wchłaniane w jelicie cienkim do limfy.

11 Wchłanianie składników pokarmowych w kosmkach jelitowych



12 Zaburzenia i choroby układu pokarmowego

Nazwa zaburzenia/ choroby	Przyczyny	Objawy
Anoreksja	złożone, o podłożu psychicznym	spadek masy ciała, brak łaknienia
Bulimia		napady wzmożonego apetytu, a następnie prowokowanie wymiotów
Otyłość	niewłaściwa dieta i styl życia, stres, uwarunkowania genetyczne	zbyt duża masa ciała w stosunku do wzrostu
Zespół złego wchłaniania	bardzo zróżnicowane, m.in. przewlekłe infekcje jelita, zapalenie trzustki lub wątroby, nietolerancja laktozy, celiakia	zróżnicowane w zależności od przyczyn, m.in. utrata masy ciała, biegunki, wzdęcia, niedokrwistość
Choroba Crohna	złożone, m.in. uwarunkowania genetyczne, infekcje, czynniki autoimmunologiczne, niewłaściwe odżywianie się, palenie papierosów oraz stres	ból brzucha, biegunka, stan zapalny, wymioty, wzdęcia, krew w stolcu
Choroby nowotworowe: rak żołądka i rak jelita grubego	uwarunkowania genetyczne, niewłaściwa dieta, niewielka aktywność fizyczna, palenie papierosów	utrata masy ciała, trudności w przełykaniu lub wypróżnianiu, przewlekłe bóle brzucha, brak apetytu

13 Wybrane metody diagnostyczne chorób układu pokarmowego

Metoda diagnostyczna	Opis	Zastosowanie
Badanie ogólne krwi	morfologia krwi, analiza procentowa poszczególnych składników krwi	ocena ogólnego stanu organizmu, występowania stanu zapalnego, alergii
Próby wątrobowe	analiza obecności enzymów wątrobowych we krwi	ocena funkcjonowania wątroby
Badanie kału	posiewy bakteryjne, test na krew utajoną, wykrywanie jaj i larw pasożytów	podejrzenie chorób nowotworowych, potwierdzenie występowania bakterii chorobotwórczych i pasożytów
USG	wykorzystanie obrazu fal dźwiękowych odbitych od narządu	pozwala wykryć nieprawidłowości oraz zmiany w budowie niektórych narządów wewnętrznych
Gastroskopia	wprowadzenie gastroskopu do przełyku i żołądka, a czasem też dwunastnicy	podejrzenie chorób górnych odcinków przewodu pokarmowego, np.: wrzodów żołądka, nowotworów
Kolonoskopia	wprowadzenie kolonoskopu do jelita grubego	podejrzenie chorób końcowych odcinków przewodu pokarmowego, np. nowotworu jelita grubego, choroby Crohna

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)

1.	Spożywanie błonnika pokarmowego wzmaga perystaltykę jelit.	P	F
2.	Błonnik jest pokarmem wysokoenergetycznym, dostarczającym nam wielu substancji odżywczych.	P	F
3.	Głównym składnikiem błonnika jest celuloza.	P	F

2 **Wybierz właściwe dokończenie zdania – 1 lub 2 – i jego uzasadnienie – A lub B. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (2 p.)

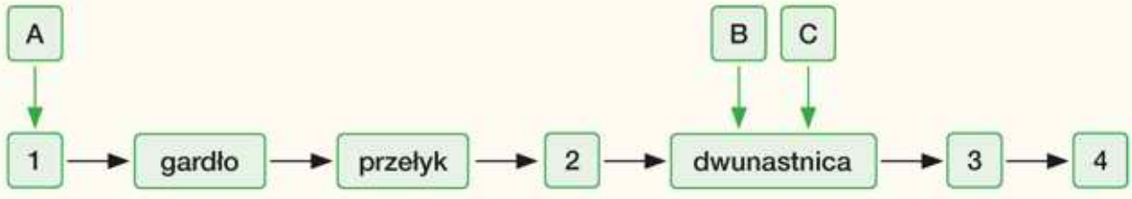
Białka zawarte w jaju kurzym są białkami

1.	pełnowartościowymi,	ponieważ zawierają	A.	wszystkie niezbędne aminokwasy.
2.	niepełnowartościowymi,		B.	wyłącznie aminokwasy endogenne.

3 **Poniżej podano trzy skutki niedoboru pewnych witamin. Określ, jakie to witaminy, oraz jakie produkty należy uwzględnić w diecie, aby nie dopuścić do rozwoju tych chorób. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)

A. Szkorbut.
B. Kurza ślepota.
C. Zaburzenia płodności.

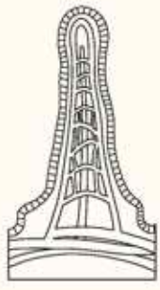
4 Schemat przedstawia układ pokarmowy człowieka. Czarne strzałki oznaczają transport pokarmu w przewodzie pokarmowym, a zielone – transport wydzielin gruczołów pokarmowych. (3 p.)



a) **Podaj nazwy odcinków przewodu pokarmowego oznaczonych na schemacie cyframi 1–4 oraz nazwy gruczołów pokarmowych oznaczonych literami A–C. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

b) **Określ, której spośród wymienionych wydzielin nie oznaczono zieloną strzałką: żółć, ślina, sok żołądkowy, sok trzustkowy.**

5 **Podaj nazwę struktury przedstawionej na ilustracji. Następnie wykaż związek między budową tej struktury a pełnioną przez nią funkcją. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (2 p.)



6 **Wybierz punkt, który zawiera nieprawdziwą informację na temat funkcji wątroby. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

A. Wytwarza żółć i odtruwa organizm.
B. Gromadzi niektóre witaminy i żelazo.
C. Produkuje enzymy trawienne.
D. Magazynuje glikogen.

7 **Przerysuj tabelę do zeszytu, a następnie uzupełnij ją nazwami narządów, w których są trawione podane w niej związki.** (3 p.)

Związki organiczne	Nazwy narządów
Białka	?
Tłuszcze	?
Wielocukry	?

8 Szare miejsca na schemacie przewodu pokarmowego przedstawiają lokalizację procesu trawienia pewnych związków organicznych. (2 p.)

Przeanalizuj schemat, a następnie wybierz właściwe dokończenie zdań 1 i 2. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



1. Schemat przedstawia lokalizację etapów trawienia
A. białek.
B. tłuszczów.
C. wielocukrów.

2. Enzymy potrzebne w reakcjach trawienia tych związków są produkowane w
A. śliniankach i wątrobie.
B. śliniankach, jelicie cienkim i trzustce.
C. śliniankach, żołądku i trzustce.

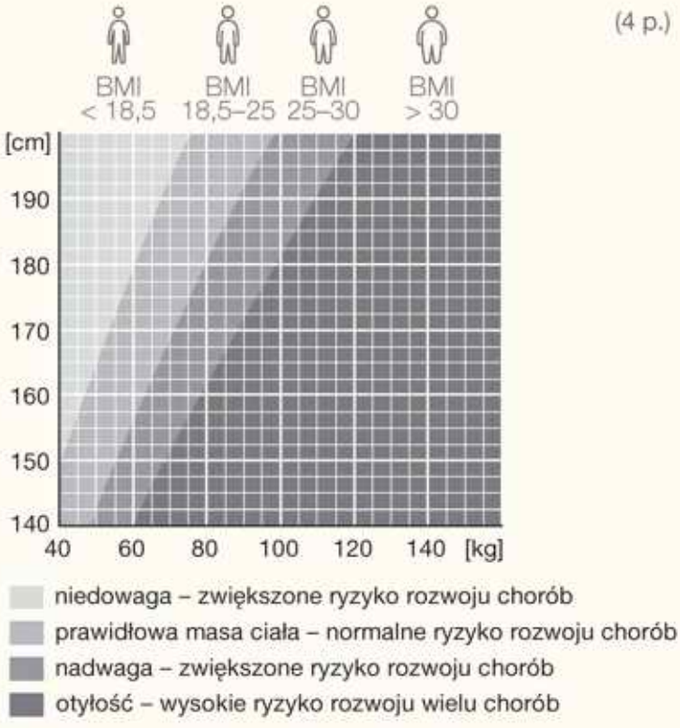
9 BMI to wskaźnik masy ciała, który pokazuje zależność między masą ciała a wzrostem. Pozwala on określić, czy masa ciała danej osoby o określonym wzroście jest prawidłowa. Poniżej podano wzrost i masę ciała osób A i B. (4 p.)

Osoba A: 170 cm, 80 kg

Osoba B: 190 cm, 60 kg

a) Korzystając z wykresu, określ, czy osoby A i B mają prawidłową masę ciała. Odpowiedź zapisz w zeszycie

b) Zaproponuj po dwa przykłady zaleceń żywieniowych, które można zasugerować osobom A i B. Odpowiedź zapisz w zeszycie.





5. Układ oddechowy

To było w szkole podstawowej!

☑

Budowa układu oddechowego

drogi oddechowe	płuca
• jama nosowa • gardło • krtań • tchawica • oskrzela	

☑ **Wentylacja płuc** – pobieranie z otoczenia powietrza zawierającego dużą ilość tlenu i usuwanie z płuc powietrza ubogiego w tlen.

☑ **Oddychanie komórkowe** – utlenianie substancji pokarmowych, np. glukozy, w wyniku którego jest uwalniana znaczna ilość energii.

glukoza + tlen ⟶ dwutlenek węgla + woda + energia

5.1. Budowa i funkcje układu oddechowego

Zwróć uwagę na:
- funkcję układu oddechowego,
- związek między budową a funkcją elementów układu oddechowego.

Oddychanie jest czynnością życiową, której celem jest zapewnienie energii niezbędnej do funkcjonowania organizmu. Składają się na nie: wymiana gazowa, polegająca na dostarczaniu do organizmu tlenu i usuwaniu z niego dwutlenku węgla, oraz oddychanie komórkowe, zachodzące w komórkach naszego ciała.

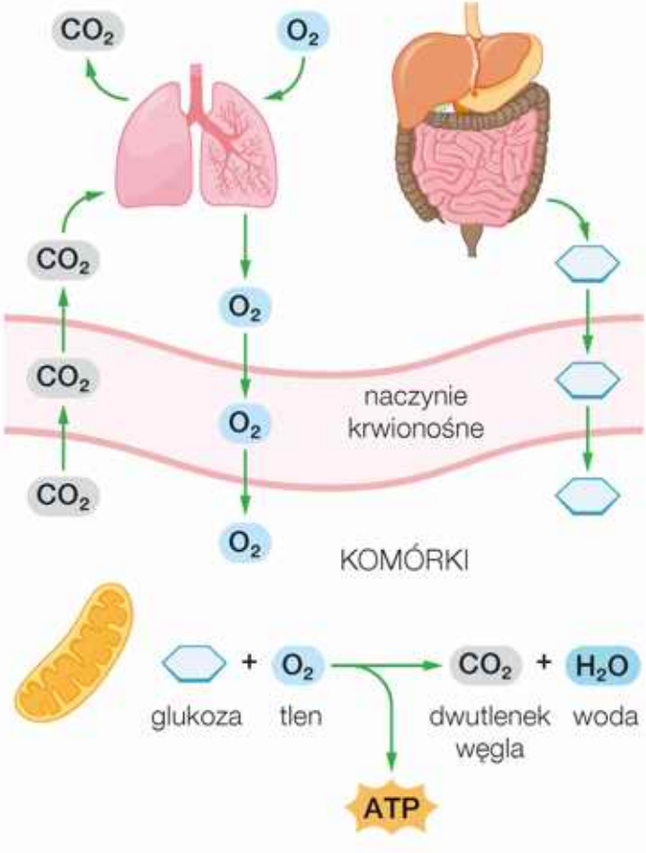
Funkcja układu oddechowego

Podstawowym zadaniem układu oddechowego jest zapewnienie **wymiany gazowej**, do której dochodzi dzięki **wentylacji płuc**. W wyniku wymiany gazowej zachodzącej w płucach tlen przenika do krwi i jest w niej transportowany do wszystkich tkanek ciała. Wraz z tlenem krew przenosi składniki pokarmowe, takie jak glukoza, dostarczane do niej przez układ pokarmowy. Kiedy tlen i glukoza trafiają do komórek, stają się substratami **oddychania tlenowego**. Jednym z produktów ubocznych tego procesu jest dwutlenek węgla. Jest on transportowany wraz z krwią do płuc, a następnie wydalany na zewnątrz.

1. **Wentylacja płuc i wymiana gazowa.** Naprzemienne wdechy i wydechy zapewniają wentylację płuc. W płucach tlen z powietrza na drodze dyfuzji jest transportowany do krwi, a dwutlenek węgla przenika z krwi do płuc i jest wydychany z powietrzem do środowiska zewnętrznego.

2. **Transport gazów oddechowych i składników pokarmowych.** Krew transportuje gazy oddechowe: tlen i dwutlenek węgla pomiędzy pęcherzykami płucnymi a tkankami. Krew dostarcza też substancje pokarmowe, np. glukozę.

3. **Oddychanie tlenowe.** W komórkach tlen jest wykorzystywany do utleniania składników pokarmowych (głównie glukozy) uzyskanych z przewodu pokarmowego. Główne etapy tego procesu zachodzą w mitochondriach, a jego produktami są: dwutlenek węgla, woda oraz energia magazynowana w postaci ATP.



Budowa układu oddechowego

Układ oddechowy jest zbudowany z dróg oddechowych oraz płuc.

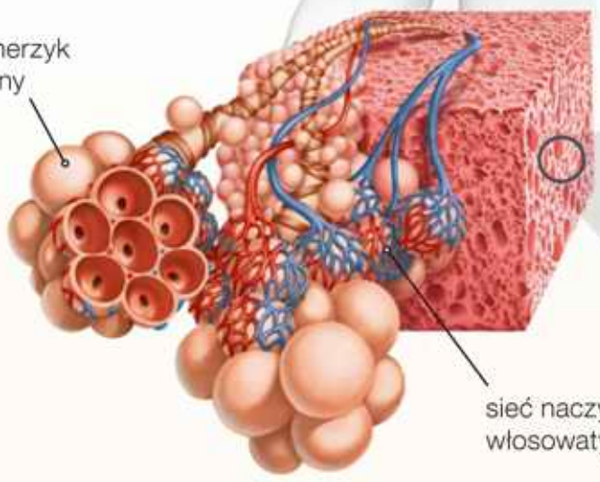
Drogi oddechowe

- **Jama nosowa** oczyszcza, ogrzewa i nawilża powietrze.
- **Gardło** jest wspólnym odcinkiem układu pokarmowego i oddechowego, ponieważ prowadzi do przełyku i krtani.
- **Krtań** umożliwia wydawanie dźwięków. Jedna z jej chrząstek – nagłośnia – oddziela drogi oddechowe od przełyku.
- **Tchawica** transportuje powietrze do oskrzeli.
- **Oskrzela główne** wnikają do płuc, gdzie tworzą liczne rozgałęzienia doprowadzające powietrze do pęcherzyków płucnych.

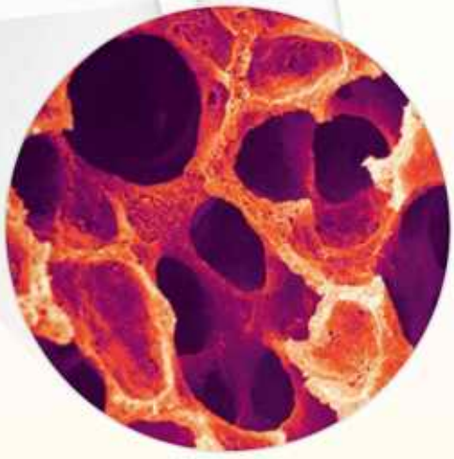
Płuca umożliwiają wymianę gazową.

Drogi oddechowe są pokryte orzęsionym nabłonkiem produkującym śluz.





Pęcherzyki płucne są oplecione gęstą siecią włosowatych naczyń krwionośnych. Zarówno pęcherzyki, jak i naczynia krwionośne są zbudowane z nabłonka jednowarstwowego płaskiego, który ułatwia dyfuzję gazów oddechowych.



Płuca mają strukturę przypominającą gąbkę. Są one zbudowane z milionów pęcherzyków płucnych.

Drogi oddechowe – dostarczanie powietrza do płuc

Drogi oddechowe umożliwiają transport powietrza do płuc. Są one wyścielone błoną śluzową, w której skład wchodzi nabłonek z rzęskami. W drogach oddechowych powietrze jest **ogrzewane** i **nawilżane**, a dzięki rzęskom – również **oczyszczane** z pyłów oraz drobnoustrojów chorobotwórczych.

Jama nosowa

Jama nosowa to pierwszy odcinek dróg oddechowych. Jest ona podzielona na dwie części przez przegrodę nosa. Występująca w jamie nosowej błona śluzowa jest bardzo dobrze unaczyniona i zawiera liczne gruczoły śluzowe. Dzięki temu powietrze zostaje ogrzane i nawilżone. Z kolei włosy znajdujące się w początkowej, pokrytej skórą części jamy nosowej, a także rzęski nabłonka odpowiadają za oczyszczenie powietrza. W szczytowej części jamy nosowej znajdują się receptory odbierające wrażenia węchowe.

Gardło i krtań

Z jamy nosowej powietrze przechodzi do gardła, które jest wspólnym odcinkiem dróg oddechowych i przewodu pokarmowego. Łączy się ono z **krtanią**, zbudowaną z dziewięciu połączonych ze sobą chrząstek. Jedna z nich – nagłośnia – zamyka wejście do krtani w czasie połykania pokarmu. Krtań jest również **narządem głosu**.

> **Czy wiesz, że...**
>
> Na jednej z chrząstek krtani znajduje się wypukłość nazywana jabłkiem Adama (grdyką). Występuje ona zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn. U mężczyzn jednak rozwija się ona bardziej w okresie dojrzewania i jest ułożona pod innym kątem, co sprawia, że jest dobrze widoczna. Grdyka wpływa też na barwę męskiego głosu.

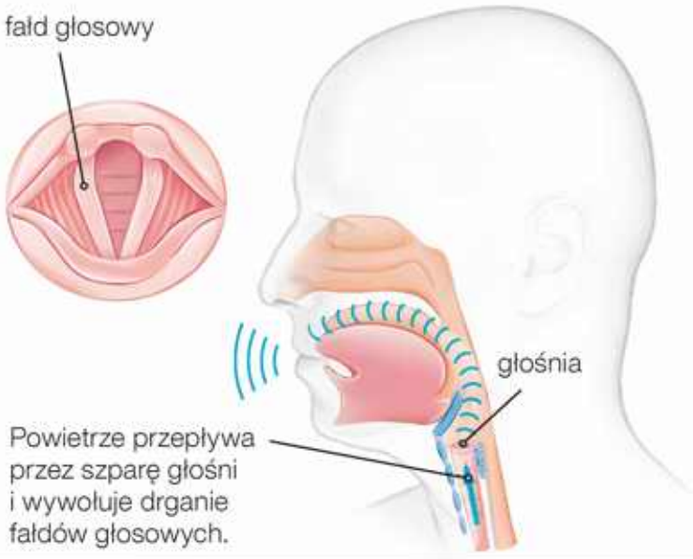
Tchawica

Tchawica jest przewodem o długości ok. 10–15 cm, którego rusztowanie stanowią chrząstki w kształcie podkowy. Taka budowa zapewnia tchawicy elastyczność i zapobiega zapadaniu się jej ścian, co z kolei zapewnia drożność drogom oddechowym. Do ograniczenia drożności może dojść w wyniku infekcji (np. zapalenia tchawicy) czy dostania się do dróg oddechowych ciała obcego. Tchawica rozgałęzia się na dwa **ostrzela główne**.

Powstawanie głosu

Głos jest wytwarzany w części krtani zwanej głośnią. Znajdują się w niej fałdy głosowe, które wibrują pod wpływem przepływającego powietrza. Wysokość głosu zależy od napięcia, długości i grubości fałdów głosowych. Natomiast na barwę głosu wpływają puste przestrzenie, np. jama nosowa i zatoki. Działają one jak rezonatory – podobnie pudło skrzypiec daje dźwięk o innej barwie niż pudło wiolonczeli.

Widok fałdów głosowych z góry

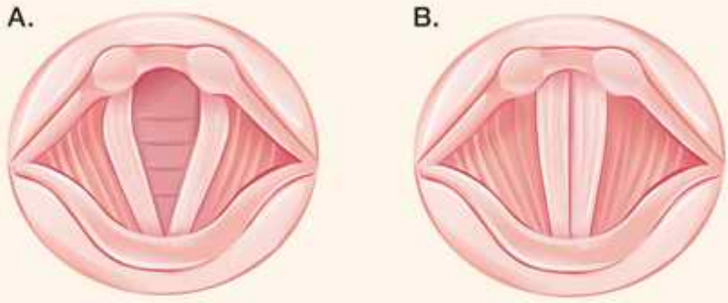


Obserwacja

Artykułowanie dźwięków

Podczas spokojnego oddechu fałdy głosowe są rozluźnione i powietrze może swobodnie przepływać przez krtań w czasie wdechów i wydechów. Kiedy fałdy głosowe są napięte i zbliżone do siebie, przechodzące przez nie powietrze powoduje ich drgania.

Wybierz dowolne, wielosylabowe słowo. Wymów je, a następnie oceń, czy artykułujemy dźwięki na wdechu, czy na wydechu.



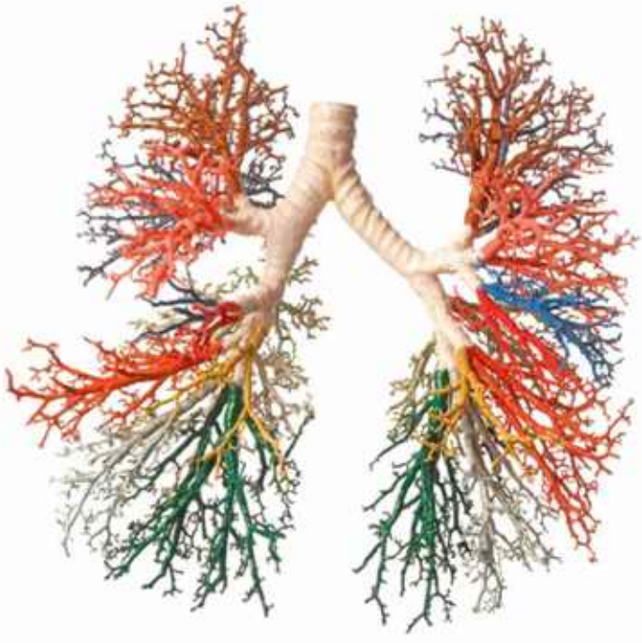
? Pomyśl

Który rysunek, A czy B, pokazuje położenie fałdów głosowych w czasie mówienia?

Oskrzela

Oskrzela główne wnikają do płuc, gdzie rozgałęziają się na coraz mniejsze oskrzela, a następnie oskrzeliki i oskrzeliki końcowe. Przypomina to gałęzie drzew, dlatego używamy też nazwy **drzewo oskrzelowe**.

Funkcją drzewa oskrzelowego jest doprowadzanie powietrza bogatego w tlen do pęcherzyków płucnych, a następnie, po wymianie gazowej, usuwanie z płuc powietrza o wyższym stężeniu dwutlenku węgla.



Drzewo oskrzelowe stanowi rusztowanie dla pęcherzyków płucnych.

Płuca – wymiana gazowa

Płuca są parzystym narządem położonym w klatce piersiowej. Ich funkcją jest umożliwianie wymiany gazowej. Prawe płuco jest zbudowane z trzech płatów, a lewe – z dwóch, ponieważ część przestrzeni po tej stronie klatki piersiowej zajmuje serce. Każde płuco jest otoczone podwójną błoną, nazywaną **opłucną**. Składa się ona z dwóch blaszek – ściennej i trzewnej. Pomiędzy blaszkami znajduje się przestrzeń, tzw. jama opłucnej, wypełniona płynem surowiczym.

Płuca składają się z ok. 300 mln **pęcherzyków płucnych**, otoczonych gęstą siecią naczyń krwionośnych. Pęcherzyki płucne są zbudowane z **jednowarstwowego nabłonka**, tzw. nabłonka oddechowego. Taka budowa umożliwia wymianę gazową tlenu i dwutlenku węgla na zasadzie dyfuzji.

Pęcherzyki płucne zwiększają powierzchnię płuc. Jest to ważne, ponieważ ilość gazów ulegających wymianie pomiędzy krwią a powietrzem zależy od rozmiaru powierzchni wymiany gazowej. Im większa powierzchnia, tym większa ilość gazów zostanie wymieniona.

Czy wiesz, że...

Gdybyśmy połączyli wszystkie pęcherzyki płucne człowieka, uzyskalibyśmy powierzchnię ok. 100 m^2.

Nagłośnia – strażnik na skrzyżowaniu

Bliżej życia

U człowieka drogi oddechowe i przewód pokarmowy krzyżują się w gardle. Musi więc istnieć mechanizm, dzięki któremu pokarm nie przedostaje się do tchawicy i dalej do płuc, co groziłoby zadławieniem. Za zamknięcie dróg pokarmowych podczas jedzenia odpowiada nagłośnia. Kiedy przełykamy pokarm, chrząstka ta odgina się, przez co blokuje wejście do tchawicy. Dzięki temu kęs pokarmu jest kierowany do przewodu pokarmowego. Musimy jednak pamiętać, że mechanizm ten może zawieść, gdy mówimy lub śmiejemy się w trakcie jedzenia.



Wdech. **Przełykanie pokarmu.** **Zadławienie.**

W skrócie

- Oddychanie jest czynnością życiową, której celem jest uzyskanie energii niezbędnej do właściwego funkcjonowania organizmu. Na czynność tę składają się:
  - **wentylacja płuc** i **wymiana gazowa**, czyli dostarczanie do organizmu tlenu i usuwanie z niego dwutlenku węgla,
  - **transport tlenu** i **dwutlenku węgla** przez krew pomiędzy komórkami a płucami,
  - **oddychanie tlenowe** – proces utleniania związków organicznych (głównie glukozy), w którego wyniku jest uwalniana energia magazynowana w postaci ATP.
- W skład układu oddechowego wchodzą drogi oddechowe i płuca.
- Do **dróg oddechowych** należą:
  - jama nosowa – jej funkcją jest nawilżanie i ogrzewanie powietrza oraz usuwanie zanieczyszczeń,
  - gardło – odcinek wspólny dla układu oddechowego i układu pokarmowego,
  - krtań – narząd głosu,
  - tchawica i oskrzela – narządy, które odpowiadają za transport powietrza do płuc.
- **Płuca** są zbudowane z **pęcherzyków płucnych**. Zachodzi w nich wymiana gazowa.

Polecenia kontrolne

1. Podaj główną funkcję układu oddechowego.
2. Wymień nazwy narządów tworzących drogi oddechowe oraz podaj ich funkcje.
3. Wyjaśnij związek między budową a funkcją w przypadku: **a)** tchawicy, **b)** płuc, **c)** jamy nosowej.

5.2. Wentylacja i wymiana gazowa

Zwróć uwagę na:
- mechanizm wentylacji płuc,
- wymianę gazową w tkankach i płucach,
- budowę i funkcję hemoglobiny oraz jej powinowactwo do tlenu w różnych warunkach.

W ciągu minuty wykonujemy kilkanaście wdechów i wydechów. Czynności te zachodzą odruchowo, dlatego zwykle sobie ich nawet nie uświadamiamy. Jednak to właśnie dzięki nim oraz dzięki współpracy układu oddechowego z układem krwionośnym możliwe jest dostarczanie do komórek naszego ciała tlenu – substratu oddychania tlenowego – oraz usuwanie z nich dwutlenku węgla – produktu ubocznego tego procesu. W dalszej części tekstu przyjrzymy się dokładniej, w jaki sposób przebiegają dwa procesy wstępne oddychania: wentylacja płuc oraz wymiana gazowa w płucach i tkankach.

Mechanizm wentylacji płuc

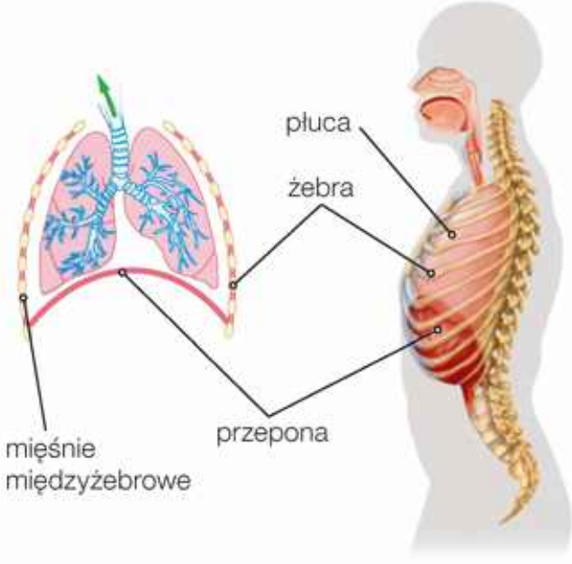
Wentylacja płuc, czyli wymiana powietrza w płucach, składa się z rytmicznych **wdechów** i **wydechów**. Zachodzi ona dzięki **mięśniom oddechowym**. Są to:
- przepona – płaski mięsień oddzielający klatkę piersiową od jamy brzusznej,
- mięśnie międzyżebrowe znajdujące się pomiędzy poszczególnymi żebrami.

Wdech – powietrze dostaje się do płuc. Jest to **faza czynna**, ponieważ polega ona na aktywnym skurczu mięśni.



- Mięśnie międzyżebrowe kurczą się, co powoduje uniesienie klatki piersiowej.
- Przepona kurczy się i obniża.
- Objętość klatki piersiowej zwiększa się, co powoduje spadek ciśnienia w pęcherzykach płucnych. Dzięki temu powietrze napływa do płuc.

Wydech – powietrze zostaje usunięte z płuc. Jest to **faza bierna**, ponieważ mięśnie ulegają rozluźnieniu.



- Mięśnie międzyżebrowe rozkurczają się, co powoduje opadanie klatki piersiowej.
- Przepona rozkurcza się i podnosi.
- Objętość klatki piersiowej zmniejsza się, co powoduje wzrost ciśnienia w pęcherzykach płucnych. Dzięki temu powietrze jest usuwane z płuc.

Jaką pojemność mają płuca?

Całkowita pojemność płuc, czyli maksymalna ilość powietrza, która może się zmieścić w płucach, zależy m.in. od: rozmiarów ciała, stanu zdrowia, wieku i płci. U dorosłego zdrowego człowieka wynosi ona ok. 5 l.

Podczas wentylacji płuc nie zachodzi wymiana całego znajdującego się w nich powietrza. Objętość powietrza, która dostaje się do płuc przy spokojnym wdechu lub zostaje usunięta z płuc przy spokojnym wydechu, wynosi ok. 0,5 l. Przy maksymalnym wdechu poprzedzonym maksymalnym wydechem możemy wprowadzić do płuc ok. 4 l powietrza. Jest to tak zwana **pojemność życiowa płuc**.

Regulacja częstości oddechów

Częstość wykonywania wdechów i wydechów jest kontrolowana przez **ośrodek oddechowy** zlokalizowany w części mózgowia nazywanej **rdzeniem przedłużonym**. Działanie tego ośrodka zależy głównie od stężenia dwutlenku węgla we krwi, rejestrowanego przez specjalne receptory znajdujące się w ścianach aorty i tętnicy szyjnej.

Wymiana gazowa

Powietrze wdychane i wydychane z płuc różni się procentową zawartością niektórych składników. Jest to efekt wymiany gazowej zachodzącej najpierw w płucach, a potem w tkankach.

Skład powietrza: A – wdychanego, B – wydychanego

A.



B.



Obserwacja

Model działania płuc – funkcja przepony

- **Przygotuj:** pustą butelkę plastikową, rurkę do napojów, kawałek plasteliny, dwie gumki recepturki, balonik, lateksową rękawiczkę i nożyczki.

  Załóż na jeden koniec rurki balonik, a następnie przytwierdź go gumką recepturką. Rurkę z balonikiem włóż do środka butelki. Szyjkę butelki uszczelnij plasteliną. Odetnij nożyczkami dno butelki i nałóż zamiast niego lateksową rękawiczkę. Przymocuj ją drugą gumką. Pociągnij rękawiczkę w dół, a następnie wepchnij ją do środka.



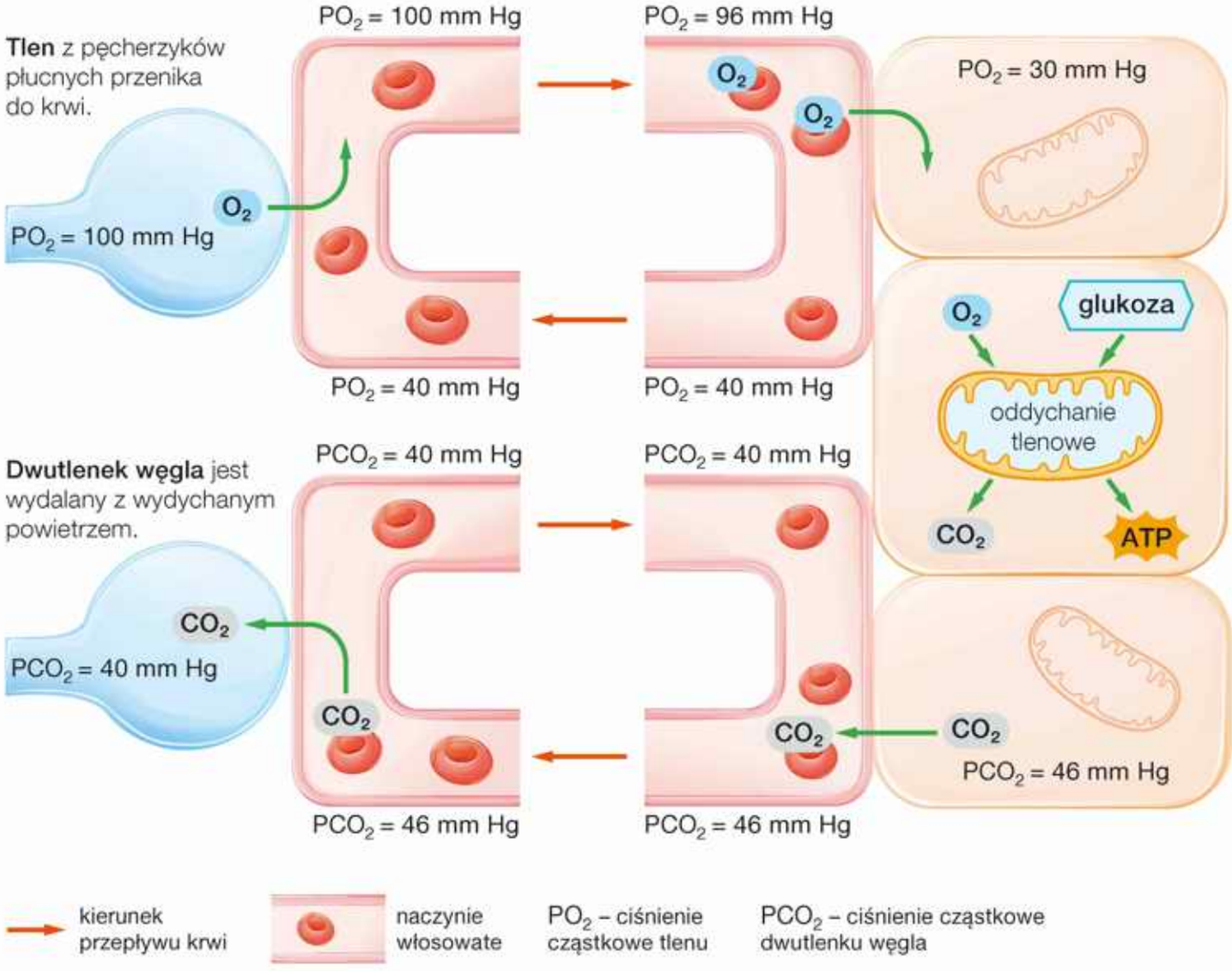
- **Wyjaśnienie:** Butelka odgrywa rolę klatki piersiowej, balonik – płuca, a rękawiczka – przepony. Kiedy ciągniesz rękawiczkę w dół, symulujesz obniżanie się przepony w jamie brzusznej. W jego wyniku balonik (płuco) zwiększa swoją objętość i napływa do niego powietrze. Wepchnięcie rękawiczki (przepony) do środka butelki powoduje usuwanie powietrza z balonika.

Wymiana gazowa zachodzi na zasadzie dyfuzji. Kierunek i tempo dyfuzji gazów zależą od różnicy ich ciśnień cząstkowych (parcjalnych). **Ciśnienie cząstkowe** gazu jest ciśnieniem, które gaz wywierałby, gdyby znajdował się w danym zbiorniku sam. Każdy gaz przenika ze środowiska o wyższym ciśnieniu cząstkowym do środowiska, w którym to ciśnienie jest niższe.

Na wymianę gazową składają się:

- **wymiana gazowa zachodząca w płucach** (wymiana gazowa zewnętrzna) – odbywa się ona między krwią a pęcherzykami płucnymi,
- **wymiana gazowa zachodząca w tkankach** (wymiana gazowa wewnętrzna) – odbywa się ona między komórkami tworzącymi tkanki a krwią.

Wymiana gazowa w płucach **Wymiana gazowa w tkankach**



- W **pęcherzykach płucnych** ciśnienie cząstkowe **tlenu** jest wyższe niż we krwi znajdującej się we włosowatych naczyniach krwionośnych. Dzięki temu tlen dyfunduje do krwi, a następnie jest transportowany do tkanek.
- Z kolei ciśnienie cząstkowe **dwutlenku węgla** w pęcherzykach płucnych jest niższe niż w transportowanej z tkanek krwi. Dlatego dwutlenek węgla dyfunduje z krwi do światła pęcherzyków. Następnie jest on wydalany na zewnątrz razem z wydychanym powietrzem.
- Ciśnienie cząstkowe **tlenu** w **tkankach** jest niższe niż we krwi dopływającej naczyniami krwionośnymi z płuc, dlatego tlen na drodze dyfuzji przenika z krwi do komórek. Tam jest wykorzystywany jako substrat oddychania tlenowego.
- Z kolei ciśnienie cząstkowe **dwutlenku węgla** – produktu oddychania tlenowego – jest wyższe w tkankach niż we krwi, dlatego dwutlenek węgla przenika z komórek do krwi, która następnie transportuje go do pęcherzyków płucnych.

Transport gazów oddechowych

Gazy oddechowe, czyli tlen i dwutlenek węgla, są transportowane za pomocą krwinek czerwonych i osocza.

Transport tlenu

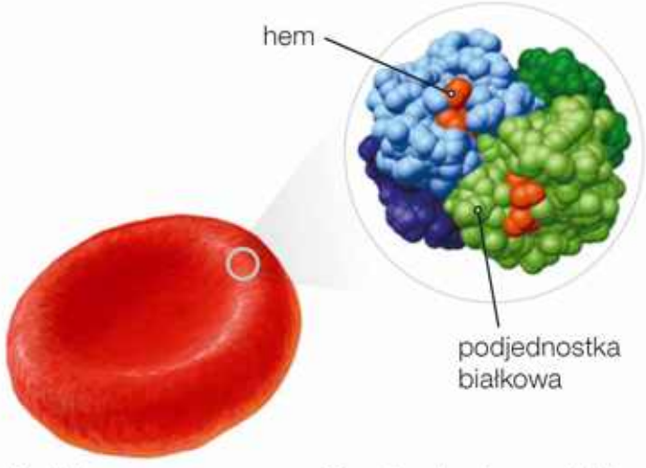
Tlen jest transportowany głównie przez krwinki czerwone. Cząsteczki tlenu po przeniknięciu przez ściany pęcherzyków płucnych i naczyń krwionośnych rozpuszczają się w osoczu krwi i dyfundują do wnętrza krwinek czerwonych. Tam, wiążąc się z białkiem – hemoglobiną, tworzą **oksyhemoglobinę**.

Reakcja łączenia się tlenu z hemoglobiną jest odwracalna i może przebiegać w obie strony. O jej kierunku decyduje przede wszystkim wartość ciśnienia cząstkowego tlenu. W tkankach, gdzie ciśnienie cząstkowe tlenu jest niskie, następuje rozpad oksyhemoglobiny i uwalnianie tlenu, który dyfunduje do komórek.

Zapotrzebowanie na tlen przez organizm zależy od różnych czynników, np. masy ciała, warunków klimatycznych, aktywności fizycznej i stanu fizjologicznego.

Budowa hemoglobiny

Cząsteczka hemoglobiny składa się z czterech podjednostek białkowych, z których każda zawiera jedną cząsteczkę hemu. W centrum hemu znajduje się jon żelaza (Fe^{2+}) umożliwiający wiązanie cząsteczek tlenu. Jedna cząsteczka hemoglobiny może transportować cztery cząsteczki tlenu. Wiązanie tlenu z hemoglobiną nazywamy utlenowaniem, ponieważ nie zmienia się wartościowość żelaza.



Krwinka czerwona. **Cząsteczka hemoglobiny.**

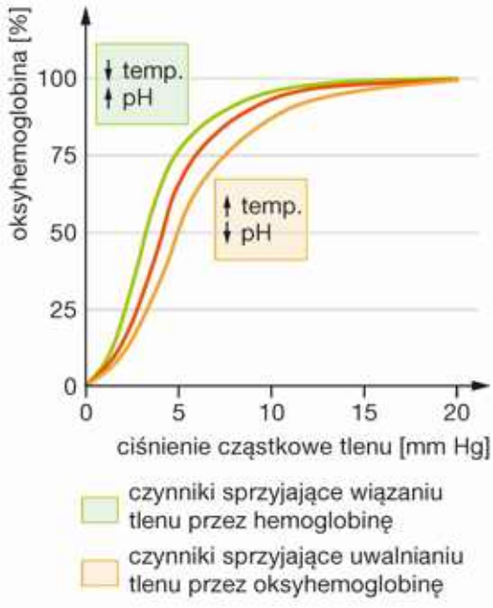
Czynniki wpływające na wiązanie i oddawanie tlenu przez hemoglobinę

Powinowactwo hemoglobiny do tlenu, czyli łatwość, z jaką hemoglobina wiąże się z tlenem, zależy m.in. od: ciśnienia cząstkowego tlenu, temperatury oraz pH.

pH – wyższe pH (mniejsza kwasowość) ułatwia wiązanie hemoglobiny z tlenem. Wzrost zakwaszenia przyspiesza uwalnianie tlenu przez oksyhemoglobinę.

Temperatura – niższa temperatura w płucach sprzyja wiązaniu się tlenu z hemoglobiną, wyższa temperatura w tkankach ułatwia oddawanie związanego tlenu.

Zawartość procentowa oksyhemoglobiny w zależności od ciśnienia cząstkowego tlenu



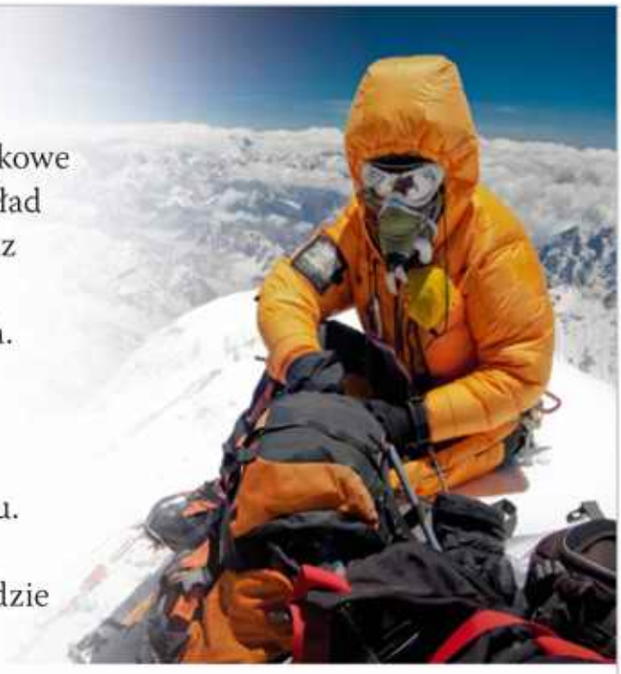
Transport dwutlenku węgla

Dwutlenek węgla powstaje w tkankach jako produkt oddychania tlenowego. Z tkanek przenika do krwi, w której jego ciśnienie cząstkowe jest niższe. Następnie cząsteczki dwutlenku węgla rozpuszczają się w osoczu i wnikają do czerwonych krwinek. Tam są przekształcane w **jony wodorowęglanowe** (HCO_3^-), które częściowo przenikają do osocza. Jony wodorowęglanowe są główną postacią transportową dwutlenku węgla we krwi.

Pozostały dwutlenek węgla jest transportowany jako rozpuszczony fizycznie lub związany z białkami, głównie z hemoglobiną czerwonych krwinek (karbaminohemoglobiną). W płucach zachodzą reakcje odwrotne i dwutlenek węgla jest usuwany z wydychanym powietrzem.

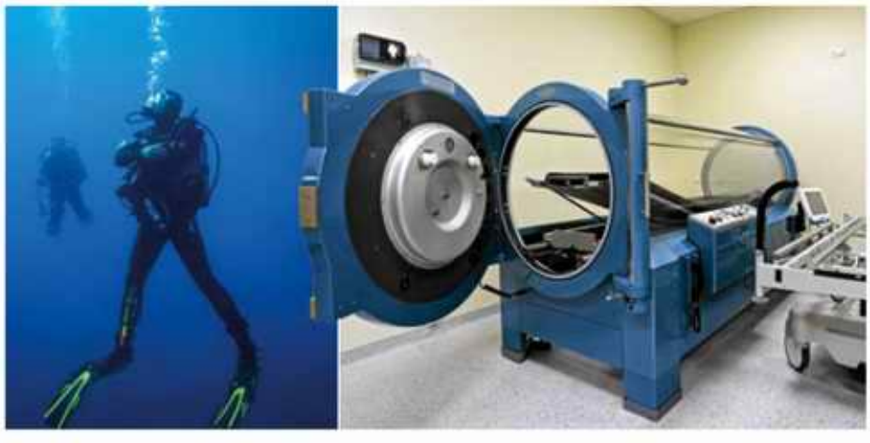
Jak ciśnienie atmosferyczne wpływa na wymianę gazową?

Ciśnienie atmosferyczne wpływa na ciśnienie cząstkowe gazów występujących w naszych płucach. Na przykład w górach, gdzie ciśnienie atmosferyczne maleje wraz ze wzrostem wysokości, zmniejsza się również ciśnienie cząstkowe tlenu w pęcherzykach płucnych. Brak wcześniejszego zaadaptowania do warunków wysokogórskich może spowodować trudności w wymianie gazowej, a w konsekwencji – chorobę wysokościową prowadzącą do obrzęku płuc i mózgu. Problemy z wymianą gazową pojawiają się również przy wzroście ciśnienia. Prześledźmy to na przykładzie nurkowania.





Gwałtowne odkręcenie butelki z wodą gazowaną (szybkie zmniejszenie ciśnienia) powoduje intensywne uwalnianie się pęcherzyków dwutlenku węgla rozpuszczonego w wodzie. Taka sama sytuacja wystąpi, gdy nurek zbyt szybko wynurzy się z wody.



Podczas nurkowania na dużych głębokościach zwiększa się ciśnienie, wskutek czego azot z powietrza rozpuszcza się we krwi. Zbyt szybkie wynurzanie się z wody wiąże się z bardzo szybką zmianą ciśnienia. Powoduje to gwałtowne uwolnienie się pęcherzyków azotu z krwi i prowadzi do choroby dekompresyjnej. Chorobę tę leczy się przy zastosowaniu komory hiperbarycznej, która stopniowo adaptuje chorego do zmian ciśnienia.

Doświadczenie

Badanie zawartości dwutlenku węgla we wdychanym i wydychanym powietrzu

- **Problem badawczy:** Czy ilość dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym jest taka sama?
- **Hipoteza:** Powietrze wydychane zawiera więcej dwutlenku węgla.
- **Przebieg doświadczenia:**

  Przygotuj: dwie szklanki, wodę wapienną, słomkę, gumową gruszkę lub pompkę.

  Próba badawcza: szklanka z wodą wapienną, do której ostrożnie wydychamy powietrze przez słomkę.

  Próba kontrolna: szklanka z wodą wapienną, do której wtłaczamy powietrze gruszką lub pompką.

  1. Nalej do pierwszej szklanki wody wapiennej, następnie za pomocą rurki wydmuchaj do niej powietrze z płuc.
  2. Nalej do drugiej szklanki wody wapiennej, następnie za pomocą gumowej gruszki lub pompki wtłocz do niej powietrze atmosferyczne, czyli powietrze, które wdychamy.
  3. Porównaj stopień zmętnienia wody wapiennej w obu szklankach.

- **Wynik:** Porównaj wyniki w obu próbach.
- **Wniosek:** Sformułuj wniosek.



Próba badawcza.

W skrócie

- Na proces wentylacji płuc składają się:
  - **wdech** (akt czynny) – w jego trakcie następuje skurcz mięśni międzyżebrowych i przepony, zwiększa się objętość klatki piersiowej – powietrze napływa do płuc,
  - **wydech** (akt bierny) – w jego trakcie następuje rozkurcz przepony i mięśni międzyżebrowych, zmniejsza się objętość klatki piersiowej – powietrze zostaje usunięte z płuc.
- Na wymianę gazową składają się:
  - **wymiana gazowa zachodząca w płucach** – między krwią a pęcherzykami płucnymi. Tlen dyfunduje do krwi, a dwutlenek węgla – do światła pęcherzyków;
  - **wymiana gazowa zachodząca w tkankach** – między komórkami tworzącymi tkanki a krwią. Tlen dyfunduje do tkanek, a dwutlenek węgla – do krwi.
- Łączenie się hemoglobiny z tlenem oraz uwalnianie tlenu przez oksyhemoglobinę jest zależne od: ciśnienia cząstkowego tlenu, temperatury oraz pH.

Polecenia kontrolne

1. Wymień elementy naszego organizmu, które umożliwiają wentylację płuc.
2. Porównaj skład powietrza wdychanego ze składem powietrza wydychanego. Wyjaśnij, skąd się bierze procentowa różnica w składzie powietrza.
3. Podaj, jakie czynniki przyspieszają uwalnianie tlenu przez oksyhemoglobinę.

5.3. Zaburzenia funkcjonowania układu oddechowego

Zwróć uwagę na:
- wpływ zanieczyszczeń na funkcjonowanie układu oddechowego,
- sposoby diagnostyki chorób układu oddechowego,
- przykłady chorób układu oddechowego.

Z każdym wdechem do naszych płuc dostaje się około pół litra powietrza. W ciągu godziny jest to więc średnio 450 l. Przy tak dużej ilości bardzo ważne jest, aby powietrze było jak najczystsze, ponieważ znajdujące się w nim zanieczyszczenia mogą prowadzić do zaburzeń w funkcjonowaniu układu oddechowego.

Co zaliczamy do zanieczyszczeń powietrza?

Zanieczyszczenia powietrza to wszystkie **związki gazowe** lub **pyłowe**, które znajdują się w powietrzu atmosferycznym, a nie są jego naturalnymi składnikami. Najbardziej szkodliwe dla zdrowia człowieka są:

- **tlenki azotu i tlenki siarki** – związki te łączą się z wodą, co powoduje powstawanie kwaśnych opadów,
- **benzopiren** – związek silnie rakotwórczy, występujący m.in. w spalinach samochodowych,
- **pyły zawieszone** – drobne cząstki zawieszone w powietrzu, które mogą mieć pochodzenie naturalne (np. pyłki drzew, pyły z wybuchów wulkanów) lub być wynikiem działalności człowieka.

Kiedy zanieczyszczenia powietrza wymieszają się i połączą z cząsteczkami mgły, czyli pary wodnej, powstaje **smog kwaśny**. Przy bezwietrznej, wilgotnej pogodzie utrzymuje się on przez dłuższy czas w jednym miejscu.

Do głównych **źródeł** zanieczyszczeń powietrza należą: domowe piece grzewcze (tzw. niska emisja), transport samochodowy oraz duże zakłady przemysłowe i energetyczne.

Wpływ zanieczyszczeń powietrza na nasz organizm

Zanieczyszczenia powietrza mogą powodować m.in.:

- nowotwory, takie jak **rak płuc**,
- przewlekłe infekcje,
- bezsenność i bóle głowy,
- choroby układu oddechowego, np. **astmę oskrzelową**, **przewlekłą obturacyjną chorobę płuc** (POChP),
- choroby układu krążenia,
- obniżenie odporności organizmu.

Szczególnie niebezpieczne dla naszego zdrowia jest oddziaływanie tzw. pyłów PM10 oraz PM2,5. Pierwsze z nich – pyły PM10 – mają średnicę do 10 μm. Osadzają się na powierzchni płuc i często zawierają substancje toksyczne. Jeszcze groźniejsze są pyły o średnicy do 2,5 μm (PM2,5), ponieważ przenikają one przez powierzchnię pęcherzyków płucnych do krwi.



Wiele polskich miejscowości znajduje się na szczycie listy europejskich miast o największym zanieczyszczeniu powietrza.

Jak chronić się przez smogiem?

Bliżej życia

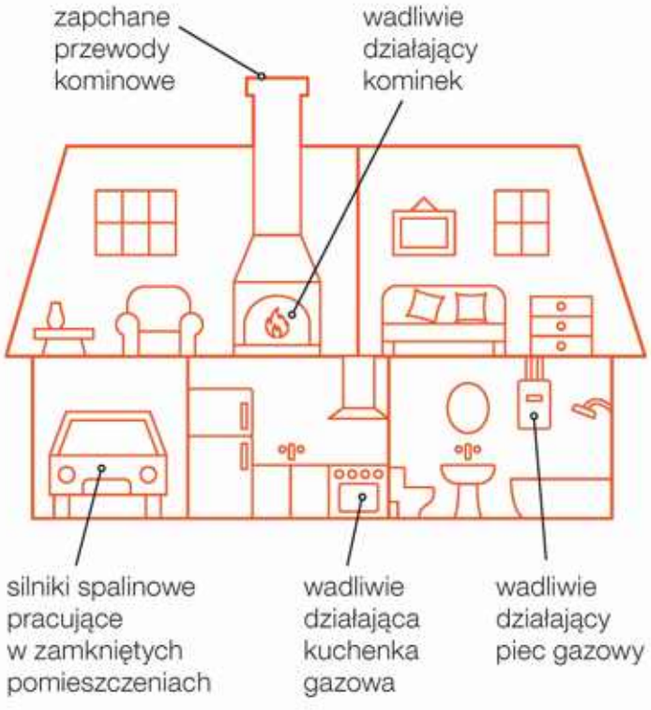
Mieszkańcy dużych miast, w których występuje smog, coraz częściej szukają sposobów ochrony przed nim. Kiedy przebywają na zewnątrz budynków, noszą maski antysmogowe. Z kolei w domach korzystają ze specjalnych urządzeń oczyszczających powietrze oraz zamykają okna. Oczyszczacze powietrza i najskuteczniejsze maski antysmogowe są wyposażone w wymienne filtry, które wyłapują zanieczyszczenia pyłowe i gazowe.
Aby chronić się przed smogiem, można też przed wyjściem z domu sprawdzić jakość powietrza w swojej okolicy. Służą do tego specjalne aplikacje telefoniczne i strony internetowe (np. http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current).



Czad – niewidzialny zabójca

Tlenek węgla (CO), popularnie zwany czadem, to bezbarwny i bezwonny gaz. Jest on nieco lżejszy od powietrza, łatwo się z nim miesza i unosi do góry. Dlaczego tlenek węgla jest niebezpieczny dla naszego zdrowia? Ponieważ dużo łatwiej (ok. 200 razy) łączy się z hemoglobiną niż tlen, przez co blokuje ją, co z kolei prowadzi do niedotlenienia tkanek.

Czad powstaje w czasie spalania węgla i innych paliw w niedostatecznej ilości tlenu. Dlatego największe zagrożenie stanowią wadliwe lub uszkodzone urządzenia grzewcze oraz niesprawna wentylacja. Najwięcej przypadków zatrucia czadem, w tym śmiertelnych, zdarza się w sezonie grzewczym.



Przykłady źródeł tlenku węgla w gospodarstwie domowym.

Objawy zatrucia czadem



Dlaczego palenie papierosów jest szkodliwe?

Palenie papierosów jest szkodliwe dla naszego zdrowia, ponieważ przyczynia się do powstawania i rozwoju wielu rodzajów nowotworów oraz chorób przewlekłych. I to nie tylko u osób palących aktywnie, lecz także u biernych palaczy.

Przez palenie papierosów na całym świecie umiera rocznie **kilka milionów osób**.

Jak wskazują badania, palenie papierosów skraca czas życia średnio o **10 lat**.

Jak palenie papierosów wpływa na organizm?

Przyczynia się do rozwoju nowotworów płuc i dróg oddechowych (np. krtani). Prowadzi do niewydolności oddechowej związanej z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc.

Powoduje niedotlenienie mózgu, pogarsza pamięć, może przyczyniać się do udaru mózgu, a także do rozwoju raka mózgu.

Może być przyczyną niewydolności krążenia, nadciśnienia, miażdżycy i zawału serca.

Zwiększa ryzyko rozwoju białaczki szpikowej, przyspiesza rozwój osteoporozy.

Przyczynia się do powstawania wrzodów żołądka i nowotworów przewodu pokarmowego, a także do zaostrzenia objawów chorób układu pokarmowego, np. choroby Crohna.

Może powodować bezpłodność.

Zwiększa ryzyko zachorowania na nowotwory nerek i pęcherza moczowego.



płuca osoby niepalącej



płuca osoby palącej papierosy

Składniki dymu tytoniowego

Dym tytoniowy zawiera ponad 4 tys. różnych substancji, wśród których występują substancje drażniące, trujące oraz rakotwórcze.

Nikotyna – silna trucizna.

Tlenek węgla – substancja toksyczna powodująca niedotlenienie. CO

Substancje smoliste – występują w ropie naftowej.

Kadm – występuje w bateriach.

Aceton – składnik zmywacza do paznokci.

Naftalina – składnik środków odstraszających owady.



O tym się mówi!

Papieros elektroniczny – mniej szkodliwy niż tradycyjny?

E-papierosy, czyli papierosy elektroniczne, zyskują coraz większą popularność. Mogą mieć nowoczesny wygląd, dopasowany do różnorodnych preferencji użytkownika, co sprawia, że są traktowane jak unikalne gadżety.

1 „Nowatorskie wyroby tytoniowe cieszą się [...] coraz większą popularnością. To nie tylko moda, lecz zdaniem wielu osób – zdrowsza alternatywa dla tradycyjnych papierosów lub sposób na rzucenie palenia. [...]
W e-papierosach reakcja spalania w ogóle nie zachodzi – roztwór gliceryny lub propylenu glikolowego, który zawiera nikotynę i związki aromatyzujące, jest podgrzewany do temperatury 200–250°C. Dzięki temu ilość szkodliwych związków wdychanych przez e-palaczy jest kilkudziesięciokrotnie mniejsza".

Przybywa dowodów na mniejszą szkodliwość e-papierosów, https://www.wprost.pl/gospodarka/10214595/przybywa-dowodow-na-mniejsza-szkodliwosc-e-papierosow-polscy-i-rosyjscy-naukowcy-beda-prowadzic-nad-nimi-wspolne-badania.html

2 „Mimo że elektroniczna wersja papierosów wygrywa w starciu z tradycyjnymi odpowiednikami, to jednak [...] nie są [one – red.] wolne od szkodliwych składników. Zawarty w nich benzen jest silnie toksyczny, a jego wdychanie grozi m.in. białaczką i niewydolnością szpiku kostnego. [...] szacuje się, że w jednym e-papierosie zawierającym kwas benzoesowy (lub benzaldehyd) jest kilka tysięcy razy więcej benzenu niż w przeciętnie zanieczyszczonym powietrzu. [...] mimo iż w porównaniu do zwykłych papierosów zawartość benzenu w e-papierosach jest od 50 do nawet 100 razy niższa, to jednak nie jest to ilość znikoma i nie pozostaje bez wpływu na zdrowie – zarówno palaczy, jak i osób znajdujących się w ich otoczeniu".

M. Piorun, *E-papierosy szkodzą mniej niż zwykłe? Sprawdzamy wyniki badań!*, https://zdrowie.radiozet.pl/Psychologia/Nalogi/Czy-e-papierosy-szkodza-mniej-niz-zwykle-papierosy-Wyniki-badan

3 „E-liquidy to coś więcej niż glikol propylenowy i gliceryna. To także nikotyna (jej szkodliwe działanie nie budzi już raczej wątpliwości) oraz dziesiątki, jeśli nie setki rozmaitych substancji aromatyzujących. [...] Przeprowadzone dodatkowo badanie składu tych płynów ujawniło, że zróżnicowanie ich składu jest przeogromne. I im więcej różnych związków zawierał dany e-liquid, tym większa była jego toksyczność. Szczegółowe testy ujawniły, że najbardziej toksyczne są dwa związki chemiczne: aldehyd cynamonowy oraz wanilina. [...] Okazuje się, że wdychanie ich po podgrzaniu ma zdecydowanie szkodliwe działanie".

A. Piotrowska, *Zastanów się, czy warto: o toksyczności e-papierosów*, https://zdrowie.pap.pl/uzaleznienia/toksyczne-e-papierosy

1 Czy e-papierosy są mniej szkodliwe niż zwykłe papierosy? Uzasadnij swoją opinię.

2 Wyjaśnij, dlaczego palenie e-papierosów wzbudza kontrowersje.

Diagnostyka chorób układu oddechowego

Badania diagnostyczne układu oddechowego nie tylko pozwalają ocenić stan poszczególnych narządów tego układu, lecz także pomagają określić jego wydolność.

Do podstawowych badań tego typu zaliczamy: RTG klatki piersiowej, bronchoskopię oraz spirometrię.

RTG klatki piersiowej

Badanie to polega na prześwietleniu klatki piersiowej kontrolowanymi dawkami promieniowania rentgenowskiego. Im mniej promieniowania pochłania dana tkanka, tym ma ciemniejszy kolor na zdjęciu rentgenowskim. Tkanki pochłaniające prawie całe promieniowanie (np. kości) są widoczne jako białe. Tuż przed zrobieniem zdjęcia badany wykonuje maksymalnie głęboki wdech i zatrzymuje powietrze na kilka sekund.

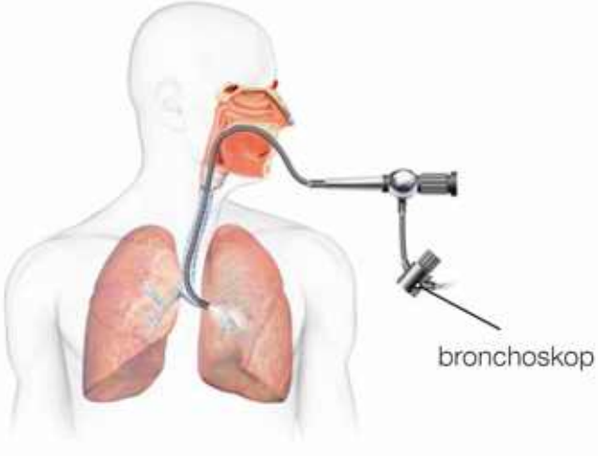
RTG klatki piersiowej stosuje się w profilaktyce chorób płuc oraz diagnostyce takich chorób, jak: nowotwory układu oddechowego, zapalenie płuc i gruźlica płuc.



Zdjęcie rentgenowskie klatki piersiowej.

Bronchoskopia

Bronchoskopia to badanie endoskopowe wykonywane za pomocą bronchoskopu – przewodu wyposażonego w kamerę. Wprowadzenie tego przyrządu do dróg oddechowych pozwala na ich obserwację od wewnątrz, a także na pobranie próbek tkanek i badanie czynności dróg oddechowych. Bronchoskop wykorzystuje się również do usuwania drobnych przedmiotów, które dostały się przez przypadek do dróg oddechowych.



Bronchoskop wprowadza się do dróg oddechowych przez jamę nosową lub jamę ustną.

Spirometria

Spirometria jest nieinwazyjnym badaniem, które pozwala ocenić pojemność płuc. W jego trakcie badana osoba oddycha przez specjalny ustnik podłączony do urządzenia, które sprawdza objętość wdychanego i wydychanego przez nią powietrza. Pozwala to na ocenę czynności i wydajności płuc.

Spirometrię stosuje się m.in. w diagnostyce chorób, które znacząco obniżają sprawność układu oddechowego – astmy oskrzelowej oraz przewlekłej obturacyjnej choroby płuc.



Badanie z użyciem spirometru.

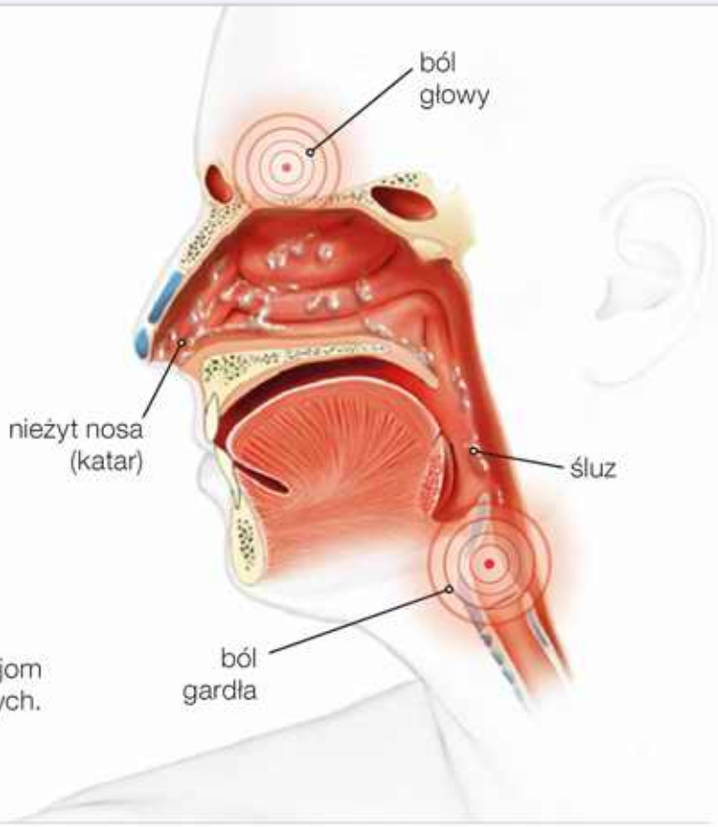
☑ Choroby układu oddechowego

Choroby wirusowe i bakteryjne

Nieżyt nosa (katar)

Nieżyt nosa to zapalenie błony śluzowej nosa. Często jest on traktowany jako objaw innych chorób, np. przeziębienia lub grypy.

- **Przyczyny:** najczęściej zakażenie wirusami, czynniki środowiskowe podrażniające błonę śluzową nosa lub alergeny.
- **Drogi zakażenia:** w przypadku choroby zakaźnej – najczęściej droga kropelkowa.
- **Profilaktyka:** dopasowanie ubioru do pogody, unikanie kontaktu z chorymi, unikanie kontaktu z alergenami.



Objawy towarzyszące infekcjom górnych dróg oddechowych.

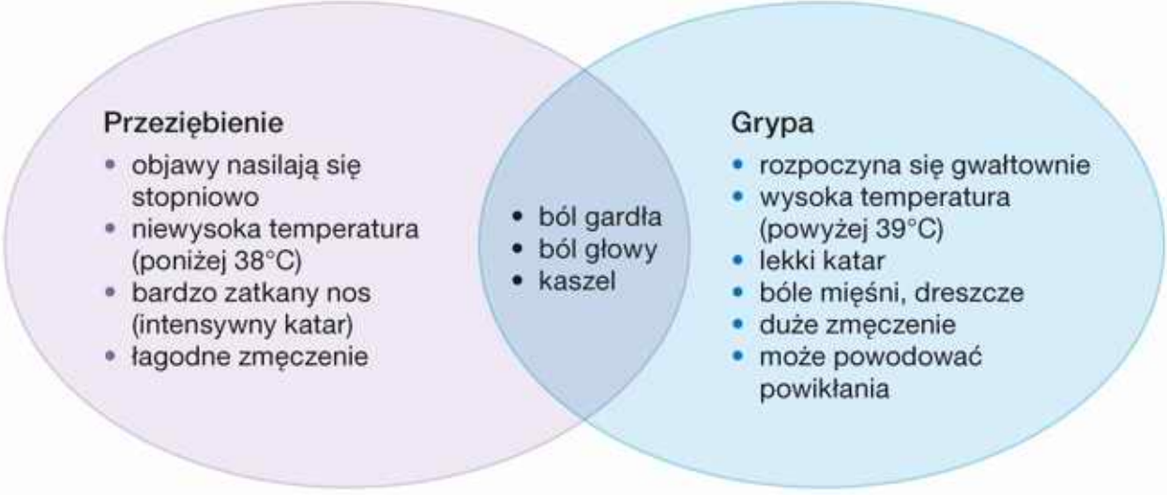
Przeziębienie

- **Przyczyna:** zakażenie różnego rodzaju wirusami, np. rinowirusami.
- **Drogi zakażenia:** głównie droga kropelkowa.
- **Profilaktyka:** stosowanie zasad higieny osobistej, dopasowanie ubioru do pogody, zdrowe odżywianie się (wzmocnienie odporności), unikanie kontaktu z chorymi.

Grypa

- **Przyczyna:** zakażenie różnymi odmianami wirusa grypy, mające niekiedy ostry przebieg. Co kilka lat występują fale zachorowań na grypę – epidemie.
- **Drogi zakażenia:** głównie droga kropelkowa.
- **Profilaktyka:** szczepienia ochronne, unikanie kontaktu z chorymi.

Porównanie objawów przeziębienia z objawami grypy



Angina (zapalenie migdałków podniebiennych)

- **Przyczyny:** zakażenie bakteriami (najczęściej paciorkowcami), rzadziej wirusy lub grzyby.
- **Drogi zakażenia:** głównie droga kropelkowa.
- **Profilaktyka:** unikanie kontaktu z chorymi, leczenie chorych zębów i uszu, odpowiedni ubiór, np. osłonięcie szyi w chłodne dni, unikanie spożywania zimnych potraw i napojów.



Wygląd migdałków w czasie anginy.

Gruźlica płuc

- **Przyczyna:** zakażenie bakteriami (prątkami gruźlicy).
- **Drogi zakażenia:** droga kropelkowa oraz droga pokarmowa, np. przez picie mleka od zakażonej gruźlicą krowy.
- **Profilaktyka:** szczepienia ochronne, unikanie kontaktu z chorymi ludźmi i zwierzętami, dbałość o higienę osobistą.



Rozwój gruźlicy płuc.

Rak płuc

Rak płuc jest najczęściej występującym nowotworem złośliwym oraz najczęstszą przyczyną zgonów z powodu chorób nowotworowych. Występuje on częściej u mężczyzn niż u kobiet. Skuteczność leczenia zależy od tego, w jakim stadium zostanie wykryta choroba, oraz w jakiej kondycji fizycznej znajduje się pacjent.

- **Przyczyna:** zmiany w materiale genetycznym.
- **Główne czynniki ryzyka:**
  - palenie papierosów (w tym bierne palenie),
  - skłonności genetyczne,
  - inne choroby (POChP, gruźlica),
  - zanieczyszczenia powietrza,
  - toksyczne materiały – głównie azbest.
- **Profilaktyka:**
  - niepalenie papierosów i unikanie kontaktu z dymem papierosowym,
  - unikanie miejsc o silnie zanieczyszczonym powietrzu,
  - przeprowadzanie okresowych badań (RTG klatki piersiowej).



Zmiany spowodowane rakiem płuc można zaobserwować na zdjęciu rentgenowskim.

Astma oskrzelowa

Astma oskrzelowa jest przewlekłą zapalną chorobą dróg oddechowych. Polega na obkurczeniu drzewa oskrzelowego i zwiększeniu wydzielania śluzu. Objawy astmy często występują napadowo. Do czynników, które mogą wywołać napad astmy, należą m.in.: obecność alergenów, zanieczyszczone powietrze, silne emocje, dym tytoniowy, wysiłek fizyczny.

Diagnostyka:
- badanie osłuchowe,
- spirometria,
- bronchoskopia,
- RTG klatki piersiowej,
- badanie przeciwciał we krwi,
- testy alergiczne, w celu stwierdzenia przyczyn astmy.

- **Przyczyny:** czynniki genetyczne oraz czynniki środowiskowe, np. zanieczyszczenia środowiska, dym tytoniowy.

Porównanie dróg oddechowych osób zdrowych i osób z astmą



Prawidłowe oskrzela. Astma. Napad astmy.

1. U osób zdrowych światło oskrzeli jest duże, dlatego powietrze może przepływać swobodnie.
2. U osoby chorej na astmę ściany oskrzeli są pogrubione, występuje stan zapalny – przepływ powietrza jest utrudniony.
3. W czasie ataku mięśnie oskrzeli kurczą się, a błona śluzowa wydziela zbyt dużo śluzu, co prowadzi do jeszcze większego zwężenia światła oskrzeli.

- **Profilaktyka:** unikanie czynników alergicznych, niepalenie papierosów, unikanie silnie zanieczyszczonego powietrza, regularne leczenie stanów alergicznych, niekiedy odczulanie.
- **Objawy:**



obniżona wydolność wysiłkowa | duszność | kaszel | świsty

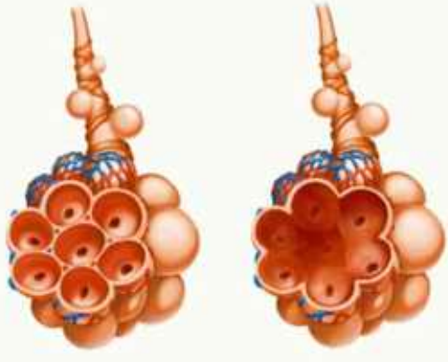
Przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP)

Choroba ta chrakteryzuje się niecałkowicie odwracalnym, postępującym ograniczeniem przepływu powietrza przez drogi oddechowe. Jest to jedna z głównych przyczyn zgonów.

- **Przyczyny:** nadmierna reakcja zapalna w oskrzelach i płucach spowodowana najczęściej paleniem papierosów. Ponadto: zanieczyszczenie powietrza, nawracające infekcje dróg oddechowych, uwarunkowania genetyczne.
- **Profilaktyka:** niepalenie papierosów, unikanie silnie zanieczyszczonego powietrza.
- **Objawy:**



obniżona wydolność wysiłkowa | duszność | kaszel | przewlekła produkcja plwociny



Pęcherzyki płucne osoby zdrowej. Pęcherzyki płucne osoby chorej.

Diagnostyka:
- spirometria,
- bronchoskopia,
- RTG klatki piersiowej,
- tomografia komputerowa.

Obserwacja

Pomiar objętości płuc – „domowy" spirometr

Pojemność swoich płuc możesz zmierzyć za pomocą prostego spirometru.



Przebieg obserwacji:

Przygotuj pięciolitrową, przezroczystą, plastikową butlę, marker, zbiornik z wodą i giętką rurkę.

1. Narysuj na butli markerem podziałkę, np. co 20 ml. Możesz to zrobić przez zaznaczanie poziomu wody wlewanej w odmierzonych porcjach.
2. Napełnij butlę wodą do pełna, następnie zakryj otwór dłonią, odwróć do góry dnem i delikatnie wstaw ją do zbiornika z wodą.
3. Włóż rurkę do odwróconej butli tak, aby woda mogła swobodnie wypływać na zewnątrz pomiędzy szyjką a rurką.
4. Nabierz dużo powietrza i postaraj się je całe wdmuchnąć przez rurkę do butli. Wdmuchiwane do butli powietrze spowoduje uwolnienie z niej wody. Objętość powietrza w butli można ocenić dzięki podziałce.

W skrócie

- **Zanieczyszczenia powietrza** to wszystkie zawieszone w nim związki gazowe i pyłowe, które mogą negatywnie wpływać na zdrowie człowieka.
- **Smog kwaśny** powstaje wtedy, kiedy zanieczyszczenia powietrza wymieszają się z cząsteczkami pary wodnej tworzącej mgłę.
- Największymi **źródłami zanieczyszczeń powietrza** są domowe piece grzewcze, środki transportu oraz zakłady przemysłowe.
- Do chorób układu oddechowego należą m.in.: infekcje wirusowe i bakteryjne, astma oskrzelowa, przewlekła obturacyjna choroba płuc oraz nowotwory.
- Do najczęstszych metod diagnostycznych chorób układu oddechowego należą: RTG klatki piersiowej, spirometria i bronchoskopia.

Polecenia kontrolne

1. Korzystając z dostępnych źródeł informacji, wyjaśnij, w jaki sposób wybrane zanieczyszczenia powietrza wywierają negatywny wpływ na zdrowie człowieka.
2. Podaj trzy przykłady działań profilaktycznych, które przyczynią się do zmniejszenia ryzyka zachorowania na choroby układu oddechowego.
3. Wyjaśnij, na czym polegają spirometria i bronchoskopia. Podaj po dwa przykłady zastosowania tych badań.

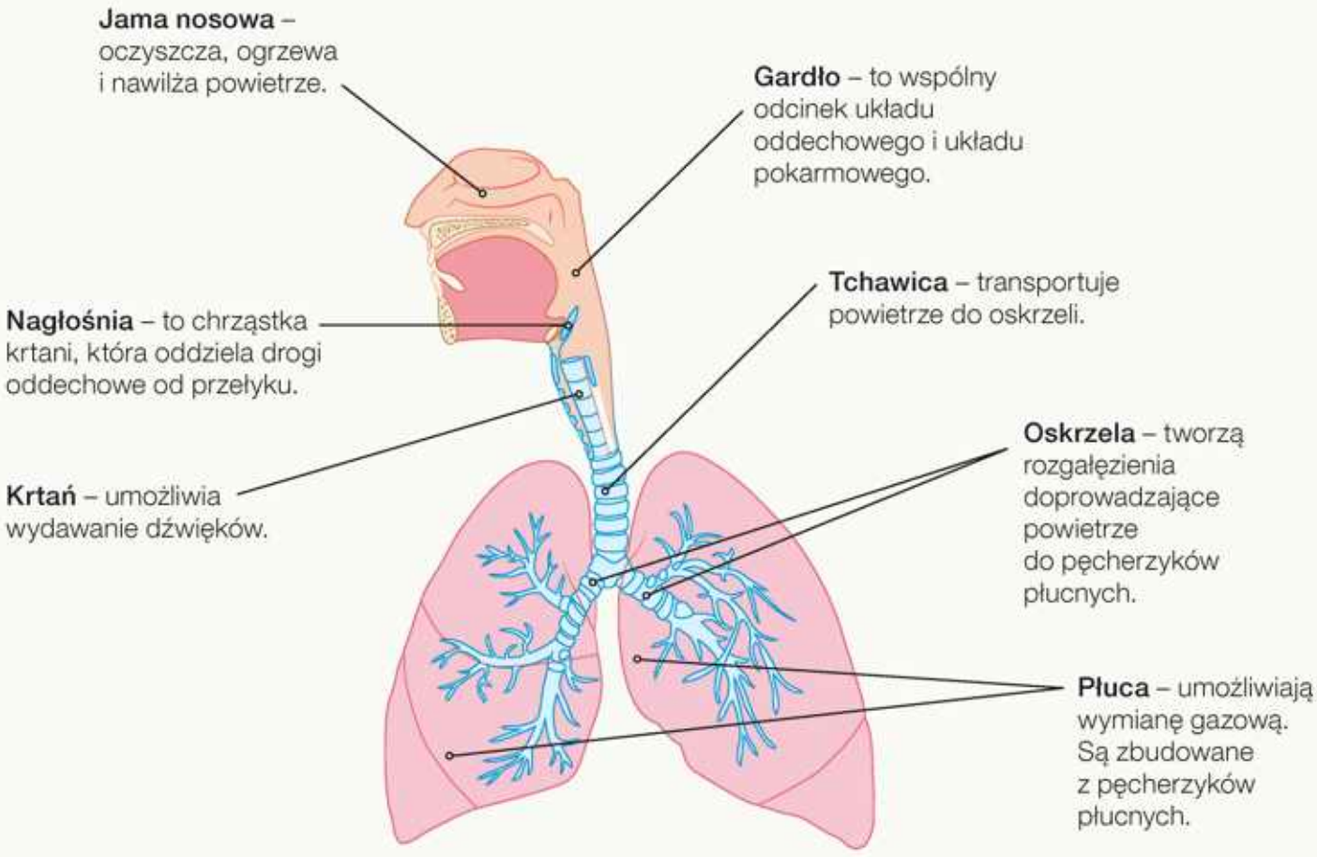
Podsumowanie

1 Układ oddechowy umożliwia **wymianę gazową** między wnętrzem organizmu a powietrzem atmosferycznym. Celem wymiany gazowej jest dostarczenie komórkom tlenu oraz usunięcie z nich dwutlenku węgla. Wymiana gazowa następuje dzięki **wentylacji płuc**.

2 Budowa układu oddechowego

Układ oddechowy

drogi oddechowe	płuca
• odpowiadają za doprowadzanie powietrza do płuc	• odpowiadają za przeprowadzanie wymiany gazowej między pęcherzykami płucnymi a krwią



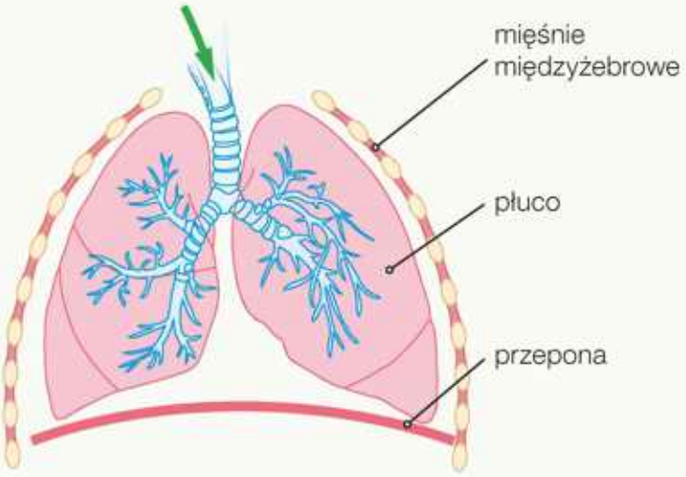
3 Skład powietrza wdychanego i wydychanego

Powietrze	
wdychane	**wydychane**
• tlen – 21% • dwutlenek węgla – 0,03% • azot – 78% • inne – 0,97% (w tym para wodna 0,04%)	• tlen – 16% • dwutlenek węgla – 4,5% • azot – 78% • inne – 1,5% (w tym para wodna 0,57%)

4 Mechanizm wentylacji płuc

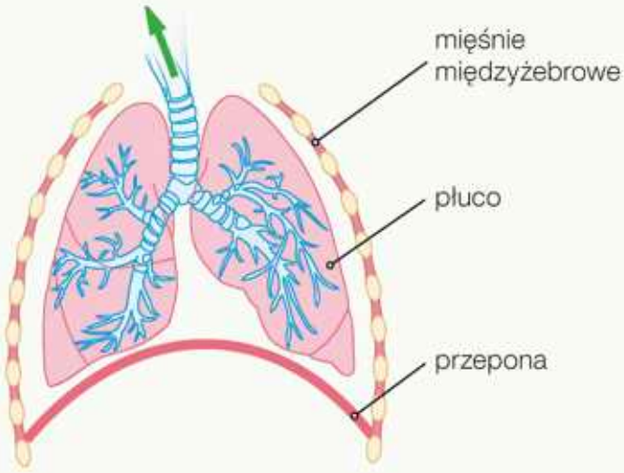
Wentylacja płuc – wymiana powietrza w płucach, zachodząca dzięki rytmicznym wdechom i wydechom.

Wdech



- Mięśnie międzyżebrowe kurczą się.
- Przepona kurczy się i obniża.
- Objętość klatki piersiowej zwiększa się, co zmniejsza ciśnienie w pęcherzykach płucnych.

Wydech



- Mięśnie międzyżebrowe rozkurczają się.
- Przepona rozkurcza się i podnosi.
- Objętość klatki piersiowej zmniejsza się, co zwiększa ciśnienie w pęcherzykach płucnych.

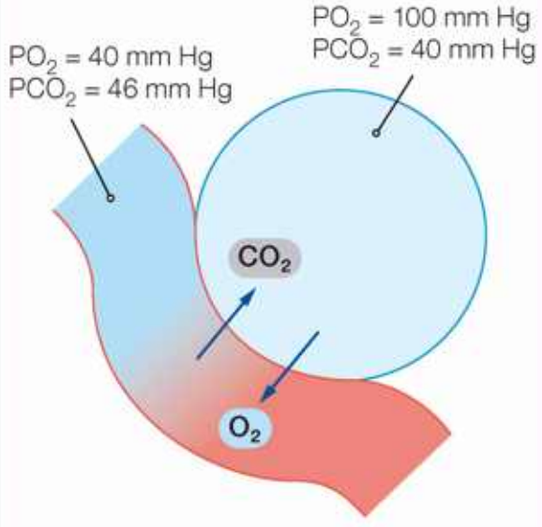
5 Wymiana gazowa

Wymiana gazowa

Dyfuzja tlenu i dwutlenku węgla między wnętrzem organizmu a środowiskiem zewnętrznym.

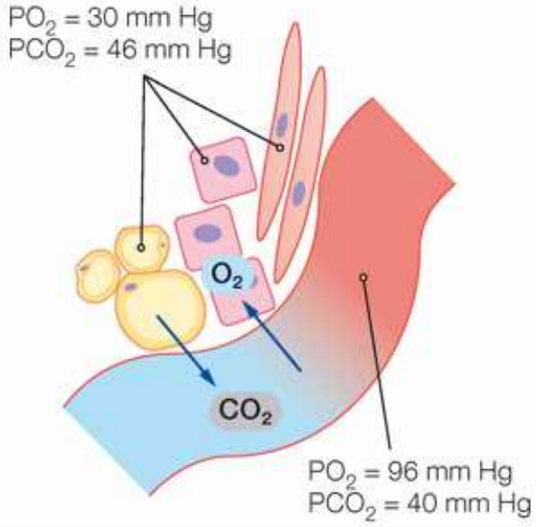
zewnętrzna

Zachodzi **w płucach** między krwią a pęcherzykami płucnymi.



wewnętrzna

Zachodzi **w tkankach** między komórkami tworzącymi tkanki a krwią.



6 Transport gazów oddechowych we krwi

Tlen i dwutlenek węgla są transportowane przez **krwinki czerwone** i **osocze**.

Transport tlenu	Transport dwutlenku węgla
Tlen rozpuszcza się w osoczu i dyfunduje do wnętrza krwinek czerwonych. Tam, łącząc się z hemoglobiną, tworzy **oksyhemoglobinę**.	Dwutlenek węgla rozpuszcza się w osoczu i wnika do krwinek czerwonych. Tam jest przekształcany w H^+ i **jony wodorowęglanowe (HCO_3^-)**. Jony wodorowęglanowe częściowo przenikają do osocza i stanowią główną postać transportową dwutlenku węgla.

7 Czynniki wpływające na wiązanie i oddawanie tlenu przez hemoglobinę

Czynnik	Wysoka wartość	Niska wartość
Wartość pH	Ułatwia wiązanie hemoglobiny z tlenem.	Przyspiesza uwalnianie tlenu przez oksyhemoglobinę.
Temperatura	Ułatwia oddawanie związanego tlenu.	Sprzyja wiązaniu się tlenu z hemoglobiną.

8 Wpływ czynników zewnętrznych na zdrowie człowieka

Czynniki zewnętrzne	Wpływ na zdrowie człowieka
Dym tytoniowy	Powodują: • zmiany nowotworowe, • zmiany w układzie oddechowym i układzie krążenia, • uszkodzenia narządów (np. wątroby), • niedotlenienie mózgu i obniżenie sprawności intelektualnej, • obniżenie odporności organizmu.
Smog kwaśny	
Pyłowe zanieczyszczenia powietrza	
Czad	Powoduje zatrucie. Objawy to: mdłości, ból i zawroty głowy. Poważniejsze zatrucia prowadzą do utraty przytomności, a nawet do śmierci.

9 Badania diagnostyczne w profilaktyce chorób układu oddechowego to:

- RTG klatki piersiowej,
- spirometria,
- bronchoskopia.

10 Przykłady chorób układu oddechowego

Choroba	Przyczyny	Objawy
Astma oskrzelowa	Czynniki genetyczne i środowiskowe, np. alergeny	Świszczący oddech, obniżona wydolność wysiłkowa, kaszel, duszność.
POChP (przewlekła obturacyjna choroba płuc)	Najczęściej palenie papierosów, czynniki zewnętrzne (pyły, zanieczyszczenia).	Przewlekła produkcja plwociny, obniżona wydolność wysiłkowa, kaszel, duszność.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Uporządkuj podane elementy układu oddechowego tak, aby przedstawić drogę wdychanego powietrza. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

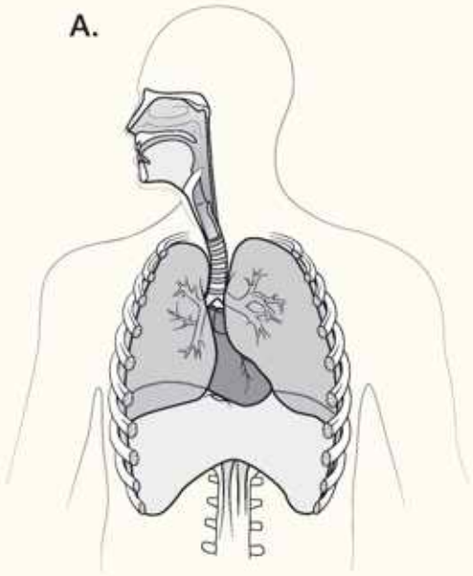
A. Pęcherzyki płucne.
B. Tchawica.
C. Jama nosowa.
D. Krtań.
E. Oskrzela.
F. Gardło.

2 **Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)

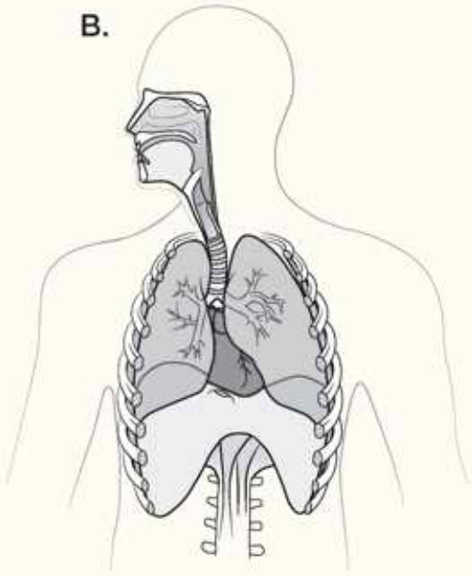
1.	Wymiana gazowa umożliwia wydalanie dwutlenku węgla z wydychanym powietrzem.	P	F
2.	Produktami oddychania tlenowego są ATP, woda i tlen.	P	F
3.	Tlen i dwutlenek węgla są transportowane we krwi tylko w erytrocytach.	P	F

3 Na ilustracjach przedstawiono dwie fazy wentylacji płuc. (2 p.)

A.



B.

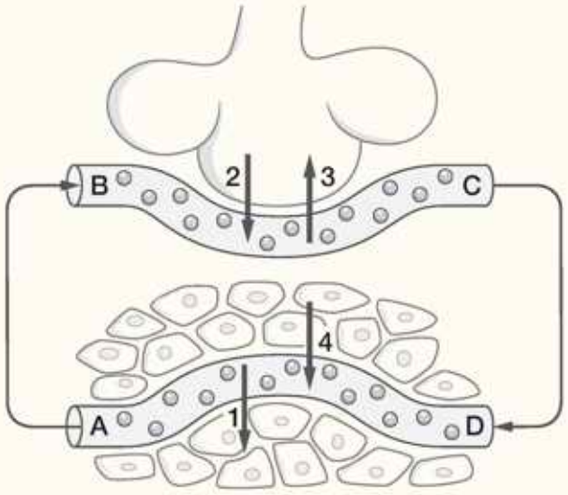


a) **Podaj, która ilustracja (A czy B) przedstawia fazę wydechu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

b) **Określ, które z wymienionych czynności dotyczą wdechu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

A. Skurcz mięśni międzyżebrowych.
B. Rozkurcz przepony.
C. Zwiększenie objętości klatki piersiowej.
D. Skurcz przepony.
E. Zmniejszenie objętości klatki piersiowej.
F. Rozkurcz mięśni międzyżebrowych.

4 Na schemacie przedstawiono wymianę gazową zachodzącą w pęcherzykach płucnych oraz w tkankach. (2 p.)



a) **Określ, które ze strzałek (1–4) wskazują na dyfuzję tlenu, a które – na dyfuzję dwutlenku węgla. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

b) **Podaj, którymi literami (A–D) oznaczono miejsca o największym stężeniu tlenu, a którymi – o największym stężeniu dwutlenku węgla. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

5 **Określ, które z podanych niżej czynników sprzyjają wiązaniu tlenu przez hemoglobinę. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (2 p.)

A. Wzrost temperatury ciała.
B. Wyższa kwasowość krwi.
C. Mniejsza kwasowość krwi.
D. Spadek temperatury ciała.

6 **Wybierz spośród podanych informacji (A–F) dwie informacje fałszywe. Uzasadnij swój wybór. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (2 p.)

A. Palenie papierosów i zanieczyszczenia powietrza mogą powodować wiele rodzajów nowotworów.
B. Wszystkie zanieczyszczenia pyłowe osadzają się na wewnętrznej powierzchni pęcherzyków płucnych i nie przedostają się do krwi.
C. Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza może prowadzić do obniżenia odporności organizmu.
D. Smog kwaśny to połączenie cząsteczek zanieczyszczeń powietrza z cząsteczkami mgły.
E. Tlenek węgla przyspiesza łączenie się hemoglobiny z tlenem.
F. Jednym z najbardziej szkodliwych składników dymu papierosowego i zanieczyszczonego powietrza jest benzopiren.

7 **Pewien pacjent zgłosił się do lekarza, ponieważ w jego drogach oddechowych utknął mały obiekt. Określ, jakiego przyrządu może użyć lekarz, żeby go usunąć. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

A. Aparatu rentgenowskiego. B. Spirometru. C. Bronchoskopu.



6. Układ krążenia

To było w szkole podstawowej!

- ☑ 

- ☑ **Obiegi krwi u człowieka:** krwiobieg mały, krwiobieg duży.
- ☑ **Składniki krwi:** elementy morfotyczne krwi (erytrocyty, leukocyty, płytki krwi) oraz osocze.

6.1. Skład i funkcje krwi

Zwróć uwagę na:
- składniki i funkcje krwi,
- proces krzepnięcia krwi.

Krew transportuje substancje i reguluje parametry fizjologiczne naszego organizmu. Dzięki temu wpływa na działanie wszystkich narządów oraz utrzymywanie przez organizm homeostazy.

Funkcje i główne składniki krwi

Krew jest tkanką płynną, ponieważ w znacznej mierze tworzy ją woda. Jako typowa tkanka łączna krew składa się ze **składników komórkowych** (elementów morfotycznych), zawieszonych w dużej ilości substancji międzykomórkowej, którą stanowi **osocze**.

Do podstawowych funkcji krwi zaliczamy:
- **funkcję transportową** – krew transportuje m.in. tlen, dwutlenek węgla, substancje pokarmowe, produkty przemiany materii i hormony,
- **funkcję regulacyjną** – krew utrzymuje odpowiedni poziom uwodnienia organizmu, optymalne pH i stałą temperaturę ciała,
- **funkcję obronną** – leukocyty będące składnikami krwi odpowiadają za reakcje obronne organizmu, np. niszczą drobnoustroje chorobotwórcze.

Jakie są proporcje poszczególnych składników krwi?

Jeżeli probówkę z krwią umieścimy w wirówce, krew rozdzieli się na kilka warstw. Najwyżej znajdzie się osocze, które stanowi ok. 55% objętości krwi. Środkową, cienką warstwę będą stanowić leukocyty i płytki krwi. Najniżej znajdą się erytrocyty, które stanowią ok. 45% objętości krwi. Są one najgęstsze i dlatego opadają na dno.

Osocze – to środowisko, w którym są zawieszone składniki morfotyczne krwi. Transportuje większość substancji przenoszonych przez krew.

Składniki komórkowe (elementy morfotyczne):



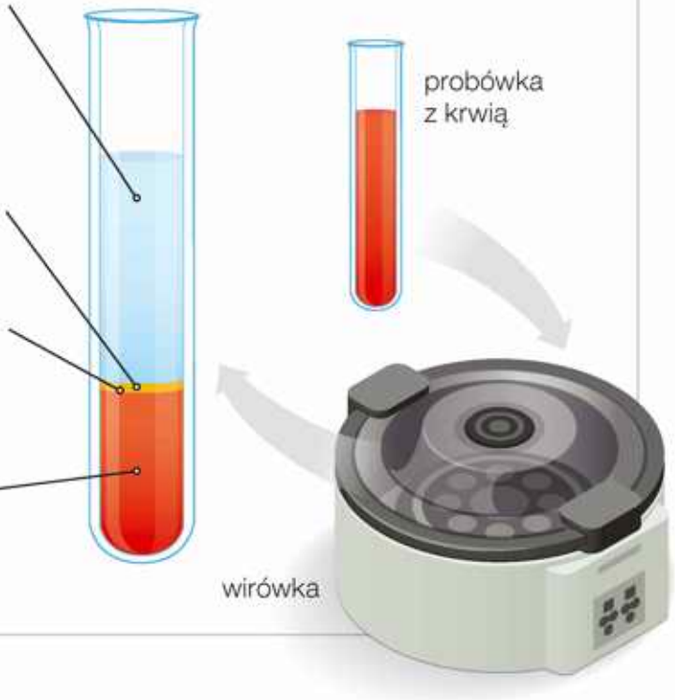
Płytki krwi (trombocyty) – biorą udział w procesie krzepnięcia krwi.



Leukocyty (krwinki białe) – pełnią funkcje obronne, m.in. chronią organizm przed drobnoustrojami chorobotwórczymi.



Erytrocyty (krwinki czerwone) – transportują gazy oddechowe, głównie tlen, częściowo dwutlenek węgla.



Charakterystyka składników krwi

Wiesz już, z jakich głównych składników składa się krew. Dzięki poniższej ilustracji poznasz ich rodzaje, budowę, właściwości oraz przystosowania do pełnionych funkcji.



PŁYTKI KRWI
Są to fragmenty cytoplazmy komórek szpiku. Nie mają jądra komórkowego. Są niezbędne do prawidłowego krzepnięcia krwi i utrzymania ciągłości naczyń krwionośnych.

OSOCZE
Składa się głównie z wody (ok. 90%), białek (6–8%, m.in. albumin, przeciwciał, fibrynogenu), a także jonów soli mineralnych. Woda, jony soli mineralnych i albuminy zapewniają organizmowi odpowiednie uwodnienie i optymalne pH. Przeciwciała pełnią funkcję odpornościową, a fibrynogen bierze udział w krzepnięciu krwi.

ERYTROCYTY
Erytrocyty nie mają jądra komórkowego i mitochondriów, są wypełnione hemoglobiną. Mają kształt dwuwklęsłych dysków, co zwiększa ich powierzchnię i ułatwia łączenie się hemoglobiny z tlenem.

LEUKOCYTY
Mają jądro komórkowe.

Agranulocyty
(leukocyty bez ziarnistości)

Granulocyty
(leukocyty z ziarnistościami)
Niszczą drobnoustroje chorobotwórcze w wyniku fagocytozy oraz uwalniania substancji bakteriobójczych. Biorą też udział w reakcjach alergicznych i zapalnych.

Limfocyty – nie mają właściwości żernych, uczestniczą w procesach odpornościowych organizmu i niszczą komórki nowotworowe. Wyróżniamy limfocyty T i limfocyty B.

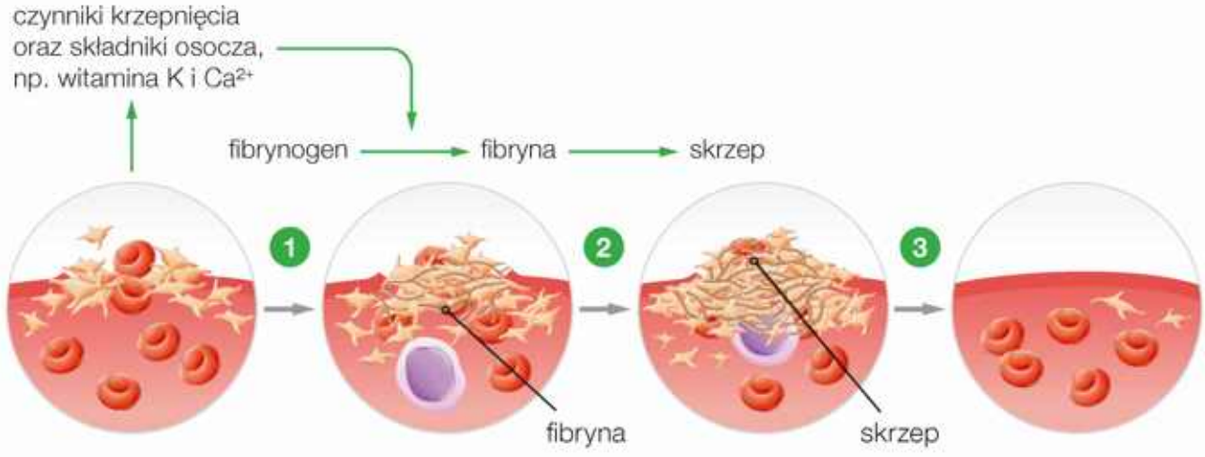
Monocyty – mogą się przemieszczać pomiędzy tkankami. Przekształcają się w makrofagi, które mają właściwości żerne – niszczą w wyniku fagocytozy bakterie, wirusy, a także uszkodzone komórki.

Na czym polega krzepnięcie krwi?

Krzepnięcie krwi to zespół reakcji prowadzących do powstania skrzepu, który zamyka uszkodzone naczynie krwionośne. W jaki sposób ono przebiega?

Gdy naczynie krwionośne zostanie przerwane, zaczyna się obkurczać i uwalniać tzw. **czynniki krzepnięcia**. Do uszkodzonego miejsca zaczynają przylegać płytki krwi. Są one lepkie i uwalniają do osocza kolejne czynniki krzepnięcia. W wyniku działania czynników krzepnięcia i niektórych składników osocza, np. jonów Ca^{2+} i witaminy K, rozpuszczony w osoczu **fibrynogen** przekształca się w długie nici nierozpuszczalnej w wodzie **fibryny**. Fibryna wiąże komórki krwi oraz przylegające do nich płytki krwi – w ten sposób powstaje **skrzep**. Następnie naczynie zaczyna się goić, a skrzep się rozpuszcza.

Schemat krzepnięcia krwi



1. Uszkodzone naczynie krwionośne obkurcza się, a w miejscu uszkodzenia gromadzą się i zlepiają płytki krwi. Zarówno naczynie, jak i płytki krwi wydzielają czynniki krzepnięcia. Pod wpływem czynników krzepnięcia fibrynogen przekształca się w fibrynę.
2. Fibryna wiąże płytki i komórki krwi – powstaje skrzep.
3. Naczynie zasklepia się, a skrzep się rozpuszcza.

W skrócie

- **Krew** jest tkanką łączną płynną. Składa się z **osocza** (zawierającego głównie wodę, białka i jony) oraz **elementów morfotycznych**, do których należą: **erytrocyty** (krwinki czerwone) transportujące gazy oddechowe, **płytki krwi** niezbędne w procesie krzepnięcia krwi, **leukocyty** (krwinki białe) biorące udział w reakcjach obronnych organizmu.
- **Krzepnięcie krwi** to zespół reakcji prowadzących do powstania **skrzepu**, który zamyka uszkodzone naczynie krwionośne.

Polecenia kontrolne

1. Porównaj w tabeli charakterystyczne cechy i funkcje poszczególnych składników krwi.
2. Przedstaw wybraną funkcję krwi. Uwzględnij elementy krwi, które za nią odpowiadają.
3. Określ, jaką rolę w procesie krzepnięcia krwi odgrywa fibryna.

6.2. Budowa i funkcje układu krwionośnego

Zwróć uwagę na:

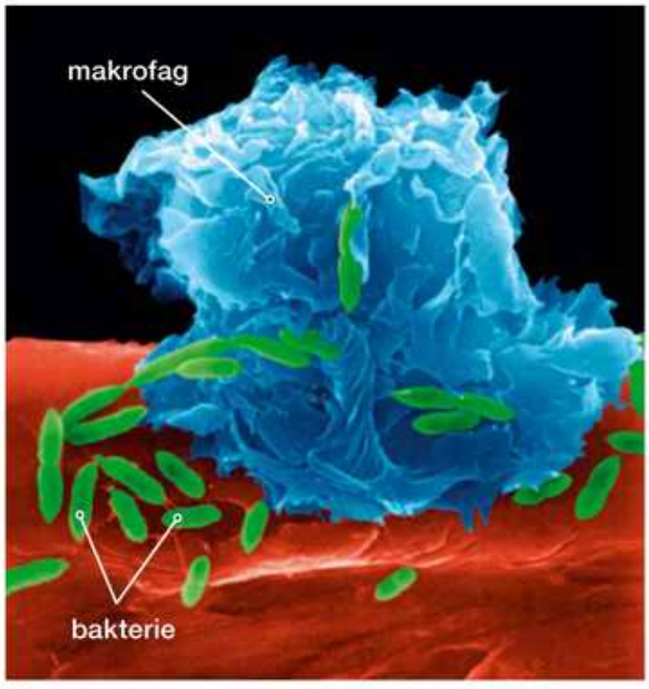
- funkcje układu krwionośnego,
- budowę i funkcje elementów tworzących układ krwionośny,
- cykl pracy serca,
- krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym.

Układ krwionośny możemy porównać do skomplikowanego systemu rur i rurek, w których pompowany jest płyn. W naszym organizmie rurki to naczynia krwionośne, pompa napędowa to serce, a płyn – krew. Dzięki takiej budowie układu krwionośnego substancje transportowane przez krew mogą być rozprowadzane po całym organizmie, który może je maksymalnie wykorzystać. Ponadto budowa ta sprawia, że układ krwionośny spaja działanie wszystkich narządów naszego ciała i umożliwia organizmowi zachowanie homeostazy.

Funkcje układu krwionośnego

Do najważniejszych zadań układu krwionośnego należą:

- **dostarczanie tlenu** z płuc i **substancji pokarmowych** z układu pokarmowego do wszystkich komórek naszego ciała,
- **transportowanie produktów metabolizmu** (np. dwutlenku węgla i mocznika) z komórek do odpowiednich narządów, które je wydalają (np. płuc, nerek),
- **rozprowadzanie hormonów** z gruczołów dokrewnych do komórek docelowych,
- **stabilizacja parametrów fizjologicznych**, takich jak: odpowiednie pH, poziom uwodnienia organizmu, temperatura,
- **zwalczanie infekcji** przez transportowanie do miejsc infekcji komórek odpowiedzialnych za procesy odpornościowe, np. leukocytów,
- **utrzymywanie ciągłości naczyń krwionośnych**, co chroni przed utratą krwi.



Funkcję obronną krew pełni m.in. dzięki krwinkom białym. Na zdjęciu – makrofag atakujący bakterie.

Elementy układu krwionośnego

Główne elementy tworzące układ krwionośny to:

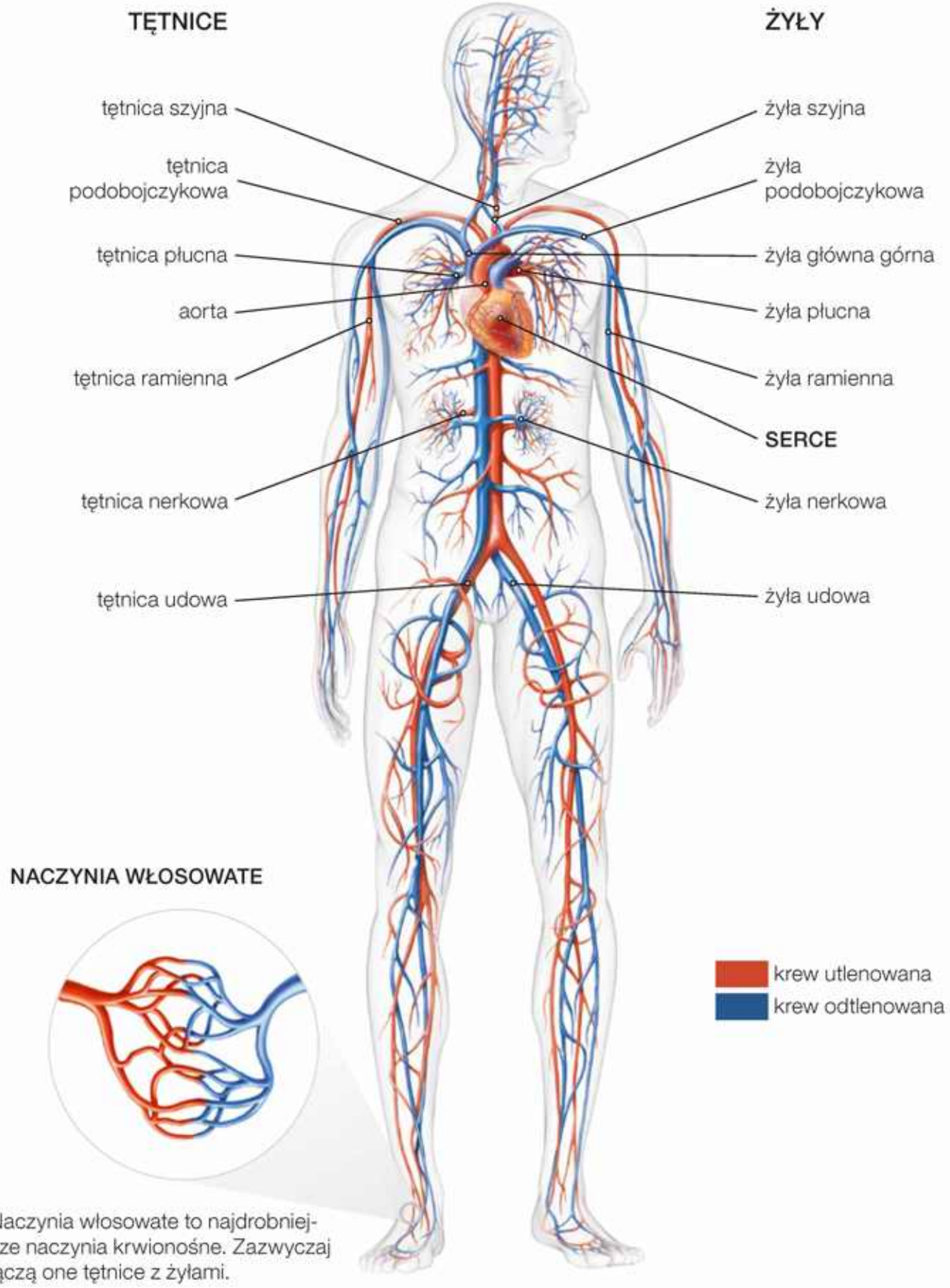
- czterojamowe **serce** – zbudowane z dwóch przedsionków i dwóch komór,
- zamknięty układ **naczyń krwionośnych**, w których krąży **krew**.

Naczynia krwionośne w zależności od ich funkcji dzielimy na:

- **tętnice**, które transportują krew z serca do tkanek,
- **żyły**, które transportują krew z tkanek do serca,
- **naczynia włosowate**, które umożliwiają wymianę substancji pomiędzy krwią a tkankami.

Budowa układu krwionośnego

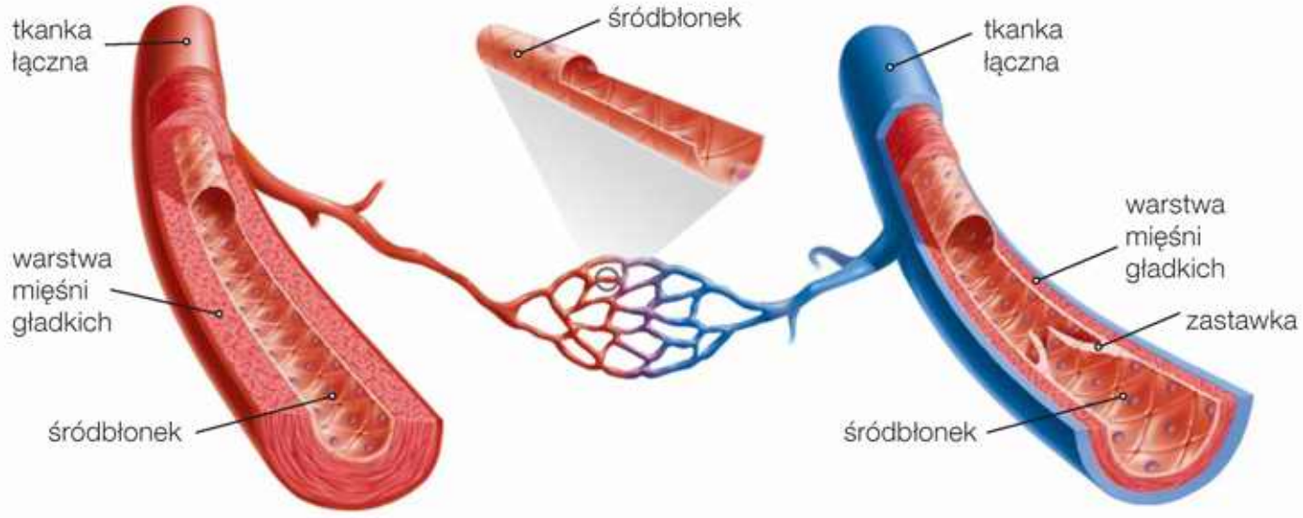
Jak już wiesz, nasz układ krwionośny składa się z zamkniętej sieci naczyń krwionośnych, serca i krwi. Serce tłoczy krew, która dostarcza tlen do komórek naszego ciała. Na ilustracji kolorem czerwonym zaznaczyliśmy krew utlenowaną, a kolorem niebieskim – krew odtlenowaną.



Naczynia włosowate to najdrobniejsze naczynia krwionośne. Zazwyczaj łączą one tętnice z żyłami.

Budowa naczyń krwionośnych

Poszczególne rodzaje naczyń krwionośnych pełnią różne funkcje, dlatego różnią się budową. **Żyły i tętnice** mają ściany zbudowane z trzech warstw. Zewnętrzną warstwę tych naczyń tworzy ochraniająca je tkanka łączna. Warstwa środkowa jest zbudowana z mięśni gładkich, których skurcze powodują zmianę średnicy naczyń, co pozwala regulować przepływ krwi. Wewnętrzną warstwę ścian wyściela nabłonek nazywany śródbłonkiem. Nitkowate, rozgałęziające się **naczynia włosowate** są zbudowane tylko z jednej warstwy – śródbłonka.



Tętnice transportują krew z serca w kierunku tkanek. Ciśnienie płynącej w nich krwi jest wysokie, dlatego mają elastyczne ściany i grubą warstwę mięśni gładkich, dzięki którym naczynia mogą się kurczyć i zmniejszać swój przekrój. Przekrój tych naczyń jest okrągły.

Naczynia włosowate zapewniają wymianę substancji pomiędzy krwią a tkankami, w których naczynia te są zlokalizowane. Są zbudowane tylko z cienkiej warstwy nabłonka, co ułatwia wymianę gazową. Bardzo mały przekrój naczyń obniża tempo przepływu krwi oraz jej ciśnienie.

Żyły transportują krew powracającą z tkanek do serca. Ma ona znacznie niższe ciśnienie, dlatego ich ściany są wiotkie i mają cienką warstwę mięśni. Wewnątrz żył znajdują się **zastawki**, które uniemożliwiają cofanie się krwi. Przekrój żył jest owalny.

Sieci naczyń włosowatych

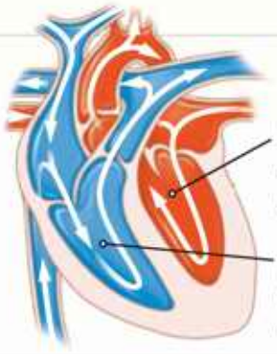
W zależności od połączenia z innymi rodzajami naczyń krwionośnych naczynia włosowate mogą tworzyć trzy typy sieci.



1. **Typowa sieć naczyń włosowatych** to najczęstsze połączenie. Naczynia włosowate występują w niej pomiędzy tętnicami a żyłami.
2. **Sieć dziwna** występuje w nerkach. Naczyniami odprowadzającymi i doprowadzającymi krew są tętnice.
3. **Układ wrotny** tworzą sieci naczyń włosowatych połączonych większym naczyniem. Przykładem jest żyła wrotna łącząca naczynia włosowate jelit z naczyniami włosowatymi wątroby.

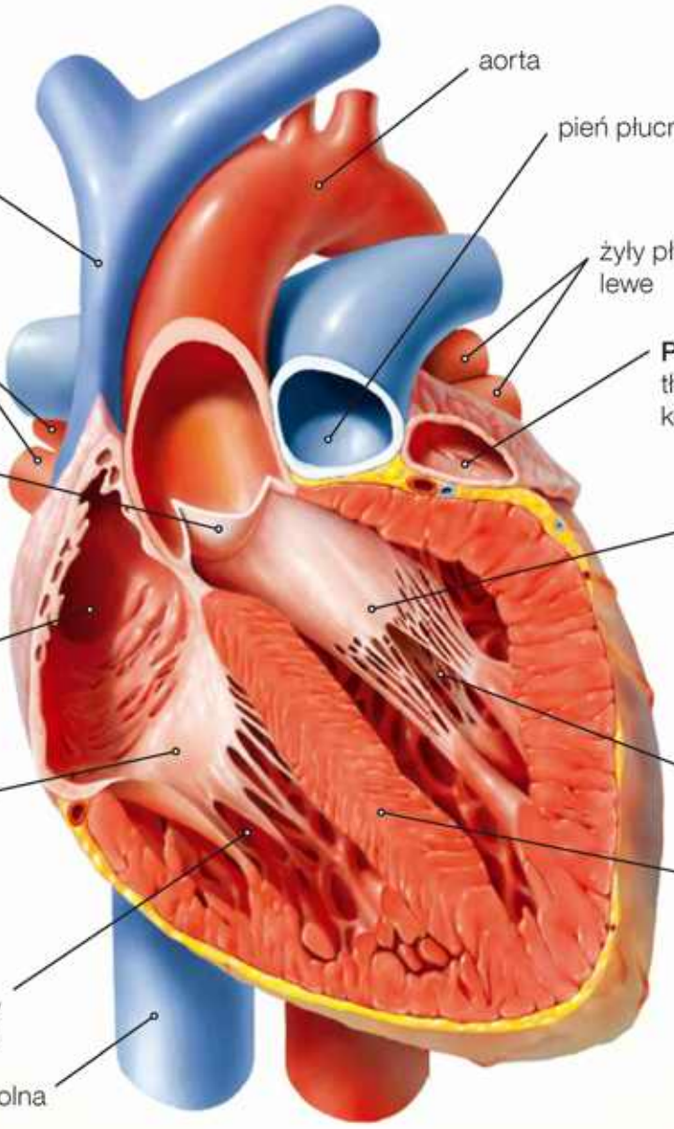
Budowa i praca serca

Serce jest zlokalizowane w klatce piersiowej, pomiędzy płucami. Zwykle ma wielkość zaciśniętej pięści. Serce składa się z dwóch przedsionków i dwóch komór rozdzielonych przegrodą międzykomorową na część prawą i lewą. Ściany serca są zbudowne głównie z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej serca. Z zewnątrz serce jest pokryte łącznotkankowym workiem, tzw. osierdziem.



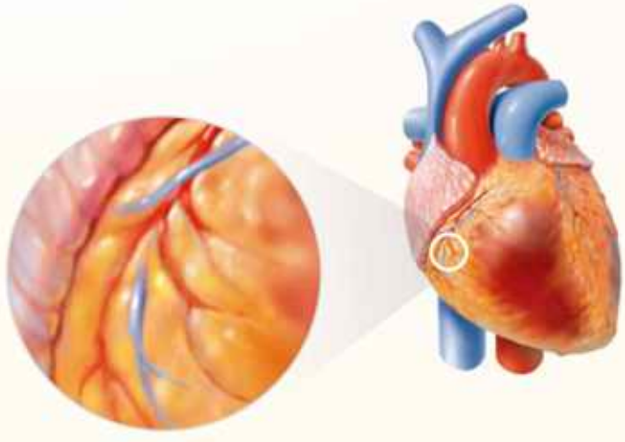
Lewa strona serca zawiera krew **utlenowaną**.

Prawa strona serca zawiera krew **odtlenowaną**.



Naczynia wieńcowe

Naczynia wieńcowe to sieć naczyń krwionośnych, które oplatają serce. Ich zadaniem jest dostarczanie do serca krwi bogatej w substancje pokarmowe i tlen, niezbędne do uzyskiwania energii, a także usuwanie produktów metabolizmu.



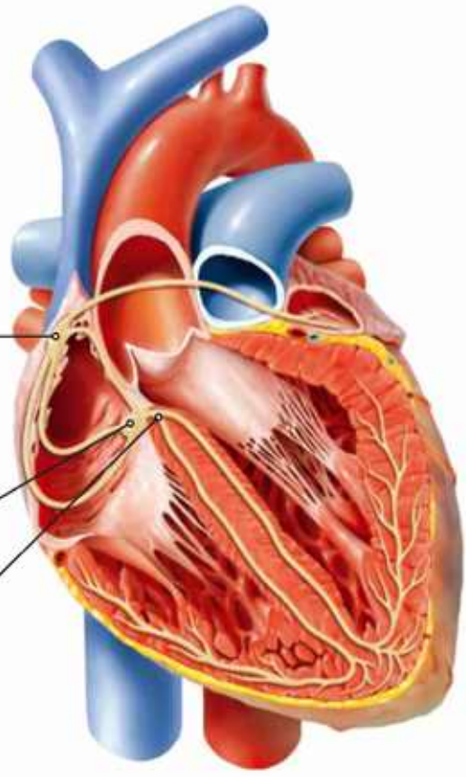
Na czym polega automatyzm serca?

Serce wyjęte z organizmu i odpowiednio przechowywane może wykonywać rytmiczne skurcze jeszcze przez wiele godzin. Dzieje się tak, ponieważ serce samo wytwarza impulsy elektryczne potrzebne mu do pracy. Właściwość tę nazywamy **automatyzmem serca**. Odpowiada za nią tzw. układ bodźcowo-przewodzący serca. Składa się on ze zmodyfikowanych włókien mięśniowych, które mogą wytwarzać impulsy elektryczne. Włókna te znajdują się w dwóch węzłach: zatokowo-przedsionkowym i przedsionkowo-komorowym oraz w pęczku przewodzącym bodźce z przedsionków do komór, tzw. pęczku Hisa.

Węzeł zatokowo-przedsionkowy jest nazywany naturalnym rozrusznikiem serca. Inicjuje on pracę serca przez pobudzanie do skurczu komórek mięśniowych przedsionków serca. Następnie pobudzenie jest przekazywane do węzła przedsionkowo-komorowego.

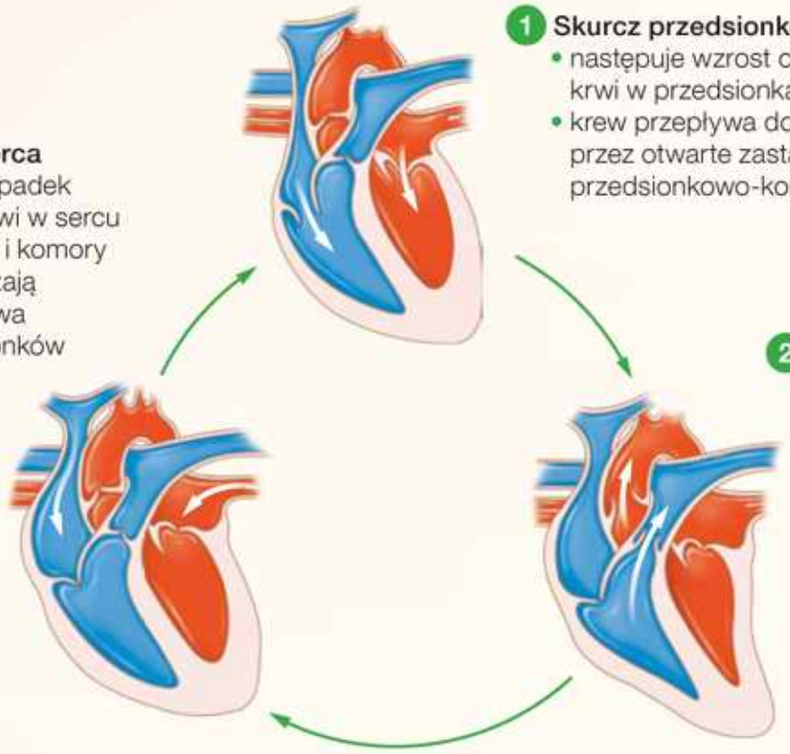
Węzeł przedsionkowo-komorowy przekazuje pobudzenie do pęczka Hisa.

Pęczek Hisa rozdziela się na dwie odnogi, które przenoszą pobudzenie do komór serca, które się kurczą.



Cykl pracy serca

Na pracę serca składa się powtarzająca się seria skurczów i rozkurczów przedsionków oraz komór. Jeden cykl trwa ok. 0,8 s.



1 Skurcz przedsionków
- następuje wzrost ciśnienia krwi w przedsionkach
- krew przepływa do komór przez otwarte zastawki przedsionkowo-komorowe

2 Skurcz komór
- następuje wzrost ciśnienia krwi w komorach
- zamykają się zastawki przedsionkowo-komorowe
- krew przepływa z komór do aorty i pnia płucnego

3 Rozkurcz serca
- następuje spadek ciśnienia krwi w sercu
- przedsionki i komory się rozkurczają
- krew napływa do przedsionków

Obiegi krwi

Sieci naczyń krwionośnych tworzą dwie zamknięte pętle – **krwiobiegi**. Są to: płucny obieg krwi i ustrojowy obieg krwi.

Płucny obieg krwi (mały obieg)

Płucny obieg krwi rozpoczyna się w **prawej komorze serca**. Stąd krew płynie do płuc, a z nich do lewego przedsionka serca. Zadaniem tego krwiobiegu jest umożliwienie wymiany gazowej między krwią a pęcherzykami płucnymi. Dzięki temu krew zostaje utleniowana i jednocześnie zostaje z niej usunięty nadmiar dwutlenku węgla.

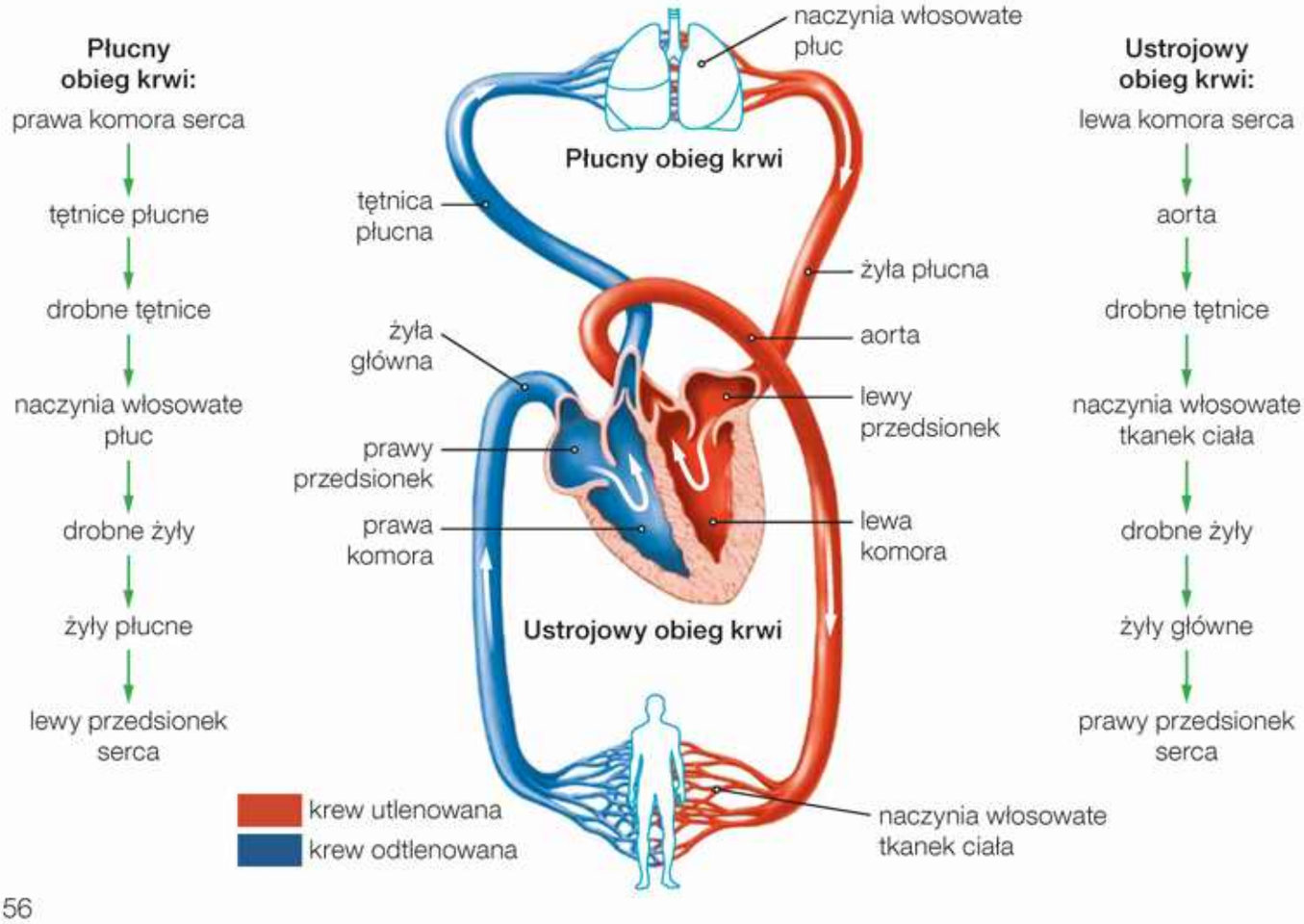
W prawej komorze serca znajduje się krew odtlenowana, dlatego jest ona kierowana do miejsca utlenowania. Krew tętnicami płucnymi (prawą i lewą) dostaje się do płuc. Tętnice rozgałęziają się na mniejsze tętniczki, które dzielą się na naczynia włosowate oplatające pęcherzyki płucne. Po wymianie gazowej utlenowana krew jest transportowana przez żyły płucne do lewego przedsionka serca.

Ustrojowy obieg krwi (duży obieg)

Ustrojowy obieg krwi rozpoczyna się **w lewej komorze serca**. Następnie krew przepływa przez narządy i tkanki ciała, po czym wraca do prawego przedsionka serca. Zadaniem tego krwiobiegu jest doprowadzanie utlenowanej krwi do komórek ciała oraz odbieranie z komórek ubocznego produktu metabolizmu, czyli dwutlenku węgla.

Do lewej komory dostaje się krew, która została już utlenowana w małym obiegu. Największą tętnicą naszego organizmu – **aortą** – krew z lewej komory jest kierowana w stronę wszystkich narządów i tkanek naszego organizmu. Aorta dostarcza krew do mniejszych tętnic i ostatecznie do naczyń włosowatych, w których zachodzi wymiana gazowa – krew zostaje odtlenowana.

Z tkanek krew bogata w dwutlenek węgla jest zbierana mniejszymi żyłami, które ostatecznie łączą się i tworzą żyły główne (górną i dolną) uchodzące do prawego przedsionka serca.



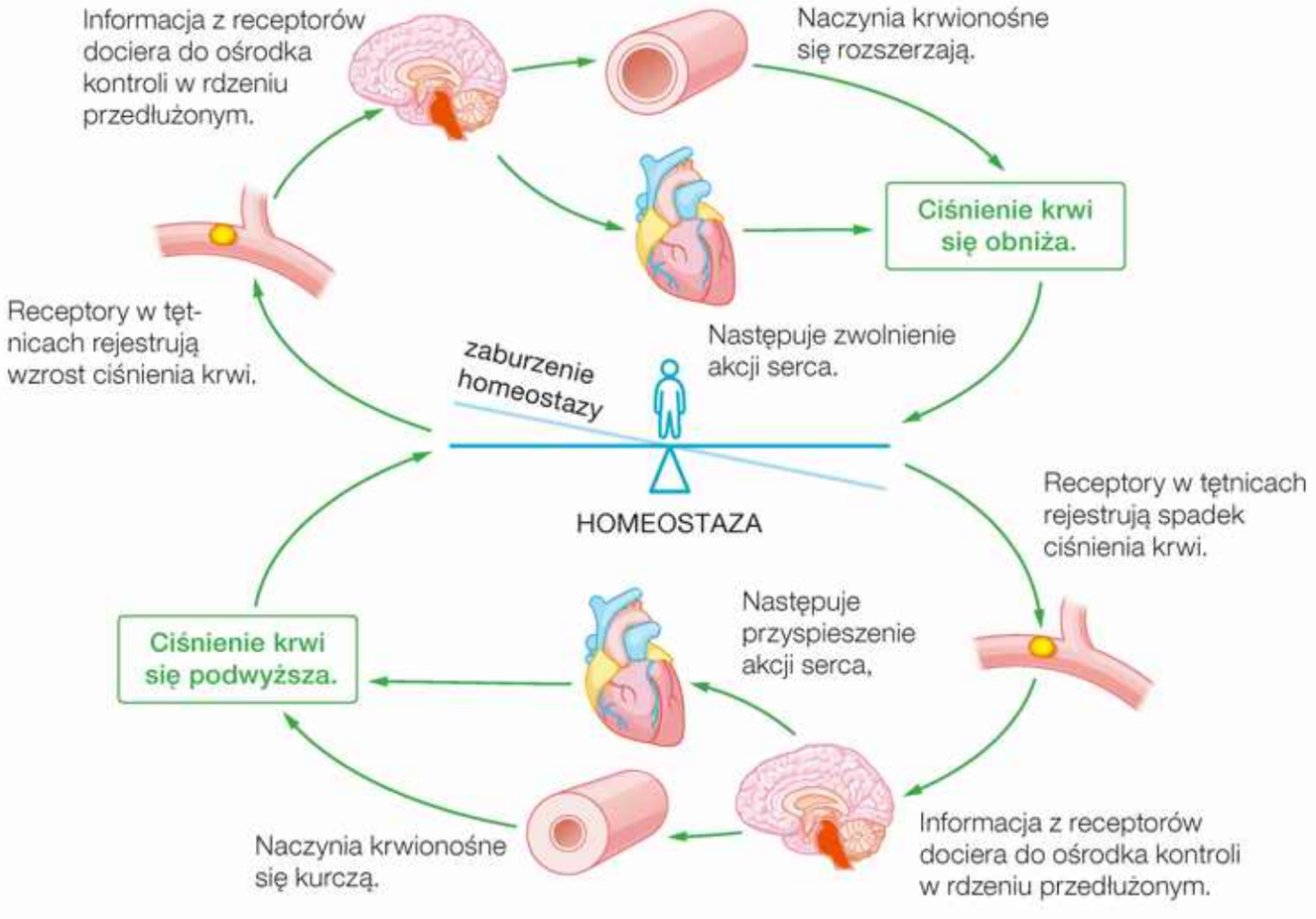
Ciśnienie krwi i tętno

Ściany naczyń krwionośnych są elastyczne, dlatego kiedy serce kurczy się i rozkurcza, ciśnienie płynów (czyli ich nacisk na ściany naczyń) się zmienia. W momencie skurczu serce wpycha krew do tętnic – wtedy ciśnienie jest w nich najwyższe. U dorosłego człowieka wynosi ono zwykle 110–130 mm Hg. Kiedy serce znajduje się w fazie rozkurczu, ciśnienie krwi jest najmniejsze i wynosi zazwyczaj 65–80 mm Hg. Dla zdrowego, dorosłego człowieka optymalna wartość ciśnienia mierzonego na tętnicy ramiennej wynosi 120/80 mm Hg. Zbyt niskie i zbyt wysokie ciśnienie krwi może wynikać ze złego stanu zdrowia.

Fale rytmicznych skurczów i rozkurczów serca pociągające za sobą wzrost ciśnienia oraz cykliczne rozciąganie się tętnic odczuwane są jako **tętno** (puls). Możemy je wyczuć np. po wewnętrznej stronie nadgarstka. Częstość i regularność tętna zależą od prawidłowego funkcjonowania organizmu. Tętno w spoczynku wynosi ok. 70 uderzeń na minutę, może się jednak zmieniać w zależności od kondycji, warunków środowiska czy występowania stresu.

Regulacja poziomu ciśnienia krwi

Zmiany poziomu ciśnienia krwi są rejestrowane przez receptory umiejscowione w dużych tętnicach, które wysyłają informacje do ośrodka naczynioruchowego znajdującego się w rdzeniu przedłużonym. Jeżeli ciśnienie krwi jest zbyt wysokie, naczynia krwionośne rozszerzają się i serce zwalnia pracę. W sytuacji odwrotnej następuje kurczenie się naczyń krwionośnych i przyspieszenie pracy serca.

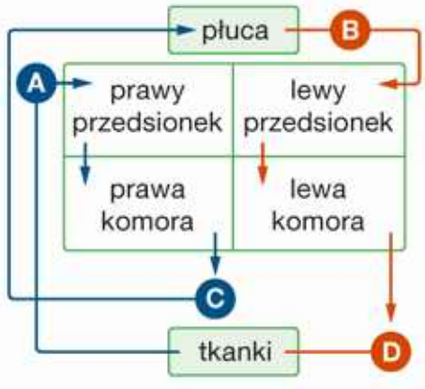


W skrócie

- Do podstawowych funkcji układu krwionośnego należą: transportowanie substancji, utrzymywanie parametrów fizjologicznych na stałym poziomie i ochrona przed infekcjami (krew transportuje komórki odpowiedzialne za procesy odpornościowe, np. leukocyty, do miejsca infekcji).
- Układ krwionośny składa się z **serca** oraz **naczyń krwionośnych** (żył, tętnic i naczyń włosowatych) wypełnionych **krwią**.
- **Tętnice** transportują krew z serca do tkanek, a **żyły** transportują krew z tkanek do serca. **Naczynia włosowate** umożliwiają wymianę transportowanych substancji pomiędzy krwią a tkankami.
- Serce jest zbudowane z **dwóch przedsionków** i **dwóch komór** przedzielonych **przegrodą** na prawą i lewą stronę.
- Praca serca jest powodowana przez **układ bodźcowo-przewodzący serca**, który tworzą zmodyfikowane włókna mięśniowe zdolne do wytwarzania impulsów nerwowych.
- **Cykl pracy serca** składa się z trzech etapów: skurczu przedsionków, skurczu komór i fazy rozkurczu.
- **Płucny obieg krwi:** prawa komora serca → tętnice płucne → drobne tętnice → → naczynia włosowate płuc → drobne żyły → żyły płucne → lewy przedsionek serca
- **Ustrojowy obieg krwi:** lewa komora serca → aorta → drobne tętnice → → naczynia włosowate tkanek ciała → drobne żyły → żyły główne → prawy przedsionek serca.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, na czym polega rola układu krwionośnego w utrzymywaniu homeostazy organizmu.
2. Schemat przedstawia budowę serca. Podaj nazwy naczyń krwionośnych oznaczonych na schemacie literami A–D.



3. Przeprowadź z koleżankami i kolegami z klasy doświadczenie. Wybierzcie dowolne ćwiczenie fizyczne, które może być wykonywane przez 3 min. Następnie podzielcie się na czteroosobowe grupy, w których dwie osoby będą mierzyć tętno i czas, a dwie – wykonywać ćwiczenie. Najpierw zmierzcie tętno przed wysiłkiem, potem – bezpośrednio po wysiłku oraz po 3 min i 15 min od zakończenia ćwiczeń. Teraz zamieńcie się w grupie rolami i powtórzcie zadanie. Pomiary swojej grupy zapiszcie w zeszytach w tabeli, a następnie wykonajcie zadania.

Tętno	Osoba I	Osoba II	Osoba III	Osoba IV	Średnie tętno
W spoczynku (przed wysiłkiem)	?	?	?	?	?
Bezpośrednio po wysiłku	?	?	?	?	?
3 min po wysiłku	?	?	?	?	?
15 min po wysiłku	?	?	?	?	?

a) Obliczcie średnie tętno w Waszej grupie w każdym z przedziałów czasowych. Następnie narysujcie wykres liniowy zmian średniego tętna w jednostkach czasu.
b) Sformułujcie problem badawczy i hipotezę do przeprowadzonego doświadczenia.
c) Wyciągnijcie wniosek na podstawie przeprowadzonego badania.

6.3. Układ limfatyczny

Zwróć uwagę na:
- budowę i funkcje układu limfatycznego,
- rolę limfy,
- współdziałanie układu krwionośnego z układem limfatycznym.

Układ limfatyczny, w przeciwieństwie do układu krwionośnego, ma charakter otwarty – nie tworzy zamkniętego układu naczyń. Nie ma też pompy, takiej jak serce, która ułatwiałaby przepływ wypełniającej go limfy. Jest jednak związany z układem krwionośnym oraz jest częścią układu odpornościowego, o którym będziesz się uczyć w następnym rozdziale.

Funkcje układu limfatycznego

Układ limfatyczny, tak jak układ krwionośny, ma ogromny wpływ na utrzymanie homeostazy organizmu. Do jego głównych zadań należą:

- ochrona organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi. W układzie limfatycznym powstają i dojrzewają komórki układu odpornościowego;
- regulacja poziomu płynów ustrojowych;
- transport do układu krwionośnego tłuszczów wchłoniętych do limfy z układu pokarmowego.

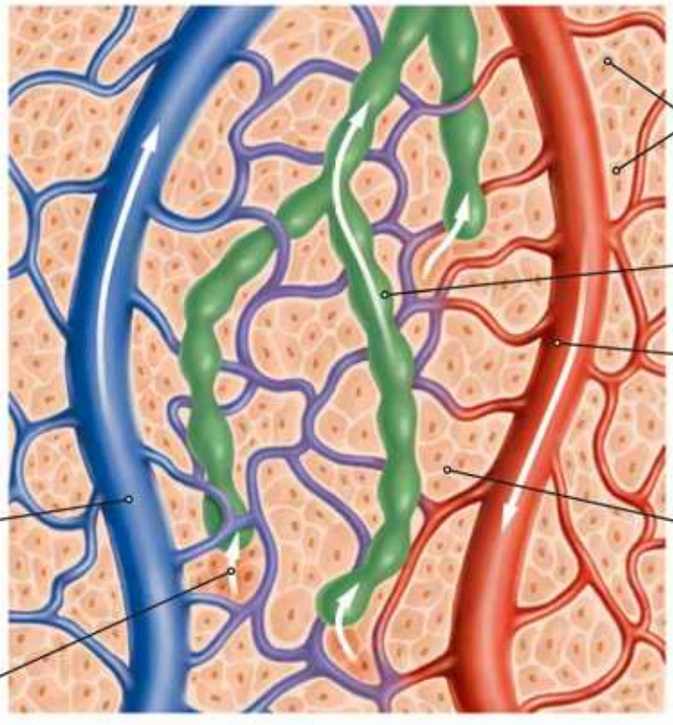
Elementy układu limfatycznego

Do głównych elementów budujących układ limfatyczny należą:

- **naczynia limfatyczne**, w których krąży limfa,
- **narządy limfatyczne**.

Jak powstaje limfa?

Pomiędzy tkankami a narządami naszego organizmu znajduje się płyn tkankowy. Jest to najczęściej przesącz osocza z krwi, który wnika do drobnych naczyń limfatycznych, oplatających włosowate naczynia krwionośne. Kiedy płyn tkankowy dostaje się do naczyń limfatycznych, nazywamy go limfą.



Narządy układu limfatycznego

Narządy wchodzące w skład układu limfatycznego dzielimy na dwie grupy:

- **centralne narządy limfatyczne** – odpowiadają za dojrzewanie limfocytów T i B. Należą do nich szpik kostny czerwony oraz grasica;
- **obwodowe narządy limfatyczne** – biorą udział w wykształcaniu odpowiedzi immunologicznej. Należą do ich m.in.: śledziona, węzły chłonne, migdałki podniebienne i grudki limfatyczne.

Szpik kostny czerwony pełni funkcję krwiotwórczą – odpowiada za wytwarzanie wszystkich elementów morfotycznych krwi. U osób dorosłych występuje w kręgach, żebrach, mostku, obojczykach, kościach czaszki i miednicy oraz w nasadach kości długich.

Grasica odgrywa dużą rolę w kształtowaniu naszej odporności, ponieważ jest gruczołem dokrewnym wydzielającym hormony regulujące proces dojrzewania i namnażania się limfocytów T. Po okresie dojrzewania grasica stopniowo zanika.

Śledziona może magazynować i uwalniać krew w razie potrzeby. Do jej funkcji należy także niszczenie zużytych leukocytów i starzejących się lub uszkodzonych krwinek czerwonych oraz płytek krwi.

Węzły chłonne filtrują limfę i zatrzymują znajdujące się w niej drobnoustroje chorobotwórcze. Namnażają się w nich limfocyty T i B, dlatego węzły chłonne odpowiadają za odporność organizmu.

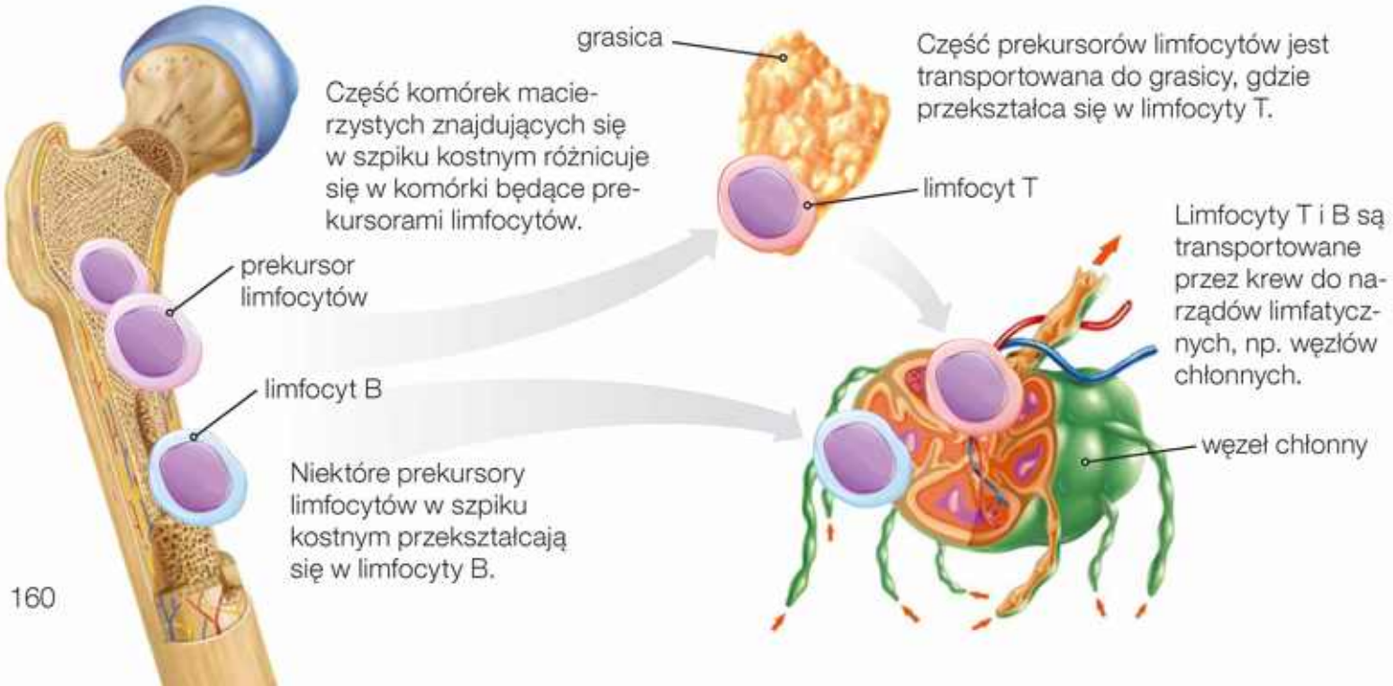
Grudki limfatyczne są podobne do węzłów chłonnych. Tworzą drobne skupiska związane z układami: pokarmowym, oddechowym i moczowym. Licznie występują również w ścianie wyrostka robaczkowego. Grudki limfatyczne zawierają znaczną liczbę różnych rodzajów leukocytów zwalczających drobnoustroje chorobotwórcze.

Migdałki podniebienne tworzą pierścień wokół gardła, który chroni organizm przed infekcjami układu oddechowego i układu pokarmowego.

Naczynia układu limfatycznego

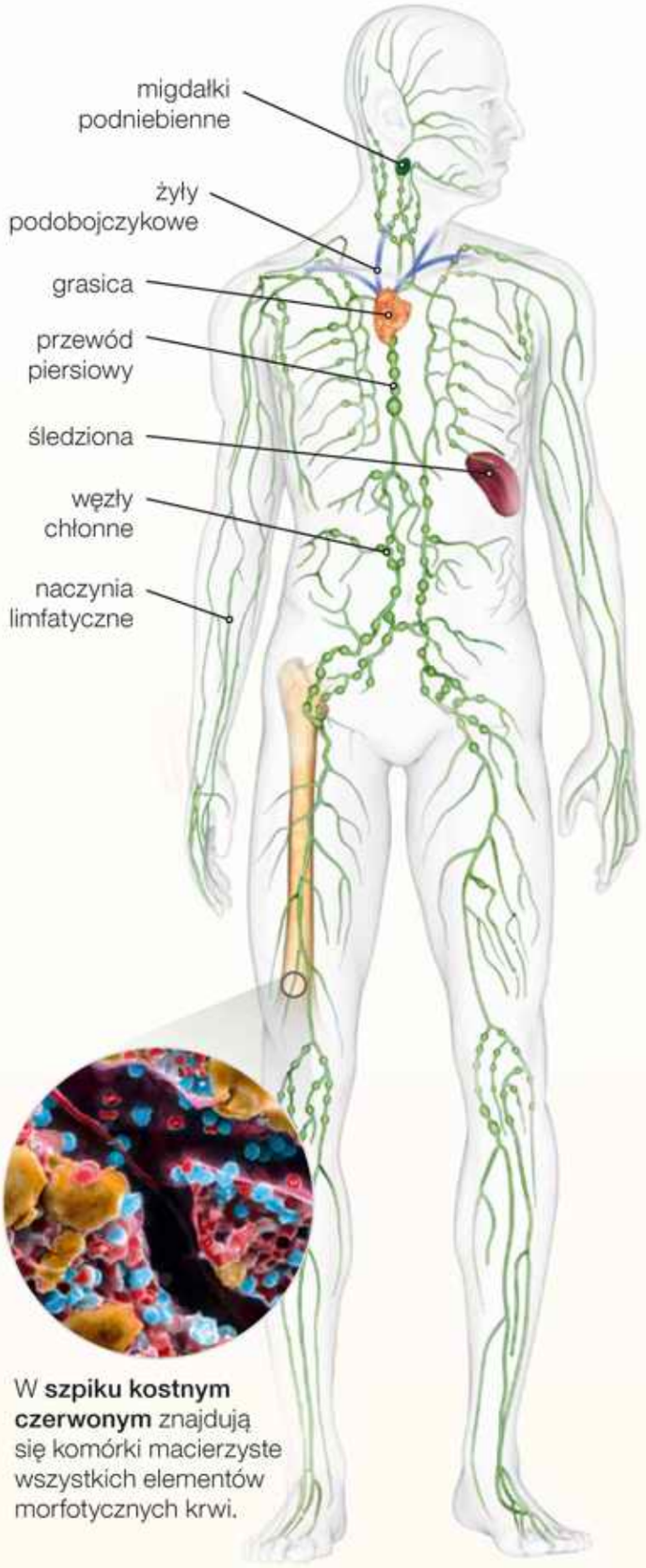
Naczynia limfatyczne przypominają naczynia krwionośne. Duże i średnie naczynia limfatyczne są podobne do żył. Mają cienkie ściany, zbudowane z trzech warstw. Wewnątrz zawierają **zastawki**, które uniemożliwiają cofanie się limfy. Drobniejsze naczynia limfatyczne są odpowiednikami włosowatych naczyń krwionośnych. Zbierają nadmiar płynu tkankowego z przestrzeni międzykomórkowych.

Rola narządów limfatycznych w powstawaniu i różnicowaniu się limfocytów



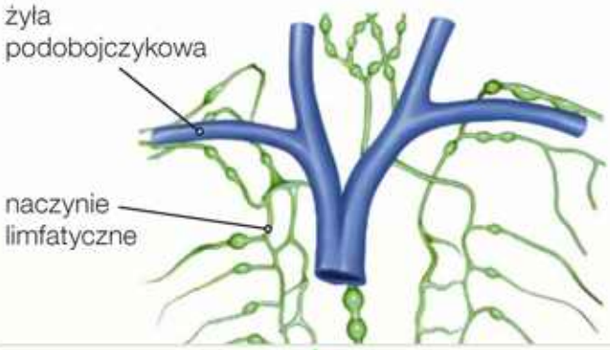
Jak działa układ limfatyczny?

Układ limfatyczny zapewnia przepływ limfy do układu krwionośnego – limfa jest transportowana do dużych żył znajdujących się w pobliżu serca. Biorą w tym udział naczynia limfatyczne, narządy limfatyczne, takie jak grasica, węzły chłonne, śledzona i szpik kostny.

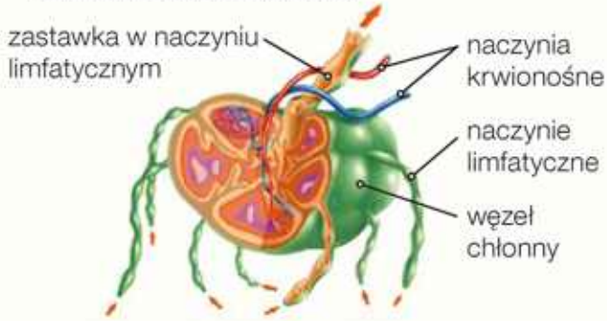


W **szpiku kostnym czerwonym** znajdują się komórki macierzyste wszystkich elementów morfotycznych krwi.

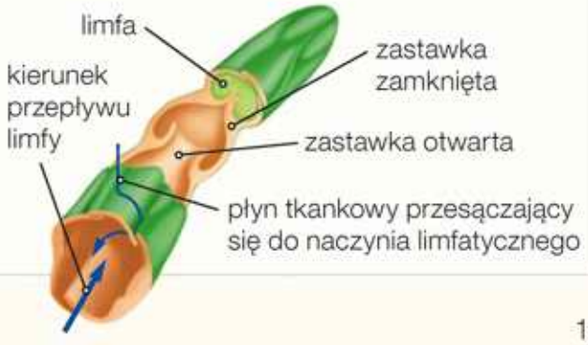
3 Limfa jest transportowana w pobliże serca, gdzie uchodzi do dużych żył i łączy się z krwią w krwioobiegu.



2 Naczynia limfatyczne transportują limfę przez węzły chłonne. Węzły, filtrując limfę, wychwytują z niej mikroorganizmy chorobotwórcze oraz szkodliwe substancje.



1 Limfa jest transportowana w naczyniach limfatycznych w stronę serca. Płynie tylko w jednym kierunku, ponieważ w naczyniach występują zastawki. Przepływ limfy jest możliwy dzięki pulsowaniu naczyń krwionośnych oraz pracy sąsiadujących mięśni szkieletowych.



Bliżej życia

O czym świadczą powiększone węzły chłonne?

Węzły chłonne zwykle mają wielkość małego ziarna fasoli. Powiększają się, gdy w organizmie dochodzi do wzrostu liczby limfocytów. Najczęściej jest to spowodowane przez infekcje wirusowe lub bakteryjne. Powiększenie węzłów chłonnych może być też objawem niektórych groźnych chorób. Dlatego nie wolno go lekceważyć i należy zawsze skonsultować się z lekarzem.



Węzły chłonne powiększają się zwykle w pobliżu miejsca rozwoju choroby, a ich ból jest wywołany najczęściej stanem zapalnym.

Porównanie układu limfatycznego z układem krwionośnym

Cecha	Układ krwionośny	Układ limfatyczny
Elementy budowy	• naczynia krwionośne: tętnice, żyły, naczynia włosowate • serce	• naczynia limfatyczne • narządy limfatyczne: węzły chłonne, śledziona, grasica, migdałki podniebienne, grudki chłonne, szpik kostny
System naczyń	• zamknięty	• otwarty
Płynna tkanka w naczyniach	• krew	• limfa
Funkcje	• transport: tlenu, dwutlenku węgla, substancji pokarmowych, produktów metabolizmu i hormonów • utrzymywanie na stałym poziomie parametrów fizjologicznych • obrona organizmu przed infekcjami	• transport do krwi tłuszczów • regulacja poziomu płynów ustrojowych w organizmie • obrona organizmu przed infekcjami

W skrócie

- Do głównych funkcji układu limfatycznego należą:
  – ochrona organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi. W układzie limfatycznym powstają i dojrzewają komórki układu odpornościowego;
  – transport do krwi tłuszczów;
  – regulacja poziomu płynów ustrojowych.
- **Układ limfatyczny** składa się z **naczyń limfatycznych** wypełnionych **limfą** oraz **narządów limfatycznych**, takich jak: węzły chłonne, śledziona, grasica, migdałki podniebienne, grudki limfatyczne i szpik kostny.

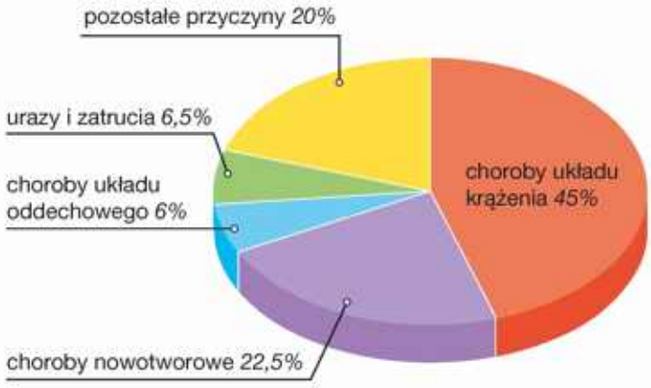
Polecenia kontrolne

1. Podaj dwie wspólne funkcje układu limfatycznego i układu krwionośnego.
2. Wyjaśnij, na czym polega rola węzłów chłonnych.

6.4. Choroby układu krążenia

Zwróć uwagę na:
- związek między stylem życia a chorobami układu krążenia,
- znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia.

Jak już wiesz, w skład układu krążenia wchodzą układ krwionośny i układ limfatyczny. Są one odpowiedzialne za transport i wymianę substancji, dzięki czemu spajają działanie wszystkich innych układów narządów. Jeżeli układ krążenia pracuje nieprawidłowo, wpływa to na funkcjonowanie całego organizmu – zaburza homeostazę i prowadzi do rozwoju różnych chorób. Można temu zapobiec dzięki właściwemu stylowi życia i diagnostyce chorób układu krążenia.



Główne przyczyny zgonów w Europie w 2017 r.

Styl życia a choroby układu krążenia

Rozwojowi chorób układu krążenia sprzyja wiele czynników, przede wszystkim:
- brak aktywności fizycznej,
- nieodpowiednia dieta, otyłość,
- używki (np. papierosy, alkohol),
- stres.

Dlatego w profilaktyce chorób tego układu niezwykle ważny jest **właściwy styl życia**.



Systematyczna aktywność fizyczna i odpowiednia dieta to jedne z najważniejszych czynników wpływających na prawidłowe funkcjonowanie układu krążenia.

Jedną z najważniejszych jego zasad jest regularna **aktywność fizyczna**. Działa ona korzystnie, ponieważ zwiększa wydolność układu krążenia. Przy systematycznym treningu obserwuje się takie zmiany, jak zmniejszenie tętna spoczynkowego i ciśnienia krwi.

Aktywność fizyczna wpływa również na przyspieszenie metabolizmu oraz reguluje przemiany cukrów i tłuszczów. Systematyczny wysiłek zapewnia lepszą kondycję organizmu, zwiększa przepływ krwi w naczyniach, co przeciwdziała nadciśnieniu, zmniejsza ryzyko zawału serca czy udaru mózgu. Jest on także jednym ze sposobów walki ze **stresem** i jego negatywnymi skutkami.

Ryzyko rozwoju chorób układu krążenia można też zmniejszyć dzięki **diecie**, która dostarcza wszystkich potrzebnych składników: związków mineralnych, witamin czy nienasyconych kwasów tłuszczowych. Ważne jest również ograniczenie spożywania nasyconych tłuszczów, wysokokalorycznych cukrów, szkodliwych dodatków chemicznych oraz soli, której nadmiar ma ogromny wpływ na powstawanie nadciśnienia.

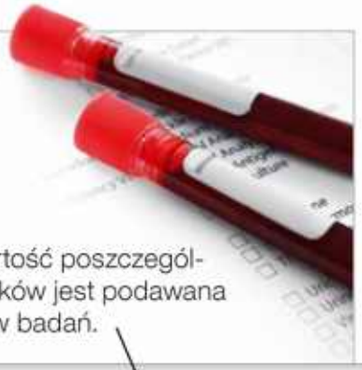
Dlaczego wykonuje się badania krwi?

Dzięki badaniom krwi można wykryć choroby nie tylko tej tkanki, lecz także związane z innymi tkankami i narządami. Do najczęściej wykonywanych badań należy **morfologia krwi**. Polega ona na ocenie jakościowej i ilościowej elementów morfotycznych krwi oraz analizie substancji, które krew transportuje. Podczas badania określa się skład osocza, rozpuszczonych w nim składników mineralnych (np. sodu i potasu), enzymów (np. wątrobowych), a także glukozy, mocznika, cholesterolu, różnych rodzajów hormonów oraz przeciwciał.

Badania krwi pozwalają zdiagnozować chorobę oraz ocenić skuteczność możliwych do zastosowania terapii, co jest szczególnie ważne w przewlekłych schorzeniach. Coraz częściej stosuje się je również w badaniach genetycznych oraz do oznaczania markerów nowotworowych. Są to związki, których obecność lub podwyższony poziom sygnalizuje rozwój choroby nowotworowej.

Jak odczytać wyniki morfologii krwi i lipidogramu?

W wynikach morfologii krwi znajdziesz informacje o poszczególnych elementach morfotycznych, natomiast z lipidogramu możesz odczytać informacje dotyczące cholesterolu i innych lipidów. Odchylenia od normy powinny być konsultowane z lekarzem.



Właściwa wartość poszczególnych wskaźników jest podawana obok wyników badań.

Układ białokrwinkowy – dotyczy różnych rodzajów leukocytów. Ogólny wzrost ich liczby może świadczyć o infekcji, stanie zapalnym lub podejrzeniu choroby nowotworowej.

Układ czerwonokrwinkowy – dotyczy krwinek czerwonych. Wszystkie jego parametry analizuje się łącznie, ponieważ informacje o nich się uzupełniają. Na przykład niski hematokryt (stosunek objętości krwinek do całej objętości krwi), zmniejszona liczba erytrocytów oraz hemoglobiny najczęściej świadczą o anemii.

Płytki krwi – najczęściej ocenia się liczebność płytek w stosunku do objętości krwi. Wyniki, które nie są w normie, mogą świadczyć o problemach związanych z krzepliwością krwi.

Lipidogram – cholesterol we krwi występuje w dwóch formach. HDL-cholesterol (tzw. dobry cholesterol) to forma, w której cholesterol jest transportowany do wątroby, gdzie zostaje przetworzony). LDL-cholesterol (tzw. zły cholesterol) to forma, która gdy występuje w nadmiarze, odkłada się w ścianach naczyń krwionośnych i bierze udział w tworzeniu blaszki miażdżycowej.

Hematologia

Nazwa badania	Wynik badania		Zakres referencyjny
Materiał: Krew EDTA, data i godzina pobrania: nie podano, data i godzina przyjęcia: 18-01-2019 12:50			
[C55] Morfologia analizator 5 diff			
Krwinki białe (WBC)	8,50	G/l	3,50–10,00
Liczba neutrocytów	6,80	G/l	1,80–7,70
Liczba limfocytów	2,66	G/l	1–5
Liczba monocytów	0,70	G/l	<0,8
Liczba eozynocytów	0,09	G/l	<0,45
Liczba bazocytów	0,08	G/l	<0,2
Krwinki czerwone (RBC)	4,50	T/l	3,50–5,00
Hemoglobina	13,45	g/dl	12,0–16,0
Hematokryt	40	%	37,0–47,0
MCV	95,6	fl	83,0–103,0
MCH	31,1	pg	28,0–34,0
MCHC	33	g/dl	31,0–35,0
RDW-CV	13	%	11,5–14,5
Płytki krwi	257	G/l	125–400
MPV	13	%	11,5–14,5
Lipidogram			
Cholesterol	191	mg/dl	150–200
Cholesterol HDL	49	mg/dl	40,00–80,00
Chol. LDL – wyliczany	126	mg/dl	80–135
Trójglicerydy	78	mg/dl	40,00–160,00
HDL do chol. całk.	26	%	

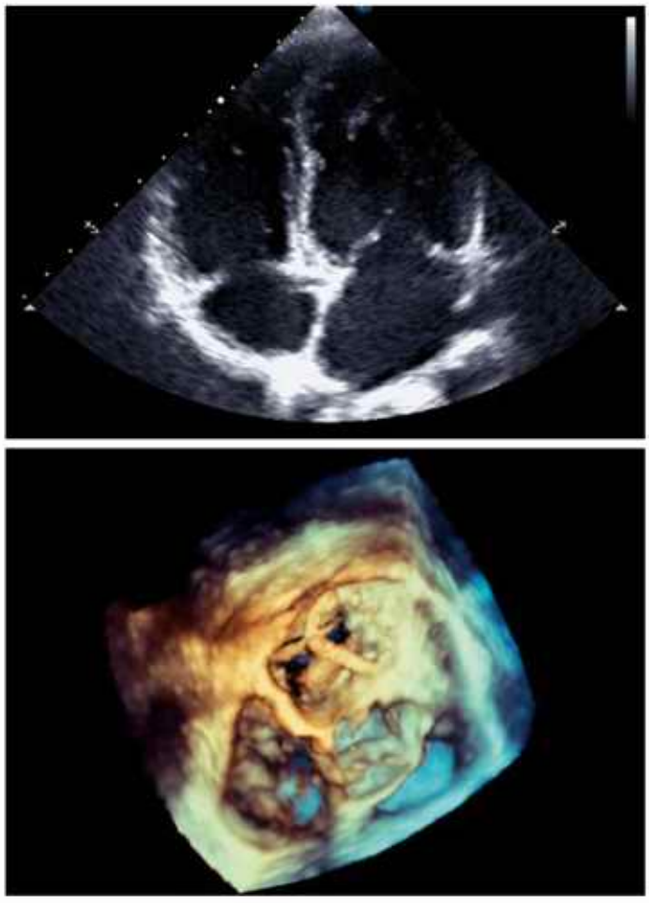
Metody diagnostyczne chorób układu krążenia

W diagnostyce chorób układu krążenia wykorzystuje się zarówno metody nieinwazyjne, np. USG serca, EKG, badanie Holtera czy pomiar ciśnienia krwi, jak i metody inwazyjne, np. angiokardiografię.

Echo serca (USG serca)

Echo serca, czyli **echokardiografia**, to technika diagnostyczna, w której wykorzystuje się urządzenie USG dające możliwość pomiaru przepływu krwi przez serce. Badanie to pozwala ocenić pracę serca (skurcz mięśnia i ruch zastawek) oraz jego budowę (m.in. czy komory mają odpowiednią wielkość i grubość ścian). Jeżeli w badaniu wykorzystuje się technikę 3D, można też ocenić przestrzenną strukturę serca, co pozwala np. na lepsze przygotowanie operacji.

Odmianą echokardiografii w badaniu budowy naczyń krwionośnych jest **USG dopplerowskie**. Wykorzystuje ono tzw. efekt Dopplera, w którym wiązka fal ultradźwiękowych odbija się od cząsteczek krwi będących w ruchu. Aparat rejestruje zmiany częstotliwości fali dźwiękowej odbitej od przepływającej krwi i przedstawia dane w postaci obrazu. Tego typu badanie pozwala ocenić jakość przepływu krwi, np. wskazać miejsca, w których jest on mniejszy. Umożliwia ono również ocenę stopnia ukrwienia danego narządu.



Obraz serca w echokardiogramie 2D (u góry) i 3D.

EKG – elektrokardiografia

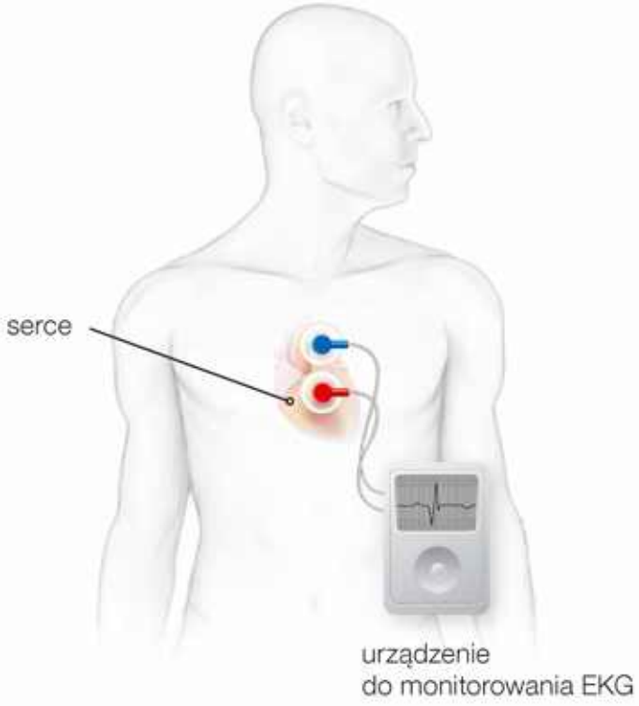
Elektrokardiografia jest badaniem, dzięki któremu można ocenić czynność elektryczną serca. Aby je wykonać, na klatce piersiowej i kończynach pacjenta umieszcza się elektrody, które zbierają informacje o zmianach potencjałów elektrycznych w sercu (jego elektrycznej pracy) i dają zapis w postaci wykresu. Wykres składa się z powtarzających się sekwencji, odpowiadających etapom cyklu pracy serca. Ich analiza pozwala lekarzom ocenić funkcjonowanie tego narządu.



Badanie EKG.

Badanie Holtera

Monitorowanie pracy serca metodą Holtera polega na rejestrowaniu zapisu EKG pacjenta w czasie wykonywania przez niego typowych, codziennych czynności. Urządzenie, które umieszcza się przy ciele, rejestruje rytm pracy serca w ciągu doby. Uzyskane w ten sposób informacje można wykorzystać nie tylko w diagnostyce pracy serca, lecz także w ocenie skuteczności zastosowanego już leczenia.



Angiokardiografia

Angiokardiografia jest inwazyjną metodą diagnostyczną, która służy do badania jam serca i naczyń krwionośnych. Polega ona na wprowadzeniu do wnętrza naczyń krwionośnych specjalnego cewnika, przez który podaje się tzw. kontrast. Jest to substancja pochłaniająca promieniowanie rentgenowskie bardziej niż otaczające ją tkanki. Kiedy wypełni serce lub naczynia, odzwierciedla ich kształt.

Dlaczego należy badać ciśnienie krwi?

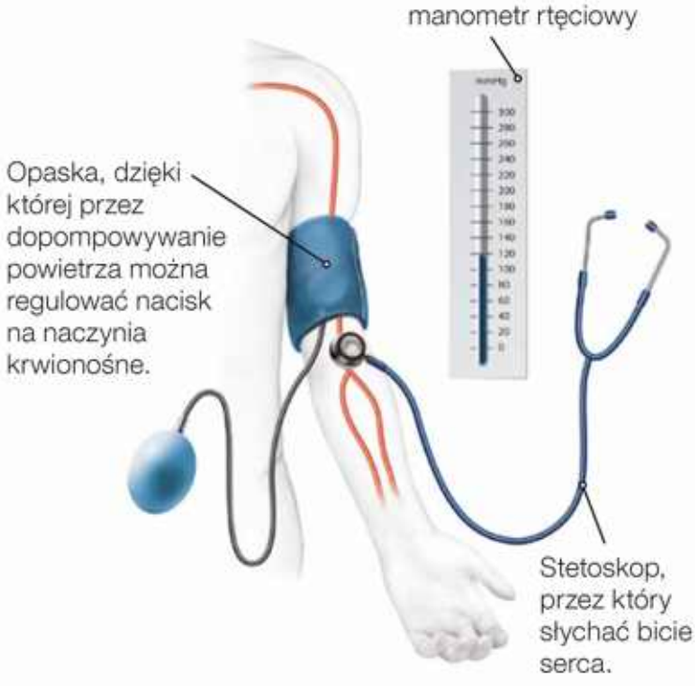
Jeżeli ciśnienie krwi jest stale podwyższone, mówimy o **nadciśnieniu**. Jest ono niebezpieczne dla zdrowia, może nawet doprowadzić do zagrożenia życia, np. niewydolności mięśnia sercowego lub nerek.

Równie niebezpieczne może być **niedociśnienie**, czyli zbyt niskie ciśnienie krwi. Jego objawy to m.in. bóle i zawroty głowy, senność, osłabienie, trudności w koncentracji.

U niektórych osób występują choroby objawiające się skokowymi zmianami ciśnienia, co stwarza bardzo duże ryzyko udarów i innych powikłań.

Sposoby pomiaru ciśnienia krwi

Klasyczny pomiar ciśnienia krwi opiera się na metodzie osłuchowej. Wykorzystuje się do niego manometr rtęciowy, stetoskop i opaskę, dzięki której można regulować nacisk na tętnicę. Gdy ciśnienie jest zbyt wysokie – tętnice są zaciśnięte – nie słychać bicia serca. Gdy ciśnienie mieści się w zakresie między ciśnieniemskurczowym a ciśnieniem rozkurczowym – słychać bicie serca. Gdy ciśnienie jest zbyt niskie – tętnice są otwarte – nie słychać bicia serca. W domu do pomiaru ciśnienia można wykorzystywać ciśnieniomierze automatyczne.



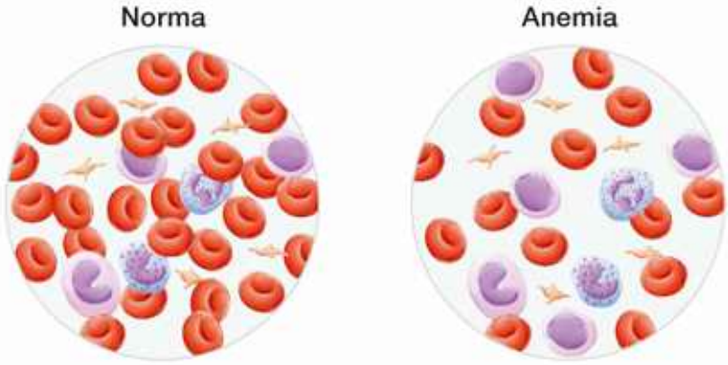
☑ Choroby układu krążenia

Anemia (niedokrwistość)

Anemia to zespół objawów chorobowych spowodowanych zbyt małą ilością hemoglobiny.

- **Przyczyny:** zróżnicowane. Anemia może być spowodowana:
  – niedostateczną produkcją erytrocytów,
  – nadmiernym niszczeniem erytrocytów,
  – zbyt dużą utratą erytrocytów (np. na skutek krwotoku).

  Najczęściej zaburzenia wytwarzania hemoglobiny lub erytrocytów wynikają z niedoboru żelaza, witaminy B_{12} i kwasu foliowego.
- **Profilaktyka:** spożywanie pokarmów bogatych w żelazo i witaminę B_{12}, takich jak mięso, jaja i warzywa liściaste. Przeprowadzanie okresowych badań krwi.



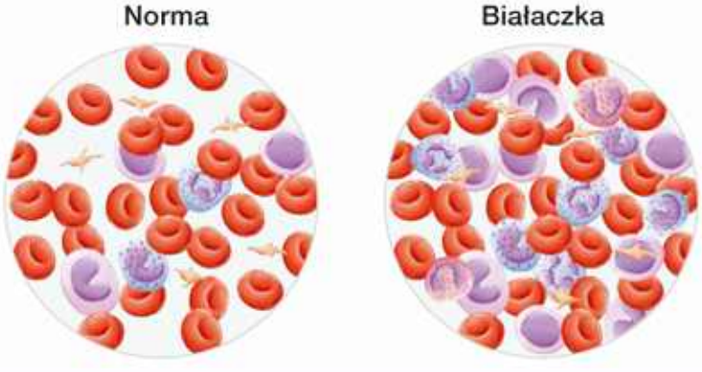
W badaniu krwi osoby mającej anemię stwierdza się zwykle mniejszą liczbę erytrocytów oraz niższy hematokryt.

Białaczki

Białaczki to grupa chorób nowotworowych, w których przebiegu z komórek macierzystych w szpiku kostnym powstają ogromne ilości nieprawidłowych leukocytów wypierających inne komórki krwi. Dlatego zmniejsza się ilość erytrocytów.

- **Przyczyny:** zmiany w materiale genetycznym komórek szpiku kostnego, które prowadzą do nadmiernego wytwarzania i nieprawidłowego dojrzewania białych krwinek.

  Czynniki ryzyka:
  – czynniki genetyczne,
  – zakażenia wirusowe,
  – obniżenie odporności,
  – wpływ promieniowania jonizującego lub niektórych substancji chemicznych.
- **Profilaktyka:** systematyczne przeprowadzanie okresowych badań krwi.



Niektóre rodzaje białaczki charakteryzują się zwiększoną liczbą leukocytów we krwi.

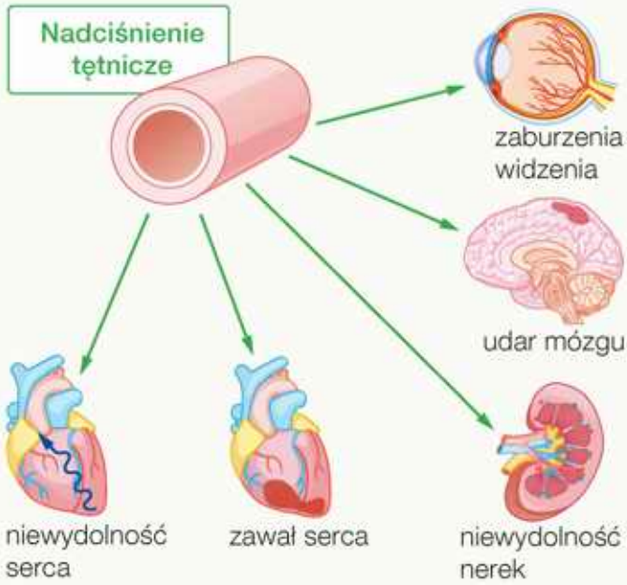
Nadciśnienie tętnicze

Nadciśnienie tętnicze występuje wtedy, gdy stale utrzymuje się zbyt wysokie ciśniecie krwi: skurczowe powyżej 140, a rozkurczowe – powyżej 90 mm Hg.

- **Przyczyny:** zbyt szybkie pompowanie krwi do naczyń krwionośnych lub zwężenie i mała elastyczność naczyń, wywołane np. miażdżycą tętnic.
- **Profilaktyka:** niskokaloryczna dieta z małą ilością soli, unormowany tryb życia, systematyczna aktywność fizyczna, regularne pomiary ciśnienia krwi, niepalenie papierosów i nienadużywanie alkoholu.
- **Objawy:**



Skutki nadciśnienia tętniczego



Diagnostyka:
– regularne pomiary ciśnienia krwi.

Żylaki

Żylaki to widoczne przez skórę, podłużne, często powykręcane, wybrzuszone żyły. Najczęściej występują na podudziach, mogą też występować w odbycie, przełyku i żołądku.

- **Przyczyny:** utrudniony przepływ krwi w żyłach, prowadzący do wiotczenia ich ścian. Proces ten jest spowodowany najczęściej siedzącym trybem życia, nadwagą lub nadmiernym wysiłkiem fizycznym.
- **Profilaktyka:** niskokaloryczna dieta, częste spacery, gimnastyka, unikanie gorących kąpieli i sauny.
- **Objawy:**



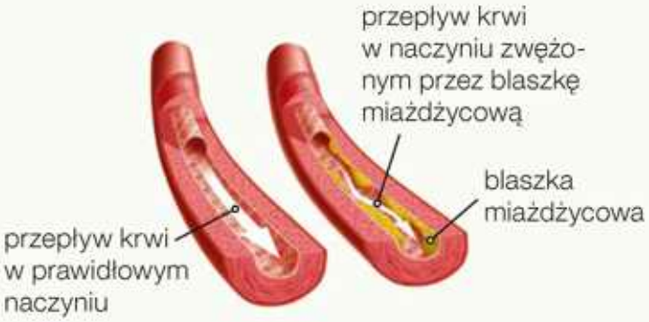


Diagnostyka:
– USG dopplerowskie naczyń krwionośnych,
– angiografia, czyli prześwietlenie rentgenowskie z użyciem wprowadzonego do żył kontrastu.

Miażdżyca

Miażdżyca jest jedną z najczęstszych, przewlekłych chorób układu krążenia. Jej stopniowy rozwój prowadzi do niedokrwienia różnych narządów.

- **Przyczyny:** uszkodzenie śródbłonka naczyń krwionośnych. W miejscu uszkodzenia osadzają się złogi związków lipidowych (głównie cholesterolu) i wapnia w postaci tzw. blaszki miażdżycowej. Blaszka zwęża światło naczynia i zmniejsza jego elastyczność, co utrudnia przepływ krwi. W naczyniu może też powstać skrzep, który zablokuje przepływ krwi.
- **Profilaktyka:** zdrowy styl życia: systematyczna aktywność fizyczna, odpowiednia dieta uboga w cholesterol, niepalenie papierosów.
- **Objawy:**



Diagnostyka:
- badania krwi (lipidogram),
- USG dopplerowskie naczyń krwionośnych,
- angiografia.



Udar mózgu

Udar mózgu jest chorobą naczyniową, która polega na uszkodzeniu mózgu i obumarciu jego fragmentów z powodu zatrzymania dopływu krwi do jego tkanek. Wyróżniamy dwa główne typy udaru: udar krwotoczny i udar niedokrwienny.



Udar krwotoczny powstaje wtedy, gdy dochodzi do pęknięcia ściany tętnicy w mózgu i wylewu krwi poza tętnicę (tzw. wylew). Wypływająca krew niszczy sąsiednie tkanki.



Udar niedokrwienny powstaje wtedy, gdy dochodzi do niedrożności tętnic w mózgu, wynikającej np. z obecności skrzepu. Powoduje to niedotlenienie części mózgu.

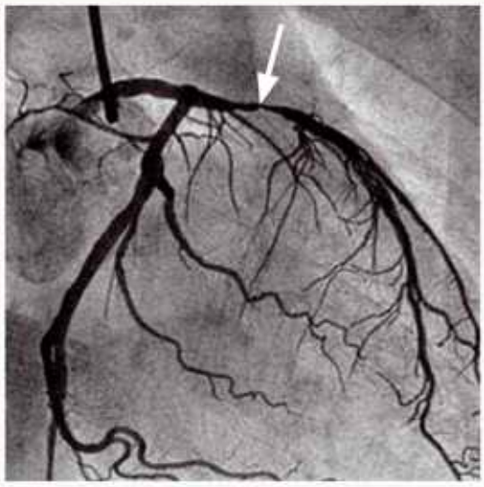
- **Przyczyny:** złożone. Na występowanie udaru mają wpływ inne choroby (np. miażdżyca, choroby serca, cukrzyca czy nadciśnienie) oraz nadużywanie alkoholu i palenie papierosów.
- **Profilaktyka:** zdrowy styl życia: stała aktywność fizyczna, ograniczenie używek.
- **Objawy:**



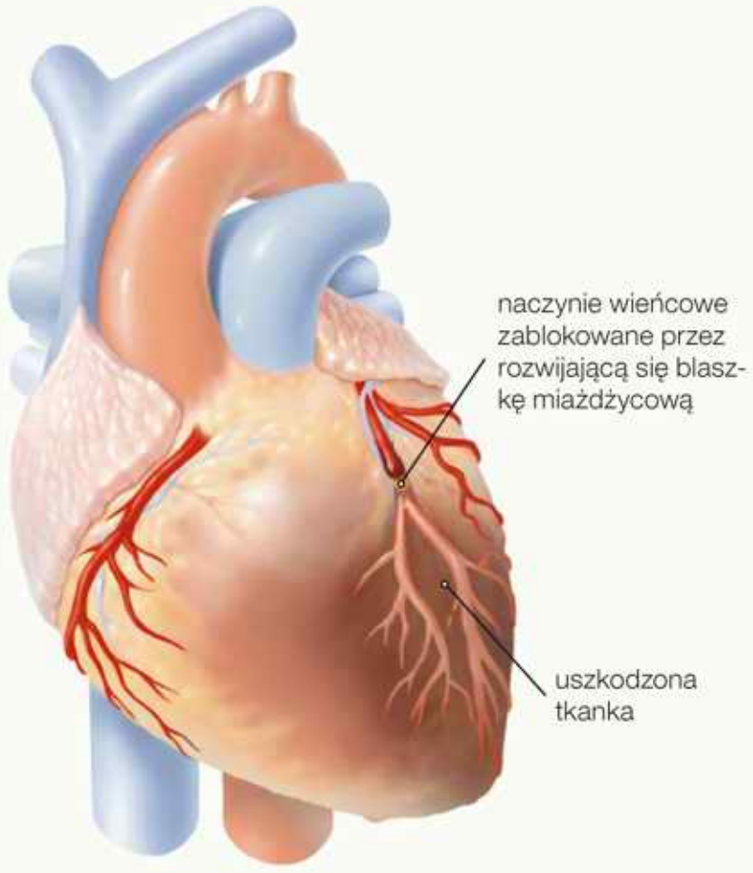
Diagnostyka:
- rezonans magnetyczny,
- tomografia komputerowa,
- angiografia tętnic mózgowych.

Choroba wieńcowa i zawał serca

Choroba wieńcowa, nazywana również chorobą niedokrwienną serca, polega na niedostatecznym ukrwieniu serca w wyniku zwężenia naczyń wieńcowych. Najczęściej ma ona podłoże miażdżycowe. Blaszka miażdżycowa, która rozwija się w naczyniach wieńcowych, stopniowo tamuje przepływ krwi transportującej tlen i substancje odżywcze do tkanek serca. Może to prowadzić do całkowitego zahamowania przepływu krwi, czego efektem jest martwica tkanek leżących za miejscem blokady. Taki stan chorobowy nazywamy **zawałem serca**. Choroba wieńcowa może prowadzić również do zaburzeń rytmu pracy serca, np. do migotania przedsionków.

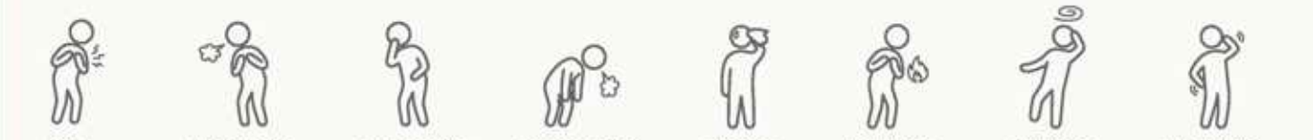


Angiografia naczyń wieńcowych (koronarografia) pozwala ocenić przepływ krwi przez tętnice wieńcowe. Na fotografii strzałką oznaczono zwężenie w jednym z naczyń wieńcowych.



Diagnostyka:
- badanie krwi,
- EKG i USG serca,
- echokardiografia,
- angiografia.

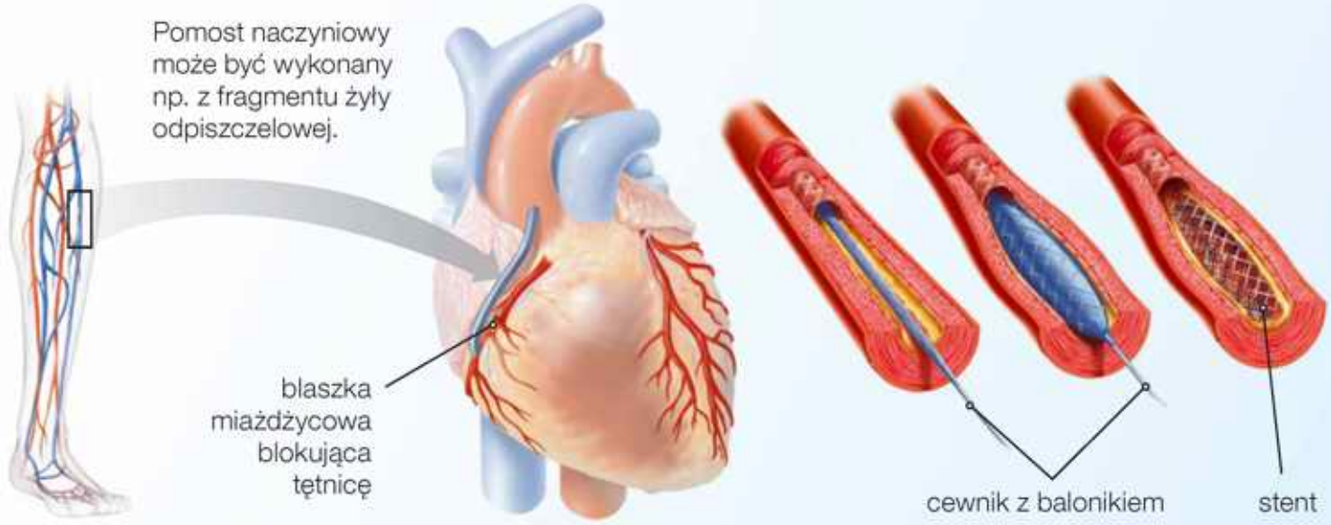
- **Przyczyny:** najczęściej niewłaściwy styl życia prowadzący do miażdżycy.
- **Profilaktyka:** odpowiednia dieta i aktywność fizyczna.
- **Objawy zawału serca:**



Pomost lub „sprężynka”

Bliżej życia

Naczynia wieńcowe zaopatrują serce w tlen i składniki pokarmowe. Jeśli więc znajduje się w nich płytka miażdżycowa, istnieje poważne ryzyko zawału serca. W takich przypadkach wszczepia się specjalne pomosty naczyniowe (by-passy), które omijają uszkodzone naczynia. Do ich wytworzenia wykorzystuje się fragmenty innych naczyń krwionośnych. Inną metodą stosowaną w miażdżycy naczyń wieńcowych jest tzw. angioplastyka. Polega ona na rozszerzeniu zwężonych naczyń za pomocą specjalnego balonika. Cewnik z balonikiem pozwala poszerzyć naczynie krwionośne w wybranym miejscu, a następnie umożliwia założenie stentu – małej sprężynki wzmacniającej ściany naczynia.



W skrócie

- W **profilaktyce** chorób układu krążenia duże znaczenie ma styl życia: odpowiednia dieta, aktywność fizyczna, niepalenie papierosów, unikanie stresu i picia alkoholu.
- Do podstawowych metod stosowanych w **diagnostyce** chorób układu krążenia należą:
  - morfologia krwi, czyli badanie składu jakościowego i ilościowego elementów morfotycznych krwi,
  - EKG – elektrokardiografia,
  - echo serca – USG serca, echokardiografia,
  - badanie Holtera,
  - pomiar ciśnienia krwi,
  - angiokardiografia.
- Do głównych chorób układu krążenia należą: anemia, białaczka, nadciśnienie, żylaki, miażdżyca, choroba wieńcowa prowadząca do zawału i udar mózgu.

Polecenia kontrolne

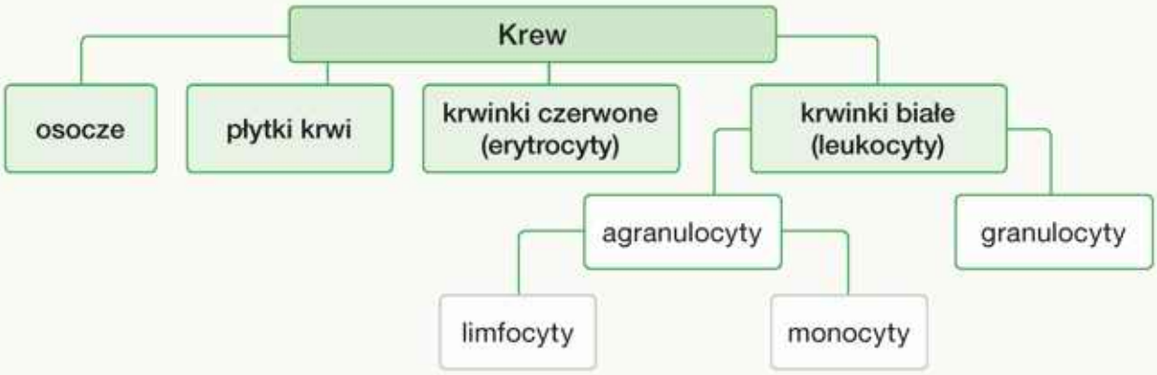
1. Uzasadnij słuszność stwierdzenia: „Styl życia wpływa na rozwój nadciśnienia i miażdżycy”.
2. Wyjaśnij, w jaki sposób miażdżyca może przyczyniać się do powstania takich chorób układu krążenia, jak: nadciśnienie, choroba niedokrwienna serca czy udar mózgu.
3. Określ, czym różni się badanie EKG od badania metodą Holtera.
4. Podaj, jakie metody należy zastosować w diagnostyce: **a)** nadciśnienia, **b)** anemii, **c)** żylaków podudzi.

Podsumowanie

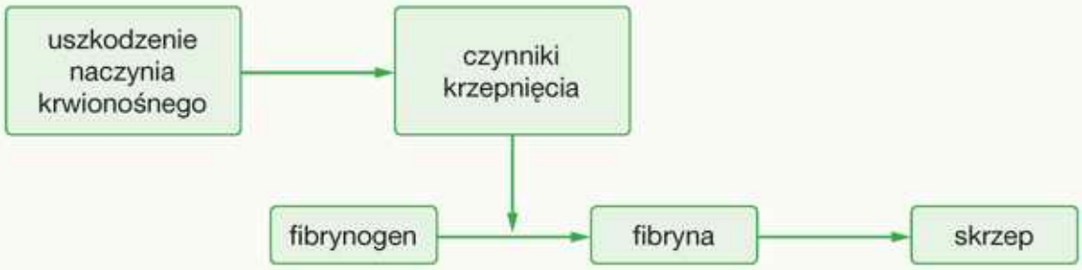
1 **Funkcje krwi:**

- **funkcja transportowa** – krew transportuje m.in. tlen, substancje pokarmowe, produkty przemiany materii oraz hormony,
- **funkcja regulacyjna** – krew utrzymuje odpowiedni poziom uwodnienia organizmu, optymalne pH i stałą temperaturę ciała,
- **funkcja ochronna** – krew ochrania organizm przed infekcjami oraz nadmierną utratą krwi w przypadku uszkodzeń naczyń krwionośnych.

2 **Skład krwi**



3 **Krzepnięcie krwi** – zespół reakcji prowadzących do powstania skrzepu, który zamyka uszkodzone naczynie krwionośne.



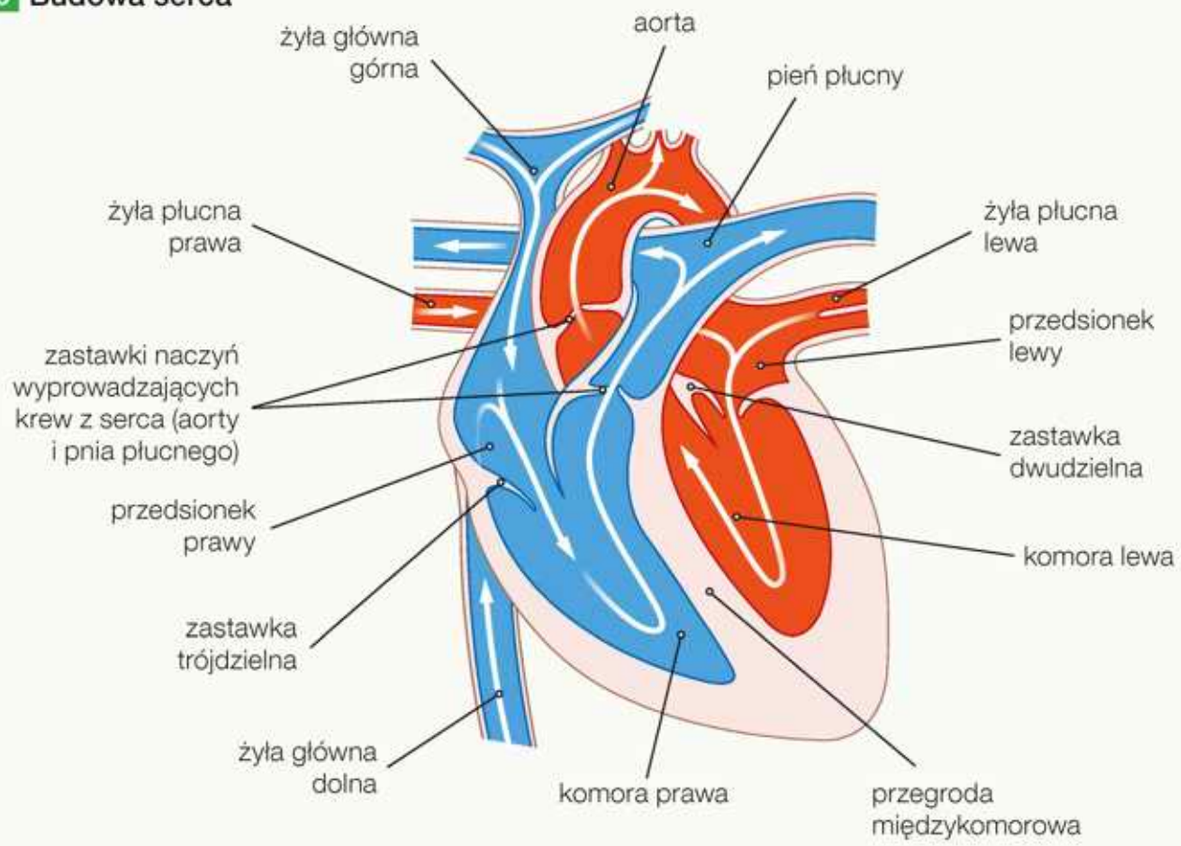
4 **Budowa układu krwionośnego**



5 **Porównanie budowy i funkcji naczyń krwionośnych**

Cecha	Tętnice	Naczynia włosowate	Żyły
Obecność zastawek	brak	brak	obecne
Struktura ścian naczyń krwionośnych	elastyczne ściany, gruba warstwa mięśni gładkich	cienka warstwa nabłonka	wiotkie ściany, cienka warstwa mięśni
Funkcje	transport krwi z serca w kierunku tkanek	wymiana substancji między krwią a tkankami	transport krwi z tkanek do serca

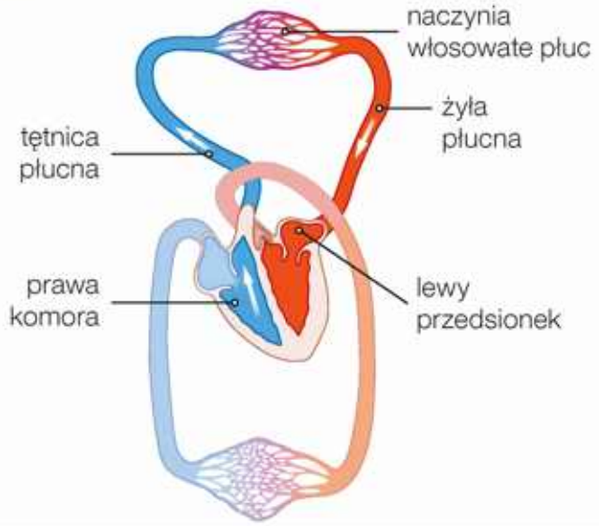
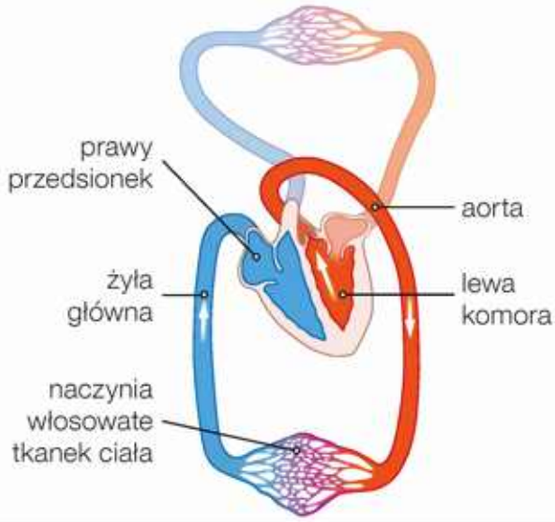
6 Budowa serca



7 Za automatyzm pracy serca jest odpowiedzialny **układ bodźcowo-przewodzący serca**, który inicjuje skurcze. Jest on zbudowany z:

- **węzła zatokowo-przedsionkowego**, który inicjuje pracę serca przez pobudzanie komórek mięśniowych przedsionków serca do skurczu,
- **węzła przedsionkowo-komorowego**, który przekazuje pobudzenie do pęczka Hisa,
- **pęczka Hisa**, który przenosi pobudzenie do komór serca, co sprawia, że komory się kurczą.

8 Obiegi krwi człowieka

Płucny obieg krwi (mały obieg)	Ustrojowy obieg krwi (duży obieg)
prawa komora serca → tętnice płucne → → drobne tętnice → naczynia włosowate płuc → drobne żyły → żyły płucne → → lewy przedsionek serca	lewa komora serca → aorta → drobne tętnice → naczynia włosowate tkanek ciała → drobne żyły → żyły główne → prawy przedsionek serca
	

9 Funkcje układu limfatycznego:

- ochrona organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi,
- regulacja poziomu płynów ustrojowych w organizmie,
- transport tłuszczów do układu krwionośnego.

10 Funkcje narządów układu limfatycznego

Narząd układu limfatycznego	Funkcje
Szpik kostny czerwony	• Pełni funkcję krwiotwórczą – odpowiada za wytwarzanie wszystkich elementów morfotycznych krwi.
Grasica	• Odpowiada za kształtowanie odporności – wydziela hormony regulujące proces dojrzewania i namnażania limfocytów T.
Śledziona	• Pełni funkcję magazynującą – gromadzi i uwalnia krew, gdy organizm jej potrzebuje. • Niszczy zużyte leukocyty i starzejące się lub uszkodzone erytrocyty i płytki krwi.
Węzły chłonne	• Pełnią funkcję filtrującą – filtrują limfę, dzięki czemu zatrzymują znajdujące się w niej drobnoustroje chorobotwórcze. • Są miejscem namnażania się limfocytów T i B.
Grudki limfatyczne	• Zwalczają drobnoustroje chorobotwórcze dzięki obecności znacznej ilości leukocytów.
Migdałki podniebienne	• Tworzą pierścień wokół gardła, który chroni organizm przed infekcjami układu oddechowego.

11 Metody diagnostyczne chorób układu krążenia

Metoda diagnostyczna	Opis
Echo serca (USG serca)	• Umożliwia pomiar przepływu krwi przez serce. • Pozwala na ocenę budowy i pracy serca (skurcz mięśnia i ruch zastawek).
EKG (elektrokardiografia)	• Pozwala na ocenę pracy serca.
Badanie Holtera	• Rejestruje rytm pracy serca w ciągu doby. • Pozwala na monitorowanie pracy serca w trakcie wykonywania codziennych czynności.
Angiokardiografia	• Umożliwia badanie jam serca i naczyń krwionośnych.
Pomiar ciśnienia krwi	• Pozwala na wykrycie nadciśnienia lub niedociśnienia.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Przyporządkuj składnikom krwi (A–D) odpowiednie opisy wybrane spośród podanych (1–5). Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (4 p.)

A. Płytki krwi.
B. Monocyty.
C. Erytrocyty.
D. Granulocyty.

1. Nie mają jądra komórkowego, biorą udział w krzepnięciu krwi.
2. Nie mają jądra komórkowego i mitochondriów, są wypełnione hemoglobiną.
3. Mają ziarnistości w komórce. Fagocytują drobnoustroje, wydzielają substancje bakteriobójcze.
4. Mają jądro komórkowe. Nie mają właściwości żernych, ale uczestniczą głównie w reakcjach odpornościowych i niszczą komórki nowotworowe.
5. Mogą się przemieszczać pomiędzy tkankami. Przekształcają się w makrofagi.

2 **Przeanalizuj schemat, a następnie podaj nazwę związku oznaczonego na nim literą X. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

czynniki krzepnięcia, składniki osocza, np. witamina K, jony Ca^{2+}

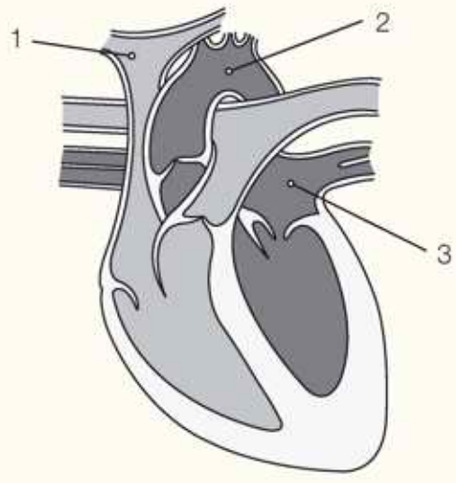
fibrynogen → X

3 Na ilustracji przedstawiono schemat budowy serca człowieka. (3 p.)

a) **Podaj nazwy elementów oznaczonych na ilustracji cyframi 1–3. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

b) **Określ, którym odcieniem szarości (jasnym czy ciemnym) oznaczono w sercu krew utlenowaną, a którym – odtlenowaną. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

c) **Wykaż, że przedstawione na ilustracji serce znajduje się w fazie skurczu przedsionków. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**



4 **Skonstruuj w zeszycie tabelę, w której porównasz budowę i funkcje tętnic, naczyń włosowatych oraz żył.** (1 p.)

5 **Przerysuj schematy do zeszytu, a następnie uzupełnij je właściwymi pojęciami podanymi poniżej. Uwaga: Pojęcia mogą się powtarzać.** (3 p.)

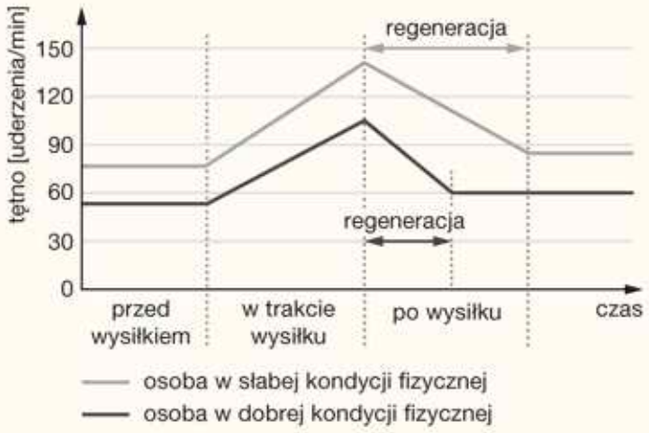
żyły, tętnice, naczynia włosowate

1. Sieć dziwna w nerkach → naczynia włosowate →
2. Układ wrotny → żyła wrotna →
3. Typowa sieć naczyń włosowatych → naczynia włosowate →

6 Regularny wysiłek fizyczny wpływa korzystnie na nasz układ krwionośny. Powoduje m.in. wzrost objętości krwi wypływającej z serca przy jego skurczu. Na wykresie przedstawiono zmiany tętna u osób będących w słabej i dobrej kondycji fizycznej podczas spoczynku, wysiłku fizycznego i po jego zakończeniu. (2 p.)

a) Porównaj czas regeneracji po wysiłku osoby mającej dobrą kondycję fizyczną z czasem regeneracji osoby mającej słabą kondycję fizyczną. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

b) Określ, czy podczas wysiłku fizycznego serce kurczy się częściej u osoby w dobrej kondycji fizycznej, czy u osoby w słabej kondycji fizycznej.



7 Podaj nazwy narządów układu limfatycznego, których dotyczą poniższe opisy. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (4 p.)

A. Magazynuje i uwalnia krew w zależności od potrzeb organizmu. Niszczy zużyte leukocyty oraz starzejące się lub uszkodzone erytrocyty i trombocyty.

B. Wydziela hormony regulujące proces dojrzewania i namnażania się limfocytów T. Zanika po okresie dojrzewania.

C. Są miejscem namnażania się limfocytów T i B, filtrują limfę i zatrzymują znajdujące się w niej drobnoustroje chorobotwórcze.

D. Tworzą drobne skupiska (np. w układzie pokarmowym), zawierają znaczną liczbę różnych rodzajów leukocytów zwalczających drobnoustroje chorobotwórcze.

8 Ułóż punkty A–C w takiej kolejności, aby przedstawić drogę powrotną białej krwinki z tkanek do układu krwionośnego. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

A. Limfa w naczyniach limfatycznych.

B. Duże żyły w pobliżu serca.

C. Płyn tkankowy.

9 Przerysuj tabelę do zeszytu, a następnie uzupełnij ją poprawnymi nazwami chorób układu krążenia i metod diagnostycznych. Nazwy chorób wybierz spośród podanych. (6 p.)

zawał serca, nadciśnienie tętnicze, udar mózgu, białaczka, żylaki

Choroba	Objawy	Metody diagnostyczne
?	Uczucie ciężkich kończyn, zaburzenie widzenia i mowy, asymetria twarzy.	?
?	Pajęczyny żył, uczucie ciężkich nóg, palące bóle nóg, skurcze mięśni.	?
?	Ból w klatce piersiowej, nudności, wymioty, uczucie zgagi, zawroty głowy, skrócony oddech, uczucie mrowienia w plecach, szyi lub żuchwie.	?



7. Odporność organizmu

To było w szkole podstawowej!

☑ **Główne elementy układu odpornościowego:**

- śledziona,
- grasica,
- węzły chłonne,
- krwinki białe (makrofagi, limfocyty T, limfocyty B).

☑



7.1. Budowa układu odpornościowego. Rodzaje odporności

Zwróć uwagę na:

- funkcje układu odpornościowego i tworzące go elementy,
- podział odporności na wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą),
- rozróżnienie odporności komórkowej i odporności humoralnej,
- sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny).

Niekończąca się walka organizmów z drobnoustrojami chorobotwórczymi sprawiła, że w toku ewolucji u organizmów wykształciły się skomplikowane mechanizmy obronne. Część z nich chroni organizmy od samego początku, a część rozwija się w ciągu ich życia. Narządy, tkanki, komórki oraz cząsteczki zaangażowane w te mechanizmy obronne tworzą **układ odpornościowy (immunologiczny)**.

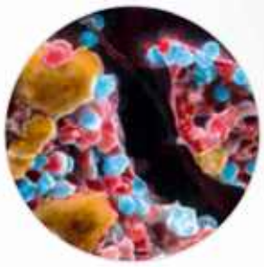
Elementy układu odpornościowego

Układ odpornościowy tworzą narządy, tkanki, komórki i cząsteczki wchodzące w skład innych układów narządów, głównie układu krążenia. Poniżej omówimy dokładniej funkcje i znaczenie tych elementów.

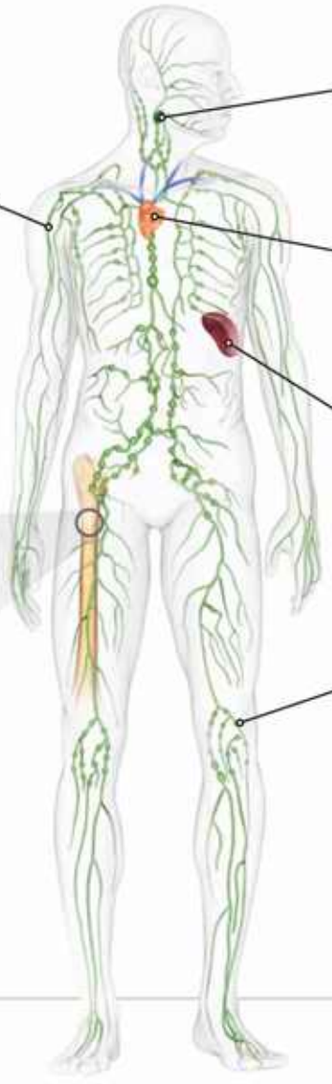
Tkanki i narządy układu limfatycznego

Naczynia limfatyczne wraz z limfą – transportują limfocyty i inne komórki należące do układu odpornościowego.

Grudki limfatyczne – chronią przed infekcjami układów: pokarmowego, oddechowego i moczowego. Występują w nich liczne leukocyty.



Szpik kostny czerwony – powstają w nim wszystkie elementy komórkowe krwi, w tym leukocyty wchodzące w skład układu odpornościowego. Ponadto dojrzewają w nim limfocyty B.



Migdałki – bronią organizm przed zakażeniami drogą oddechową i pokarmową. Zatrzymują się w nich i namnażają limfocyty.

Grasica – dojrzewają w niej limfocyty T oraz są w niej eliminowane nieprawidłowe limfocyty T, np. rozpoznające komórki organizmu jako obce.

Śledziona – niszczy zużyte krwinki i płytki krwi. Zachodzą w niej także reakcje odpornościowe przeciwko obcym cząsteczkom, które znalazły się we krwi.

Węzły chłonne – filtrują limfę, dzięki czemu zatrzymują i neutralizują patogeny. W węzłach chłonnych występują przeciwciała oraz namnażają się limfocyty T i B.

Funkcje układu odpornościowego

Do podstawowych funkcji układu odpornościowego należą: odróżnianie komórek i cząsteczek własnych organizmu od komórek i cząsteczek obcych, zwalczanie infekcji, oraz usuwanie nieprawidłowych komórek naszego ciała, np. komórek nowotworowych.

Jak organizm broni się przed zakażeniem?

Czynniki chorobotwórcze, np. bakterie i wirusy, wnikają do wnętrza organizmu, żeby zwiększyć w nim swoją liczebność. Proces ten nazywamy **zakażeniem** albo **infekcją**, a szkodliwy czynnik wywołujący chorobę – **patogenem**. Patogen po wniknięciu do wnętrza organizmu wywołuje w nim **reakcje odpornościowe (odpowiedź immunologiczną)**.

W jaki sposób organizm rozpoznaje patogen jako wroga? Otóż na powierzchni patogenu znajdują się specjalne cząsteczki, które wywołują reakcje odpornościowe i mogą się łączyć ze specyficznymi przeciwciałami. Cząsteczki te to **antygeny**. Najczęściej są nimi cząsteczki białka lub cukru, które występują np. w ścianie komórek bakteryjnych.

Zdolność organizmu do obrony przed czynnikami wywołującymi choroby nazywamy **odpornością**.

Komórki

Do komórek układu odpornościowego zaliczamy m.in. granulocyty, makrofagi oraz limfocyty T i B. Komórki te występują w obrębie różnych narządów, krążą wraz z krwią lub przemieszczają się w płynie tkankowym pomiędzy narządami. Szczególnie licznie występują w miejscach graniczących ze środowiskiem zewnętrznym, np. w układzie pokarmowym i układzie oddechowym.



Granulocyty – niszczą patogeny przez fagocytozę oraz wydzielanie związków chemicznych, np. bakteriobójczych.



Makrofagi – niszczą patogeny przez fagocytozę oraz prezentują antygeny limfocytom.



Limfocyty T – m.in. rozpoznają komórki z obcym antygenem, a następnie je niszczą.



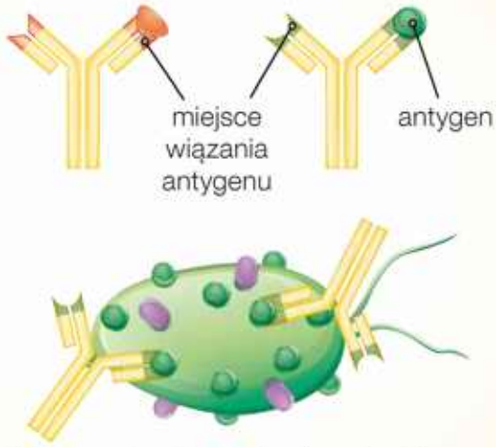
Limfocyty B – ich główną funkcją jest wytwarzanie przeciwciał.

Cząsteczki

W reakcjach odpornościowych dużą rolę odgrywają także pojedyncze cząsteczki. Do najważniejszych z nich zaliczamy:

- **przeciwciała** (immunoglobuliny – Ig) — białka produkowane przez pobudzone limfocyty B. Przeciwciała wiążą się z antygenem i wskazują go komórkom układu odpornościowego;
- **białka ostrej fazy** – grupa białek wytwarzanych w wątrobie wtedy, gdy w organizmie powstaje stan zapalny. Ułatwiają one m.in. fagocytozę patogenów np. przez makrofagi.
- **cytokiny** – różnorodne cząsteczki wytwarzane przez komórki układu odpornościowego. Ich rolą jest pobudzanie komórek układu odpornościowego do działania oraz stymulowanie ich wzrostu i podziałów.

Swoistość przeciwciał



Każde przeciwciało wiąże się z określonym antygenem, np. występującym u bakterii.

Rodzaje odporności

Wyróżniamy **odporność wrodzoną (nieswoistą)** oraz **odporność nabytą (swoistą)**. Ich charakterystykę przedstawiliśmy na schemacie.

Rodzaje odporności

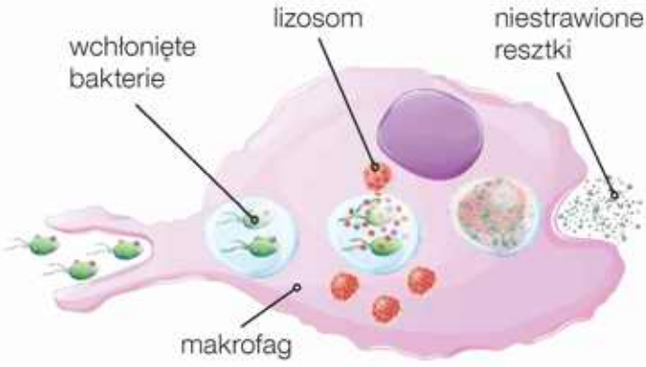
odporność wrodzona (nieswoista)	odporność nabyta (swoista)
• działa od momentu narodzin • nie jest skierowana przeciwko określonym czynnikom	• kształtuje się w ciągu życia • jest skierowana przeciwko określonym antygenom

Odporność wrodzona (nieswoista)

Odporność wrodzona stanowi pierwszą linię obrony organizmu przed czynnikami chorobotwórczymi. Zaliczamy do niej **bariery obronne**, które zapobiegają wniknięciu patogenu do organizmu, oraz **obronę komórkową i chemiczną**, która jest uruchamiana, gdy bariery obronne zawiodą.

Odporność wrodzona – obrona komórkowa i chemiczna

Patogeny, którym udało się przedostać do wnętrza organizmu, są atakowane i **fagocytowane** przez komórki żerne – **granulocyty** oraz **makrofagi**. Organizm wydziela również wiele cząsteczek chemicznych, m.in. **cytokiny** czy **białka ostrej fazy**, pobudzających komórki układu odpornościowego.



Makrofagi pochłaniają bakterie, a następnie trawią je dzięki enzymom zawartym w lizosomach. Niestrawione resztki są usuwane na zewnątrz.

Odporność wrodzona – bariery obronne

Bariery obronne tworzą: skóra, błony śluzowe (występujące w przewodzie pokarmowym oraz drogach oddechowych, moczowych i rozrodczych), a także odruchy obronne.

Skóra, dzięki zwartej strukturze, stanowi barierę mechaniczną. Pot i łój utrudniają rozwój mikroorganizmom.

Łzy i **ślina** zawierają lizozym – białko o działaniu bakteriobójczym.



Odruchy obronne: kaszel, kichanie, wymioty i łzawienie ułatwiają pozbywanie się patogenów z organizmu.





Rzęski i **śluz** obecne np. w drogach oddechowych utrudniają patogenom poruszanie się.

Bakterie symbiotyczne są konkurencją dla patogenów, ponieważ zajmują przestrzeń w organizmie, co utrudnia rozwój mikroorganizmom chorobotwórczym.





Niskie pH (kwasowy odczyn) soku żołądkowego jest zabójcze dla większości bakterii.

Odporność nabyta (swoista)

Mechanizmy odporności nabytej uruchamiają się zwykle później niż mechanizmy odporności wrodzonej. Są one skierowane przeciwko określonym antygenom. Antygeny te muszą zostać rozpoznane przez limfocyty T i B, które odpowiadają za ten rodzaj odporności.

Wyróżniamy dwa główne rodzaje odporności nabytej: **odporność nabytą komórkową** i **odporność nabytą humoralną**.

Współpraca odporności wrodzonej z odpornością nabytą

Gdy do organizmu dostają się patogeny, najpierw uruchamiają się mechanizmy odporności wrodzonej, np. makrofagi fagocytują bakterie. Następnie makrofagi prezentują antygeny komórkom odpowiedzialnym za odporność nabytą, czyli limfocytom T i B. Z kolei związki wydzielane przez limfocyty pobudzają do działania komórki odpowiedzialne za odpowiedź wrodzoną.

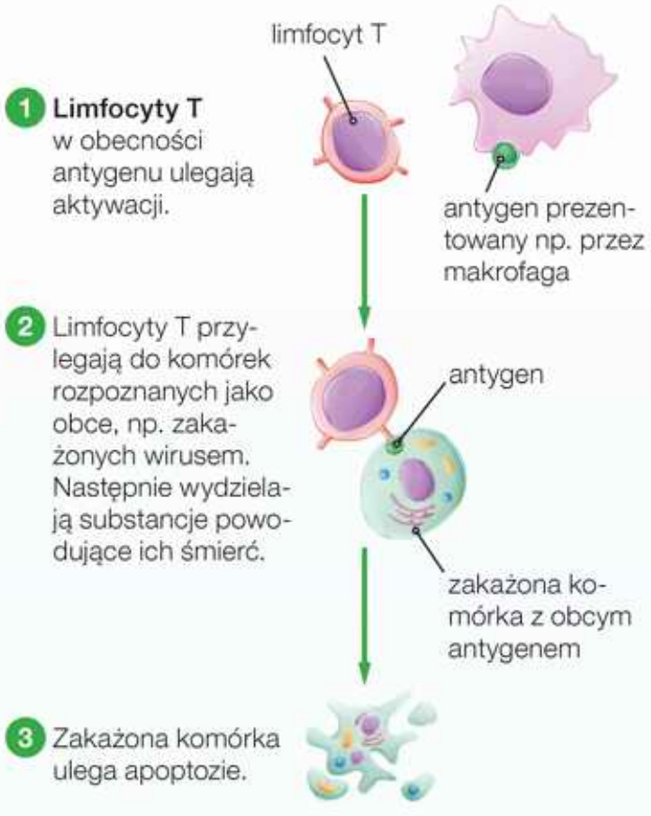
Mechanizmy odporności nabytej – komórkowej i humoralnej

Odporność nabyta komórkowa i odporność nabyta humoralna działają przeciwko określonym antygenom. Po rozpoznaniu antygenu skierowane przeciwko niemu limfocyty T i B namnażają się i stają się aktywne. Organizm wytwarza także tzw. komórki pamięci umożliwiające szybszą reakcję na ten antygen w przyszłości. Następnie patogeny z określonymi antygenami lub zakażone nimi komórki są usuwane.

ODPORNOŚĆ NABYTA

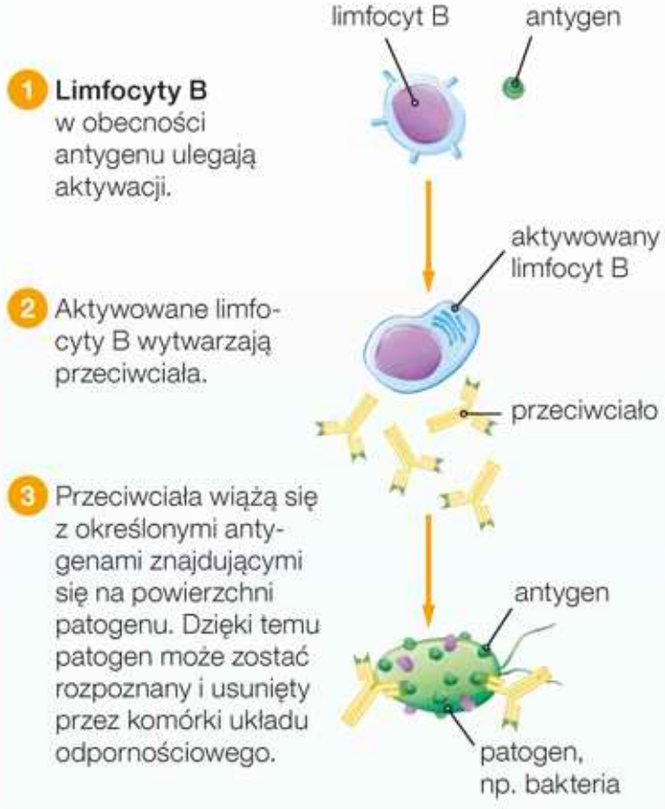
Odporność nabyta komórkowa

Polega na niszczeniu komórek rozpoznawanych jako obce przez limfocyty T.



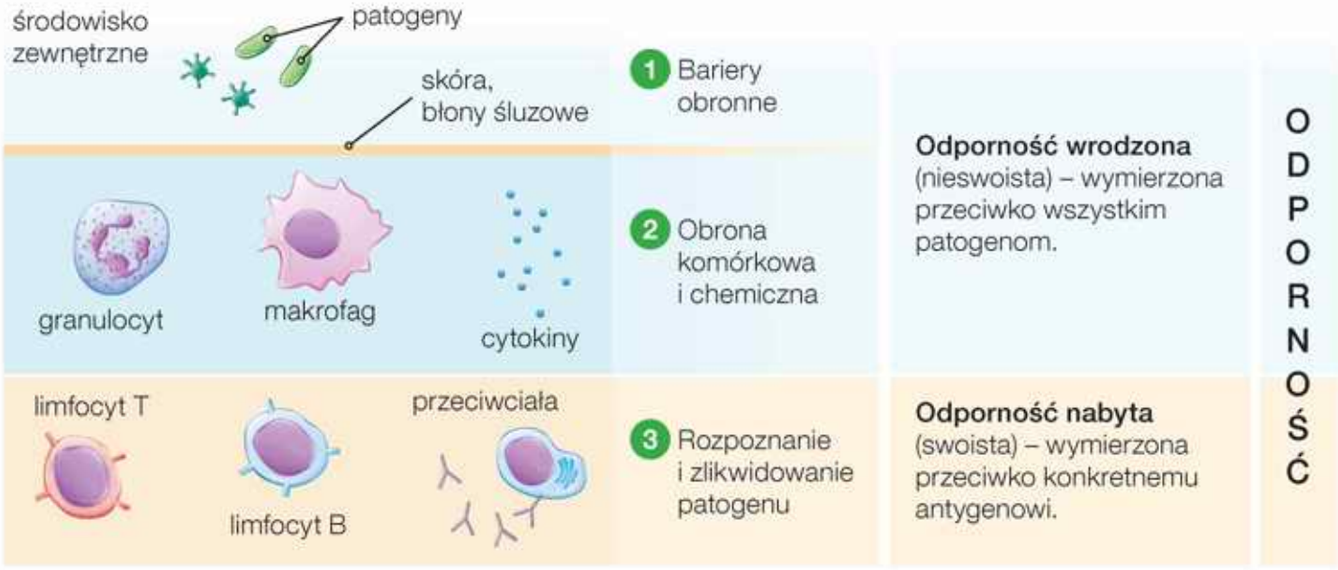
Odporność nabyta humoralna

Zachodzi z udziałem przeciwciał, które są wytwarzane przez aktywowane limfocyty B.



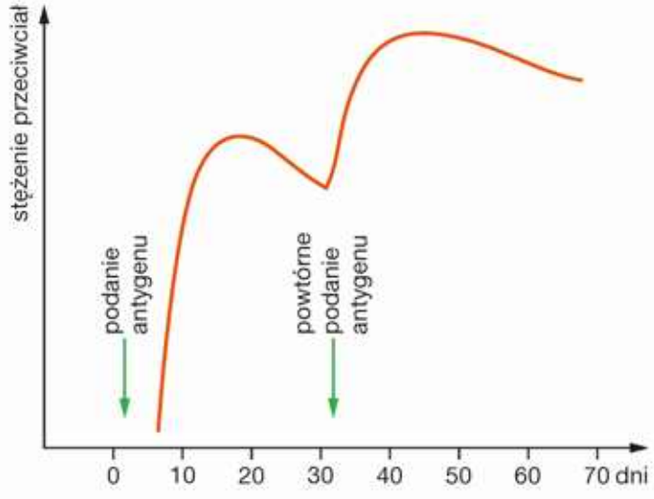
Trzy linie obrony organizmu

Pierwszą linię obrony naszego organizmu tworzą **bariery obronne** w postaci **skóry** oraz **błon śluzowych**. Uniemożliwiają one dostanie się intruzów, czyli patogenów, do wnętrza organizmu. **Drugą linię** stanowią **cząsteczki** i **komórki** nieswoiście niszczące te patogeny, które zdołały pokonać pierwszą linię obrony. **Trzecią linię obrony** tworzą **limfocyty B** i **limfocyty T**, które rozpoznają i swoiście likwidują patogeny.



Pierwotna i wtórna odpowiedź immunologiczna

Mechanizmy odporności wrodzonej działają natychmiast, na wytworzenie odporności nabytej potrzeba więcej czasu. Przy pierwszym kontakcie z antygenem, czyli podczas tzw. pierwotnej odpowiedzi immunologicznej, stężenie przeciwciał jest największe po ok. 3 tyg.



Stężenie przeciwciał w pierwotnej i wtórnej odpowiedzi immunologicznej.

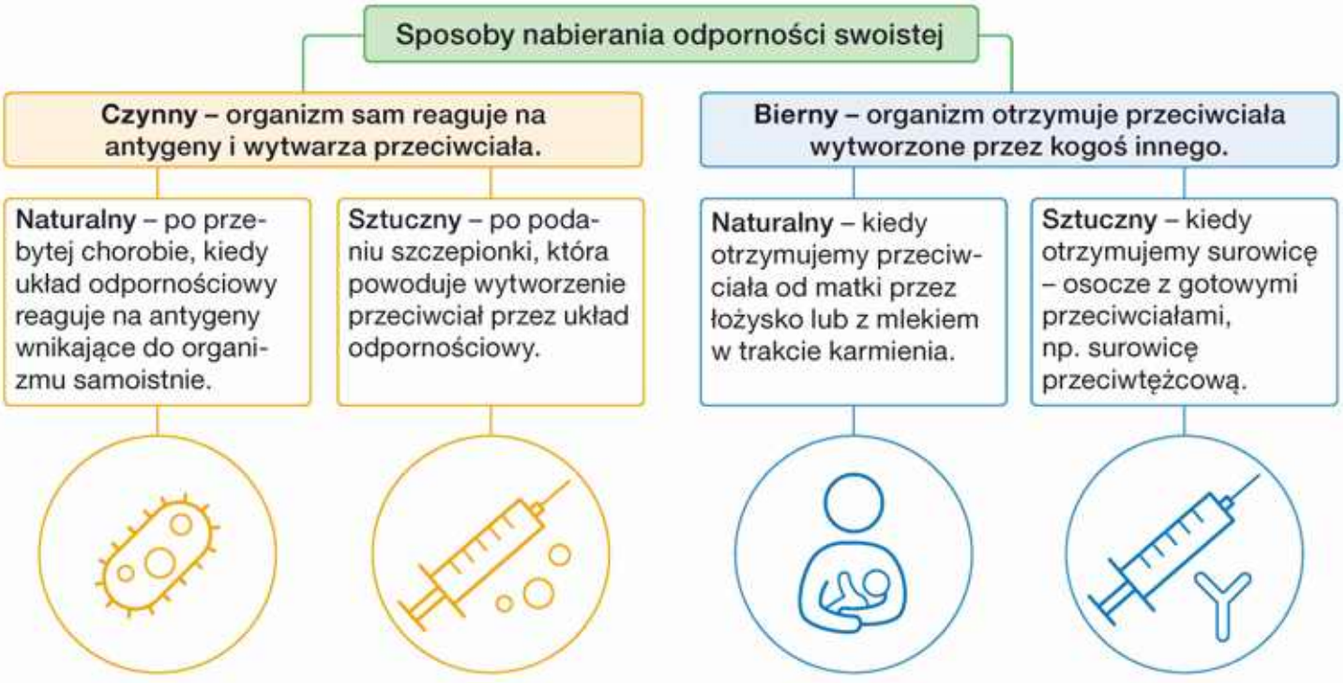
od zetknięcia z antygenem. Przy kolejnym kontakcie z tym samym antygenem, czyli podczas wtórnej odpowiedzi immunologicznej jest znacznie więcej przeciwciał i dużo szybciej osiągają one maksymalne stężenie. Jest to związane z występowaniem tzw. **pamięci immunologicznej** – w wyniku pierwotnej odpowiedzi immunologicznej powstały tzw. komórki pamięci immunologicznej (limfocyty B pamięci, limfocyty T pamięci) oraz przeciwciała, które pozostały w organizmie.

Jak działa szczepionka?

Szczepionki to preparaty, które zawierają martwe lub osłabione patogeny, oczyszczone antygeny lub ich fragmenty. Ich podanie imituje naturalną infekcję. W ten sposób zmusza się układ odpornościowy do wytworzenia komórek pamięci i przeciwciał. Szczepionki pozwalają więc organizmowi na naukę obrony przed patogenami.

Jak organizm nabiera odporności swoistej?

Odporność swoista jest związana z działaniem przeciwciał, które warunkują uzyskanie odporności na ściśle określone antygeny. Organizm może je wytworzyć sam (po przebytej chorobie lub na skutek podania szczepionki) albo uzyskać je od matki. Źródłem przeciwciał może być również surowica (antytoksyna) – jest to specjalny preparat, składający się z osocza zawierającego przeciwciała, np. przeciwko laseczkom tężca czy jadom niektórych węży.



W skrócie

- Elementy układu odpornościowego:
  – naczynia limfatyczne wraz z limfą oraz wszystkie narządy układu limfatycznego,
  – komórki biorące udział w reakcjach odpornościowych, m.in.: granulocyty, makrofagi, limfocyty T i B,
  – cząsteczki, takie jak przeciwciała, białka ostrej fazy i cytokiny.
- **Odporność wrodzona (nieswoista)** działa od momentu narodzin. Chroni przed wieloma czynnikami chorobotwórczymi, nie jest skierowana przeciwko konkretnemu patogenowi.
- **Odporność nabyta (swoista)** kształtuje się w ciągu całego naszego życia w wyniku kontaktu z różnymi czynnikami chorobotwórczymi. Jest skierowana przeciwko określonym antygenom.
- **Odporność nabyta komórkowa** zachodzi z udziałem limfocytów T.
- **Odporność nabyta humoralna** zachodzi z udziałem przeciwciał wytwarzanych przez aktywowane limfocyty B.

Polecenia kontrolne

1. Opisz funkcję dwóch wybranych narządów układu odpornościowego.
2. Porównaj odporność wrodzoną z odpornością nabytą.
3. Wyjaśnij, jaka jest różnica pomiędzy odpornością humoralną a odpornością komórkową.

7.2. Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego

Zwróć uwagę na:
- zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego,
- zgodność tkankową i jej znaczenie w transplantologii,
- znaczenie immunosupresji.

W nielicznych przypadkach nasz układ odpornościowy reaguje zbyt intensywnie lub odwrotnie – nie jest w stanie zapewnić dostatecznej obrony. W takich sytuacjach może skierować mechanizmy obronne np. w stronę komórek i tkanek własnego organizmu lub przyczynić się do powstania różnych chorób. Na nieprawidłowe działanie układu odpornościowego wpływają zarówno czynniki wewnętrzne, jak i zewnętrzne.

Osłabiona odpowiedź immunologiczna

Zdarza się, że układ odpornościowy ulega osłabieniu lub nawet całkowicie przestaje działać. Jest to stan **niedoboru odporności**, w którym zdolność układu odpornościowego do odpowiedzi immunologicznej jest zmniejszona lub zniesiona. Osoby z niedoborem odporności często chorują na infekcje o ciężkim przebiegu oraz na choroby nowotworowe.

Do czynników osłabiających układ odpornościowy należą m.in. **wrodzone choroby genetyczne**, takie jak ciężki złożony niedobór odporności (ang. Severe Combined Immunodeficiency – SCID) lub **infekcja wirusem HIV** (ang. Human Immunodeficiency Virus), prowadząca do choroby o nazwie **zespół nabytego niedoboru odporności** (ang. Acquired Immune Deficiency Syndrome – AIDS).

Na kondycję układu odpornościowego w dużym stopniu wpływa również **tryb życia**, np.: stres, niewłaściwa dieta, brak aktywności fizycznej lub snu, palenie papierosów czy nadużywanie alkoholu.

Nadmierna odpowiedź immunologiczna

Dla obrony naszego organizmu duże znaczenie ma rozpoznanie zagrożenia. Układ odpornościowy czasami jednak źle identyfikuje czynniki zewnętrzne lub wewnętrzne i reaguje niewspółmiernie do zagrożenia. Powstaje wtedy **nadmierna reakcja immunologiczna**. Przykładami takiej nadmiernej odpowiedzi są **reakcje alergiczne**.



Choroby autoimmunologiczne (autoimmunizacyjne)

Choroby autoimmunologiczne polegają na tym, że organizm uruchamia mechanizmy odporności przeciwko własnym komórkom. Przykłady tych chorób podaliśmy poniżej.



Łuszczyca jest przewlekłą chorobą skórną. Jej objawem są łuszczące się wykwity skórne.



Reumatoidalne zapalenie stawów prowadzi do uszkodzenia chrząstek, więzadeł i ścięgien.



Bielactwo nabyte jest chorobą, w której przeciwciała uszkadzają komórki barwnikowe skóry.

To było w szkole podstawowej!

Zespół nabytego niedoboru odporności (AIDS)

- **Przyczyna:** zakażenie wirusem HIV. Atakuje on limfocyty T, które odpowiadają za rozpoznawanie antygenów. Pierwsze objawy zakażenia wirusem HIV mogą przypominać grypę lub anginę. Potem następuje kilkuletni okres utajenia. W tym czasie ciągle zmniejsza się ilość limfocytów T. Ostatecznie jest ich tak mało, że organizm nie może się bronić – wtedy rozwija się zespół chorobowy określany mianem AIDS. Dochodzi w nim do rozwoju nowotworów oraz częstych zakażeń (np. zapalenia płuc) powodowanych nawet przez takie drobnoustroje, które dla osób zdrowych są nieszkodliwe.
- **Profilaktyka:** zapobieganie zakażeniom HIV: bezpieczne zachowania seksualne, unikanie kontaktu z zakażoną krwią.
- **Drogi zakażenia:**



kontakty seksualne | ciąża, poród, karmienie piersią | transfuzja zakażonej krwi | używanie zakażonych strzykawek

Alergie

Alergia to nadwrażliwość układu odpornościowego na określony czynnik.

- **Przyczyna:** układ odpornościowy zbyt silnie reaguje na kontakt z zupełnie nieszkodliwymi antygenami, nazywanymi alergenami. Do alergenów należą m.in. pyłki traw i drzew, roztocza kurzu domowego i jad niektórych owadów. Najgroźniejszą reakcją alergiczną jest wstrząs anafilaktyczny, którego objawami są: wysypka, swędzenie, świszczący, krótki oddech, niskie ciśnienie krwi i bladość.
- **Profilaktyka:** unikanie czynników powodujących reakcję alergiczną.



W przypadku wstrząsu anafilaktycznego podaje się adrenalinę i wzywa się pogotowie.

To było w szkole podstawowej!

Grupy krwi A, B, AB, 0

Grupy krwi wyróżniamy na podstawie obecności lub braku na błonie erytrocytów specjalnych związków nazywanych **antygenami**. Informacja o grupie krwi jest potrzebna przy transfuzji krwi, ponieważ w osoczu występują **przeciwciała** skierowane przeciwko antygenom innym niż antygeny występujące na naszych erytrocytach.

Czynnik Rh

Czynnikiem Rh nazywamy układ antygenów występujących na erytrocytach, z których najważniejszy jest antygen D. Jeśli występuje on na powierzchni erytrocytów, grupę krwi określamy jako **Rh+**, jeśli go nie ma – jako **Rh–**.

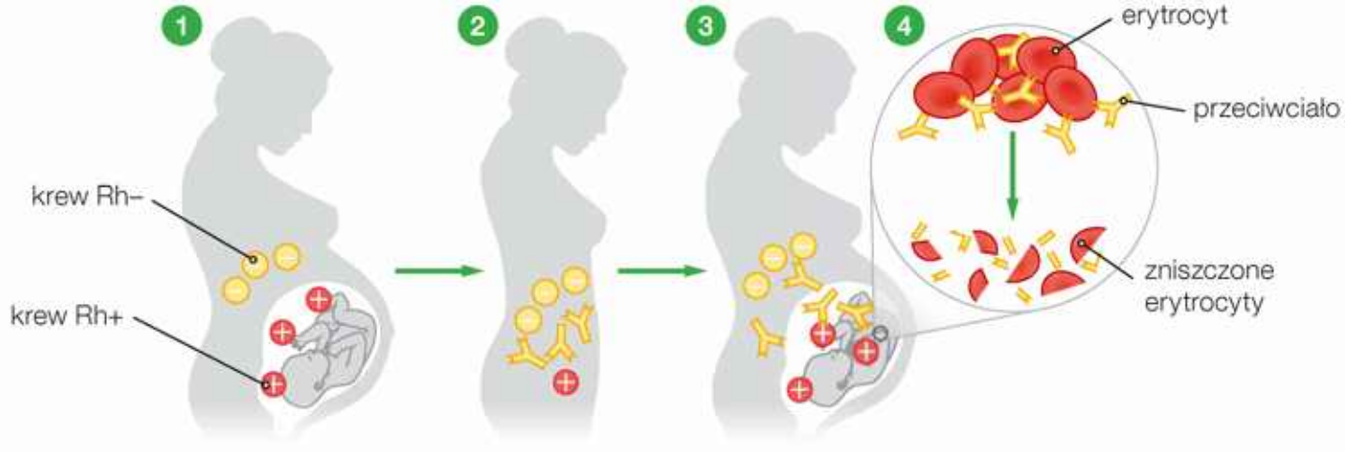
Przeciwciała i antygeny w grupach krwi A, B, AB, 0

Grupa krwi	Antygen na powierzchni erytrocytu	Przeciwciała w osoczu
A	A	anty-B
B	B	anty-A
AB	A i B	brak
0	brak	anty-A anty-B

Konflikt serologiczny w zakresie Rh

Konflikt serologiczny w zakresie Rh może wystąpić, gdy matka ma grupę krwi Rh–, a dziecko odziedziczyło po ojcu grupę krwi Rh+. Jeżeli w trakcie porodu dojdzie do kontaktu krwi matki z krwią dziecka, organizm matki wytwarza przeciwciała anty-RhD.

Podczas kolejnej ciąży wytworzone wcześniej przeciwciała mogą przechodzić przez łożysko do krwi dziecka, co spowoduje aglutynację (zlepianie się) erytrocytów dziecka. W ramach profilaktyki kobiety w ciąży powinny przeprowadzić badanie grupy krwi oraz badanie na obecność przeciwciał anty-RhD. Aby zapobiec skutkom konfliktu serologicznego, kobietom o krwi Rh– między 28 a 30 tygodniem ciąży oraz w ciągu 72 godzin od porodu podaje się przeciwciała anty-RhD. Ma to zapobiec wytworzeniu przez kobietę własnych przeciwciał.



1. Do wytworzenia przeciwciał anty-Rh dochodzi najczęściej w czasie porodu.
2. Pomiędzy ciążami ilość przeciwciał we krwi matki wzrasta.
3. W czasie kolejnej ciąży przeciwciała anty-RhD przedostają się do krwi dziecka.
4. Następuje aglutynacja i zniszczenie krwinek dziecka.

Czym jest główny układ zgodności tkankowej?

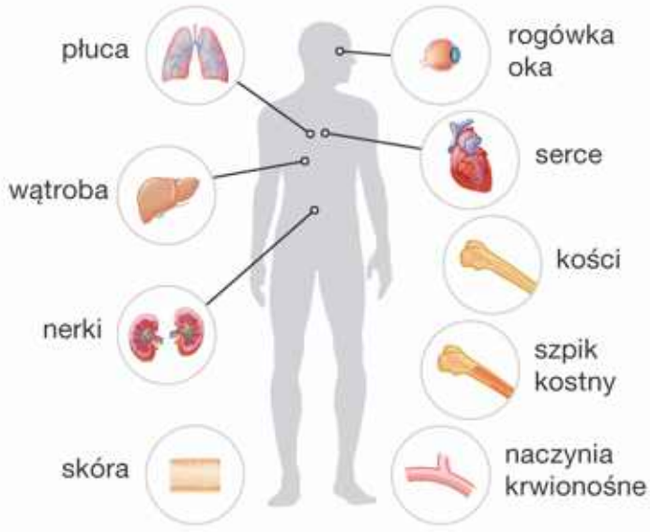
Główny układ zgodności tkankowej – MHC (ang. *major histocompatibility complex*) tworzą geny, które kodują tzw. antygeny zgodności tkankowej, występujące na powierzchni komórek ciała. Nazwa tych antygenów jest związana z tym, że odkryto je podczas badań dotyczących odrzucania przeszczepów skóry u myszy. Okazało się wówczas, że antygeny zgodności tkankowej mogą spowodować odrzucenie przeszczepu, a ich główną funkcją jest prezentowanie limfocytom T obcych antygenów.

U człowieka antygeny zgodności tkankowej określamy skrótem **HLA** (ang. *human leukocyte antigens*), ponieważ po raz pierwszy wykryto je na leukocytach. Antygeny HLA to glikoproteiny, które są warunkowane genetycznie przez ponad sto genów.

Przeszczepy

Przeszczepianie (transplantacja) narządu polega na pobraniu narządu z organizmu dawcy i przeniesieniu go do organizmu biorcy.

Przykłady przeszczepianych narządów i tkanek

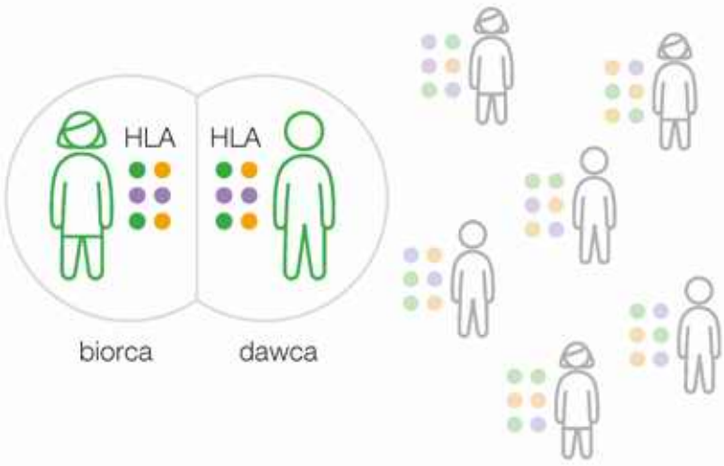


Narząd może pochodzić od martwego dawcy (jest to konieczne np. przy przeszczepie serca) lub od żywego dawcy. Od żywych dawców można pobrać szpik kostny, jedną nerkę czy fragment wątroby.

Przy transplantacji części narządu często wykonuje się przeszczepy rodzinne – bliskie pokrewieństwo daje większą szansę na zgodność tkankową.

Dlaczego istnieje ryzyko odrzucenia przeszczepu?

Organizm może odrzucić przeszczep, ponieważ każda osoba ma specyficzny dla siebie zestaw antygenów HLA. Układ odpornościowy wykorzystuje go, żeby stwierdzić, która komórka należy do organizmu, a która – nie. Przeciwko obcym komórkom organizm uruchamia mechanizmy odpornościowe.



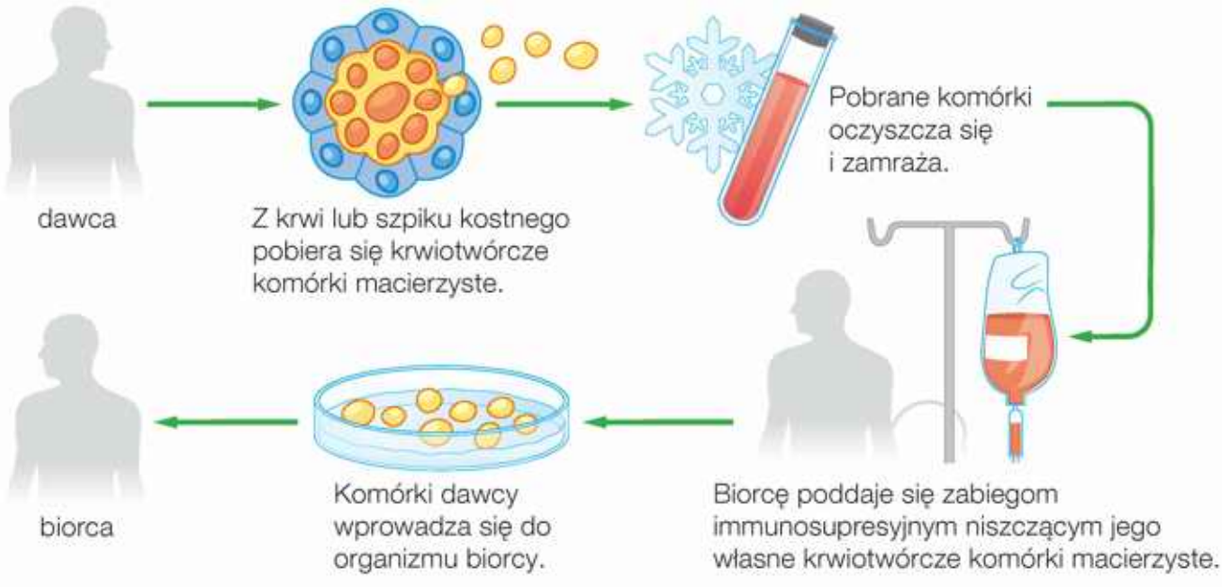
W transplantologii najważniejsze jest odpowiednie dopasowanie dawcy i biorcy tak, aby występowała między nimi jak największa zgodność tkankowa, czyli zgodność antygenów HLA. Dzięki temu ryzyko wywołania reakcji odpornościowych przeciwko komórkom dawcy jest dużo niższe. Przeszczep pomiędzy dwiema obcymi osobami grozi odpowiedzią immunologiczną prowadzącą do odrzucenia przeszczepu. Najmniejsze ryzyko odrzucenia przeszczepu występuje wtedy, gdy dawcą jest bliźniak jednojajowy.

Czym jest immunosupresja?

Aby zmniejszyć ryzyko odrzucenia przeszczepu, złagodzić objawy alergii czy objawy chorób autoimmunologicznych, podaje się leki sztucznie zmniejszające odporność. Proces ten nazywamy **immunosupresją**, a leki zmniejszające odporność – lekami immunosupresyjnymi.

Znaczenie immunosupresji w transplantacji szpiku kostnego

Przy przeszczepie krwiotwórczych komórek macierzystych (np. w leczeniu białaczki) stosuje się zabieg immunosupresyjny, polegający na całkowitym zniszczeniu szpiku kostnego biorcy przez radioterapię (promieniowanie) lub chemioterapię. Taka całkowita immunosupresja zmniejsza ryzyko odrzucenia przeszczepu.



W skrócie

- **Osłabiona odpowiedź immunologiczna** polega na zbyt słabej reakcji układu odpornościowego. Może być ona spowodowana np. niektórymi chorobami genetycznymi lub AIDS. Na osłabienie układu odpornościowego wpływa także tryb życia.
- **Nadmierna odpowiedź immunologiczna** polega na zbyt silnej reakcji na czynnik nieszkodliwy. Przykładami są alergie oraz choroby autoimmunologiczne.
- **Konflikt serologiczny** występuje wtedy, gdy matka ma grupę krwi Rh–, a dziecko grupę krwi Rh+.
- **Zgodność tkankowa (antygenowa)** to takie dopasowanie dawcy i biorcy, które warunkuje jak najmniejszą szansę na reakcję odpornościową i odrzucenie przeszczepu.
- **Immunosupresja** to sztucznie wywołany stan zmniejszonej lub zahamowanej odpowiedzi immunologicznej.

Polecenia kontrolne

1. Porównaj przyczyny zbyt słabej i nadmiernej odpowiedzi immunologicznej.
2. Podaj dwa przykłady wpływu trybu życia na odporność organizmu.
3. Określ, jakie znaczenie mają zgodność tkankowa i immunosupresja w transplantologii.

Podsumowanie

1 Budowa i funkcje układu odpornościowego

Układ odpornościowy

budowa	funkcje
• tkanki i narządy układu limfatycznego • komórki wyspecjalizowane w reakcjach obronnych • cząsteczki uczestniczące w reakcjach odpornościowych	• odróżnianie komórek organizmu od obcych komórek i cząsteczek • zwalczanie infekcji • usuwanie nieprawidłowych komórek, np. komórek nowotworowych

2 Funkcje narządów układu odpornościowego

Nazwa elementu	Funkcje
Narządy i tkanki układu limfatycznego	
Naczynia limfatyczne wraz z limfą	• Transportują limfocyty i inne komórki układu odpornościowego.
Szpik kostny czerwony	• Jest miejscem powstawania komórek układu odpornościowego. • Jest miejscem dojrzewania limfocytów B.
Grasica	• Jest miejscem dojrzewania limfocytów T.
Śledziona	• Niszczy zużyte krwinki i płytki krwi.
Węzły chłonne	• Filtrują limfę. • Zatrzymują i neutralizują patogeny.
Grudki limfatyczne	• Chronią przed infekcjami układów: pokarmowego, oddechowego i moczowego.
Migdałki	• Bronią organizm przed zakażeniami drogą oddechową i drogą pokarmową. • Zatrzymują się w nich i namnażają limfocyty.
Komórki wyspecjalizowane w reakcjach obronnych	
Granulocyty	• Niszczą patogeny przez fagocytozę. • Uwalniają bakteriobójcze substancje.
Makrofagi	• Niszczą patogeny przez fagocytozę.
Limfocyty:	
– T	• Regulują reakcje obronne. • Niszczą patogeny.
– B	• Ich główną funkcją jest produkowanie przeciwciał.
Cząsteczki uczestniczące w reakcjach odpornościowych	
Przeciwciała (immunoglobuliny – Ig)	• Łączą się z antygenami i wskazują je komórkom układu odpornościowego.
Białka ostrej fazy	• Uczestniczą w reakcji zapalnej, m.in. ułatwiają makrofagom fagocytozę.
Cytokiny	• Pobudzają inne komórki układu odpornościowego do działania oraz stymulują ich wzrost i podziały.

3 **Przeciwciała** – białka produkowane przez aktywowane limfocyty B. Ich głównym zadaniem jest łączenie się z antygenem. Przeciwciała same nie niszczą antygenu, ale wiążąc się z nim, wskazują go komórkom układu odpornościowego, przez co uaktywniają różne mechanizmy jego unieszkodliwiania.



Budowa przeciwciała.

4 **Rodzaje odporności**

Odporność

wrodzona (nieswoista)
- nie jest skierowana przeciwko określonym czynnikom
- działa szybko, w momencie zagrożenia
- istnieje od momentu narodzin

nabyta (swoista)
- jest wymierzona przeciwko konkretnemu antygenowi
- rozwija się powoli, działa szybciej przy kolejnym kontakcie z antygenem
- rozwija się w ciągu życia

bariery obronne
- skóra, błony śluzowe i ich wydzieliny
- odruchy obronne (kichanie, kaszel)

obrona komórkowa i chemiczna
- granulocyty, makrofagi
- cytokiny, białka ostrej fazy

rozpoznanie i zlikwidowanie patogenu
- limfocyty T i B
- przeciwciała

I linia obrony → II linia obrony → III linia obrony

5 **Rodzaje odporności nabytej**

Odporność nabyta

komórkowa
- polega na niszczeniu komórek rozpoznawanych jako obce przez limfocyty T

humoralna
- polega na niszczeniu antygenów przy udziale przeciwciał, wytwarzanych przez aktywowane limfocyty B

6 **Konflikt serologiczny w zakresie Rh**

Konflikt serologiczny w zakresie Rh polega na atakowaniu erytrocytów płodu przez przeciwciała matki. Może on wystąpić, gdy matka ma grupę krwi Rh–, a dziecko odziedziczyło po ojcu grupę krwi Rh+.

Jeżeli w trakcie porodu dojdzie do kontaktu krwi matki z krwią dziecka, organizm matki wytwarza przeciwciała anty-RhD. Podczas kolejnej ciąży przeciwciała te mogą przechodzić przez łożysko do krwi dziecka, co spowoduje aglutynację (zlepianie się) erytrocytów dziecka.

7 **Pamięć immunologiczną** tworzą komórki pamięci immunologicznej i przeciwciała wytworzone po pierwszym kontakcie z antygenem w czasie **pierwotnej odpowiedzi immunologicznej**. Umożliwia ona szybką reakcję układu odpornościowego przy ponownym wniknięciu antygenu, czyli **wtórną odpowiedź immunologiczną**.

8 Rodzaje odporności swoistej

Sposoby nabierania odporności swoistej

czynny	bierny
• organizm wytwarza przeciwciała na skutek kontaktu z antygenem	• organizm otrzymuje przeciwciała wytworzone przez inny organizm

naturalny	sztuczny	naturalny	sztuczny
• po przebytej chorobie	• po podaniu szczepionki	• od matki, np. przez łożysko	• po podaniu surowicy

9 Reakcje układu odpornościowego

Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego

nadmierna reakcja immunologiczna

Organizm reaguje zbyt intensywnie na czynnik nieszkodliwy.

choroby autoimmunologiczne	choroby alergiczne
Polegają na autoagresji, czyli reakcji odpornościowej skierowanej przeciwko własnym tkankom organizmu. Przykładami są: reumatoidalne zapalenie stawów, łuszczyca, bielactwo nabyte.	To nieprawidłowa, wzmożona odpowiedź immunologiczna organizmu na nieszkodliwy zazwyczaj czynnik zewnętrzny nazywany alergenem. Pierwszy kontakt zwykle jest niegroźny, drugi – doprowadza do różnych reakcji alergicznych.

zbyt słaba reakcja immunologiczna

Zdolność układu odpornościowego do odpowiedzi immunologicznej jest osłabiona lub zniesiona – następuje niedobór odporności.

Czynniki wpływające na złą kondycję układu odpornościowego:

- tryb życia (stres, niewłaściwa dieta, brak aktywności fizycznej, używki),
- niektóre choroby genetyczne,
- choroby układu immunologicznego (np. AIDS),
- osłabienie organizmu przez przewlekłe choroby lub w wyniku leczenia.

10 Antygeny zgodności tkankowej (HLA) – białka, które znajdują się na powierzchni większości komórek. Układ odpornościowy wykorzystuje je, aby odróżnić komórki należące do organizmu od obcych komórek. Antygeny zgodności tkankowej mają duże znaczenie w transplantologii – im większa jest ich zgodność między dawcą a biorcą, tym mniejsze jest ryzyko odrzucenia przeszczepu.

11 Immunosupresja – zmniejszenie odporności organizmu, stosowane u pacjentów po przeszczepie, w leczeniu chorób autoimmunologicznych i w łagodzeniu objawów alergii.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Przyporządkuj elementom układu odpornościowego (A–C) właściwe opisy wybrane spośród podanych (1–4). Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)

A. Grasica.
B. Śledziona.
C. Węzły chłonne.

1. Służy do niszczenia zużytych krwinek i płytek krwi.
2. Zachodzi tam filtrowanie limfy, dzięki czemu patogeny są zatrzymywane i neutralizowane.
3. Zachodzi tam dojrzewanie limfocytów T oraz eliminowanie nieprawidłowych limfocytów.
4. To miejsce powstawania wszystkich elementów komórkowych krwi.

2 **W tabeli przedstawiono różne mechanizmy odporności. Określ, które z nich dotyczą odporności swoistej, a które – odporności nieswoistej. Przepisz tabelę do zeszytu, a następnie wstaw znak X w odpowiednich komórkach.** (3 p.)

Mechanizmy odporności	Odporność swoista	Odporność nieswoista
1. Jest wymierzona przeciwko wszystkim patogenom.	?	?
2. Umożliwia powstawanie komórek pamięci.	?	?
3. Jest nabywana w trakcie życia organizmu.	?	?

3 **Poniżej podano grupy krwi czterech rodzin (A–D). Wybierz rodzinę, w której może wystąpić konflikt serologiczny podczas kolejnej ciąży. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

	Matka	Ojciec	Dziecko
A.	Rh+	Rh–	Rh+
B.	Rh–	Rh+	Rh+
C.	Rh+	Rh–	Rh–
D.	Rh–	Rh+	Rh–

4 **Przyporządkuj sposobom nabierania odporności swoistej przez organizm (A–D) odpowiednie przykłady wybrane spośród podanych (1–5). Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (4 p.)

A. Sposób czynny naturalny.
B. Sposób czynny sztuczny.
C. Sposób bierny naturalny.
D. Sposób bierny sztuczny.

1. Podanie szczepionki przeciw gruźlicy.
2. Przeciwciała przekazane dziecku przez łożysko.
3. Przebycie choroby zakaźnej, np. mononukleozy.
4. Przeciwciała podane z mlekiem matki w trakcie karmienia niemowlęcia.
5. Podanie surowicy przeciwtężcowej.

5 **Określ, w którym z wymienionych przypadków A–C ryzyko odrzucenia przeszczepu jest najmniejsze. Uzasadnij odpowiedź i zapisz ją w zeszycie.** (1 p.)

A. Przeszczep od osoby niespokrewnionej.
B. Przeszczep od bliźniaka jednojajowego.
C. Przeszczep od jednego z rodziców.

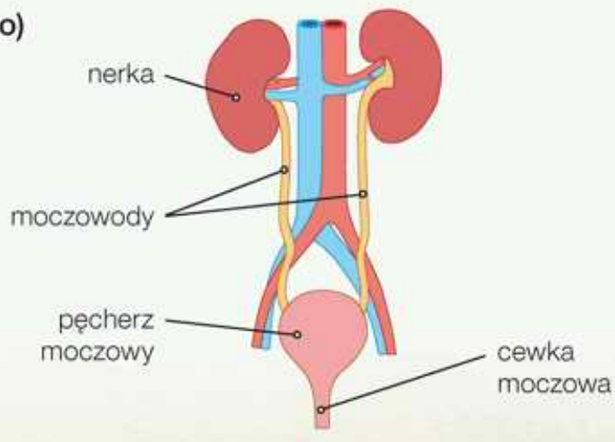


8. Układ moczowy

To było w szkole podstawowej!

- **Wydalanie** – usuwanie zbędnych i szkodliwych produktów przemian chemicznych zachodzących w organizmie.

- **Budowa układu moczowego (wydalniczego) człowieka:**
  - dwie nerki,
  - dwa moczowody,
  - pęcherz moczowy,
  - cewka moczowa.



- **Nefron** – podstawowy element funkcjonalny i budulcowy nerki, składający się z ciałka nerkowego i kanalika nerkowego.

8.1. Budowa i funkcjonowanie układu moczowego

Zwróć uwagę na:

- istotę procesu wydalania, produkty wydalania i narządy wydalnicze,
- budowę i funkcje narządów układu moczowego,
- przebieg cyklu mocznikowego,
- proces tworzenia się moczu i znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie.

Wewnątrz naszego organizmu trwa metaboliczny ruch. Płuca i przewód pokarmowy ciągle dostarczają tlenu i składników pokarmowych, które są substratami do przeprowadzania niezbędnych do życia procesów, np. oddychania tlenowego. W wyniku tych procesów powstają szkodliwe lub zbędne produkty przemiany materii, które muszą zostać usunięte z organizmu.

Funkcje układu moczowego

Do głównych funkcji układu moczowego należą:

- **wydalanie** – usuwanie zbędnych i szkodliwych produktów przemiany materii,
- **osmoregulacja** – aktywna regulacja ilości wody i soli mineralnych w organizmie, dzięki której ilość ta utrzymuje się na niemal stałym poziomie.

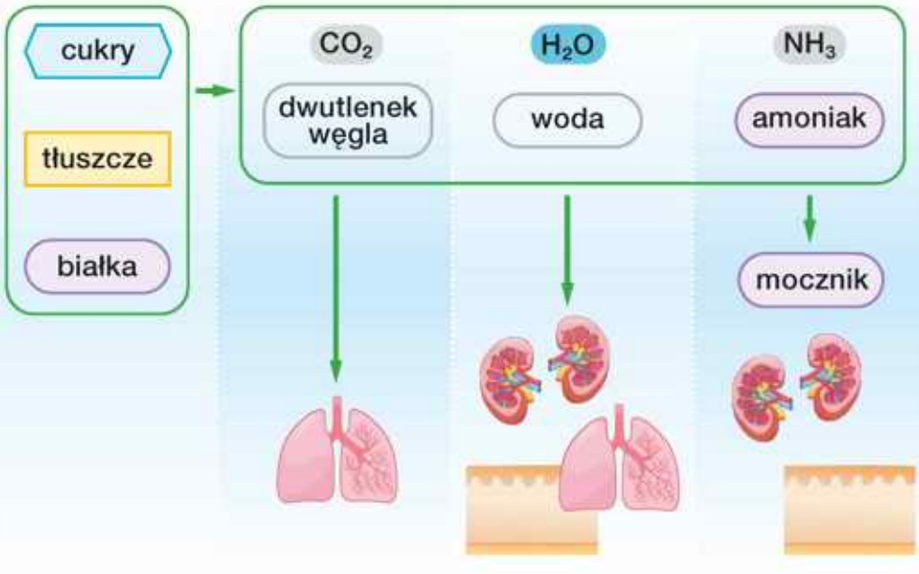
Wydalanie zbędnych produktów przemiany materii

Produkty przemiany materii (zbędne produkty metabolizmu) to końcowe produkty przemian związków organicznych: białek, tłuszczów i cukrów. Powstają one w takich procesach, jak oddychanie komórkowe czy rozkład aminokwasów. Głównymi produktami przemiany materii są dwutlenek węgla, woda oraz mocznik.

Produkty przemiany materii są usuwane przez różne narządy.

Większość **cukrów** i **tłuszczów** jest zbudowana tylko z węgla, wodoru i tlenu (np. glukoza: $C_6H_{12}O_6$). Najprostszymi produktami przemian tych związków są: dwutlenek węgla (CO_2) i woda (H_2O).

Białka są zbudowane z aminokwasów. Zawierają one azot, dlatego jednym z produktów ich przemian jest amoniak (NH_3). Amoniak to toksyczny związek, który w wątrobie jest przekształcany w mniej toksyczny mocznik.



Dwutlenek węgla jest usuwany przez płuca.

Woda jest usuwana przez nerki, skórę i płuca.

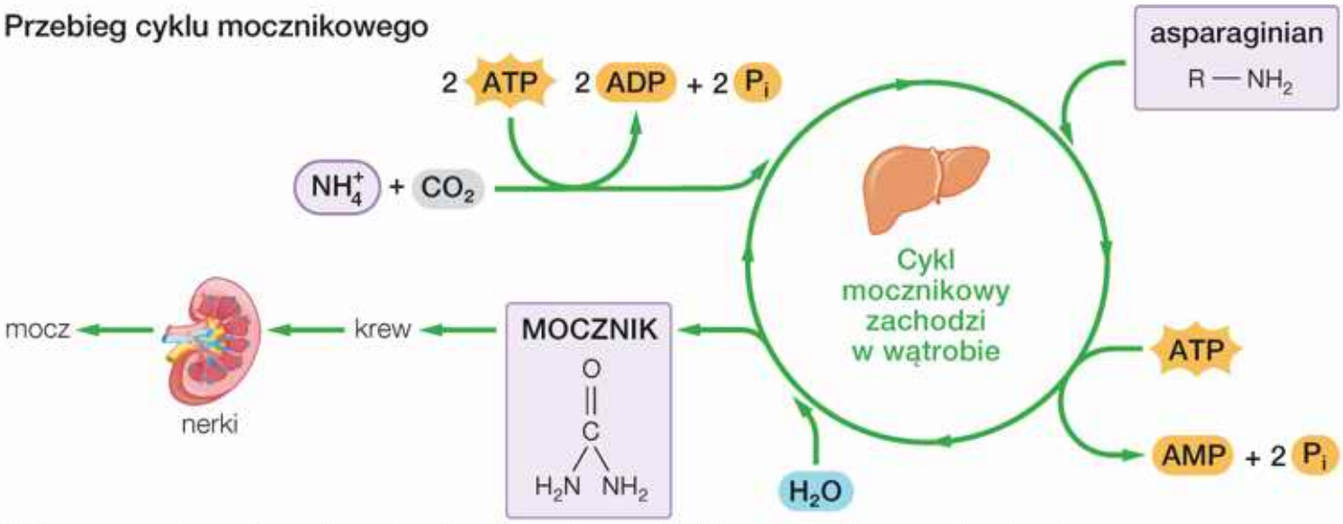
Mocznik jest usuwany przez nerki i skórę.

Cykl mocznikowy

W wyniku rozkładu aminokwasów powstaje toksyczny amoniak. Występuje on w postaci **jonów amonowych** (NH_4^+), które w wątrobie są przekształcane do mniej toksycznego mocznika. Cykl przemian zachodzących w wątrobie i prowadzących do wytworzenia mocznika nazywamy **cyklem mocznikowym**.

Mocznik jest usuwany z organizmu w procesie wydalania głównie z moczem, a w mniejszym stopniu z potem. To pozwala na utrzymanie homeostazy oraz uniknięcie zatrucia organizmu. Dodatkowo dzięki temu, że mocznik jest mniej toksyczny od amoniaku, jego stężenie w moczu może być większe, co ogranicza straty wody przy wydalaniu.

Przebieg cyklu mocznikowego



Jeden z atomów azotu występujących w moczniku pochodzi z asparaginianu, a drugi – z jonu amonowego. Atom węgla w moczniku pochodzi z jonu węglanowego.

Budowa układu moczowego

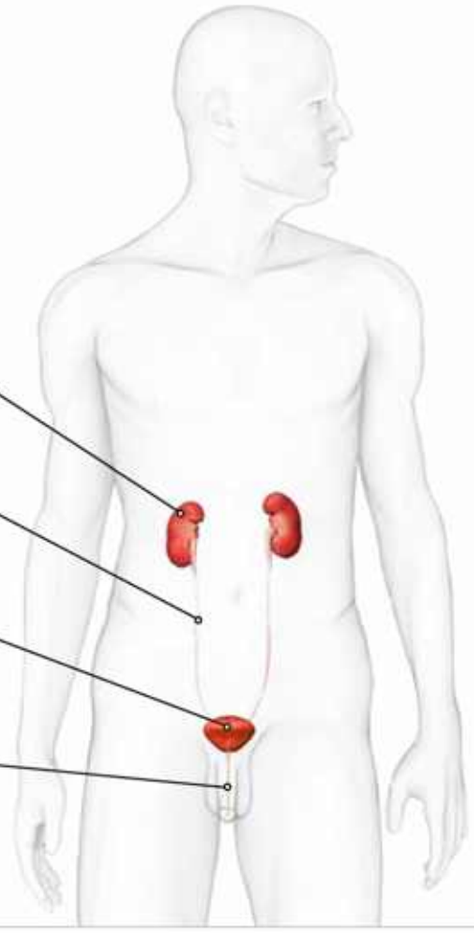
Układ moczowy człowieka jest zbudowany z parzystych nerek i moczowodów oraz pęcherza moczowego i cewki moczowej.

Nerki – parzyste narządy, które oczyszczają krew z niepotrzebnych lub szkodliwych substancji oraz produkują **mocz**.

Moczowody – parzyste przewody o długości ok. 25–30 cm, które odprowadzają mocz z nerek do pęcherza moczowego.

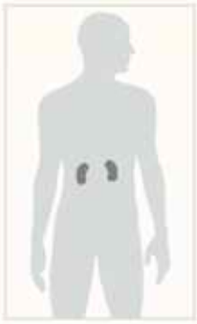
Pęcherz moczowy – narząd, który gromadzi mocz spływający moczowodami z nerek. Ma elastyczne ściany, dzięki którym może zwiększać swoją objętość. Jego pojemność wynosi ok. 1 l.

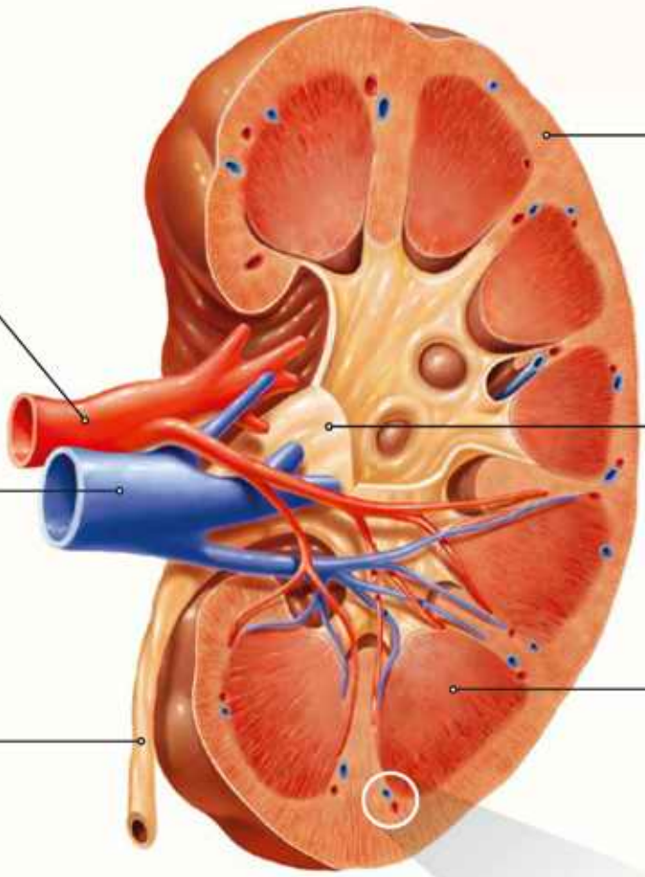
Cewka moczowa – wyprowadza mocz na zewnątrz ciała. U mężczyzn jest dłuższa niż u kobiet i służy także do wyprowadzania nasienia.



Budowa nerki

Nerka składa się z dwóch warstw: kory nerkowej i rdzenia nerki. Powstający w nerce mocz spływa do miedniczki nerkowej, a następnie do moczowodu.





kora nerkowa – warstwa zewnętrzna

Tętnica nerkowa dostarcza krew do nerki.

miedniczka nerkowa – rozszerzona, początkowa część moczowodu

Żyła nerkowa wyprowadza z nerki krew oczyszczoną – bez mocznika i szkodliwych lub niepotrzebnych związków.

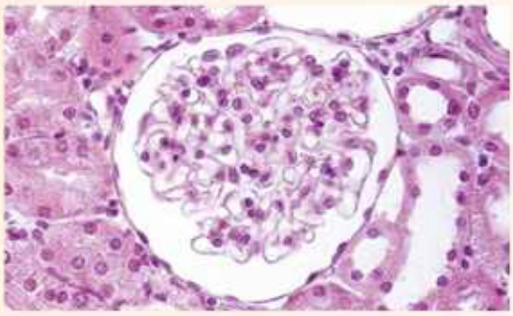
rdzeń nerki – warstwa wewnętrzna nerki

Wytworzony w nerce mocz jest odprowadzany **moczowodem** do pęcherza moczowego.

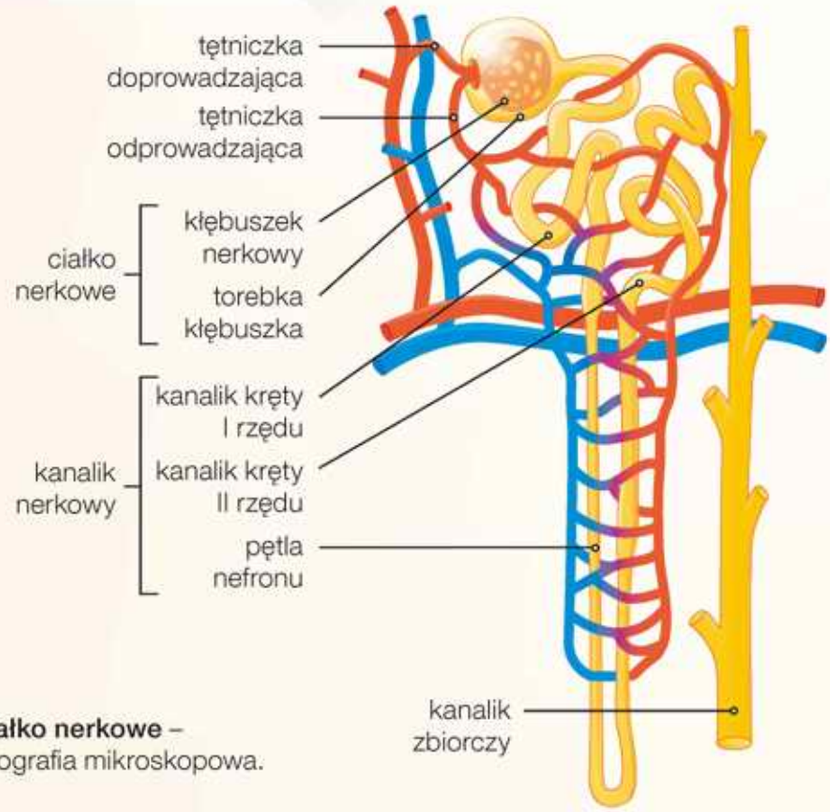
Budowa nefronu

Nefron to podstawowa strukturalna i funkcjonalna jednostka nerki. Nerka człowieka jest zbudowana z ponad miliona nefronów.

Pojedynczy nefron składa się z **ciałka nerkowego** i **kanalika nerkowego**. Ciałko nerkowe jest zbudowane z kłębuszka nerkowego oraz torebki kłębuszka. Kanaliki nerkowe nefronów uchodzą do kanalików zbiorczych.



Ciałko nerkowe – fotografia mikroskopowa.

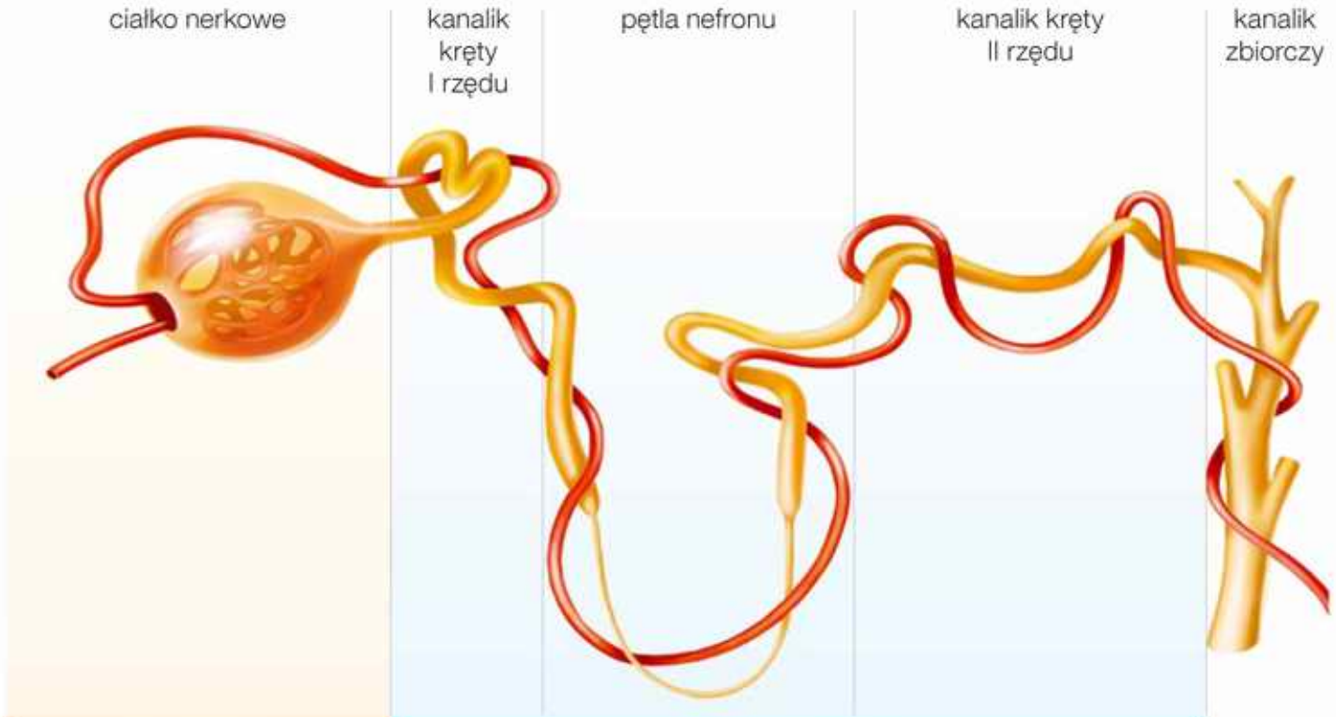


Jak powstaje mocz?

Proces tworzenia się moczu przebiega w nefronie i składa się z trzech etapów:

- **Filtracja** – zachodzi w ciałkach nerkowych. Są one zbudowane z kłębuszka naczyń włosowatych, otoczonych torebką przechodzącą w kanalik. Tętniczka doprowadzająca krew do kłębuszka ma większą średnicę niż tętniczka wyprowadzająca krew. Dlatego następuje „stłoczenie" krwi w kłębuszku, które powoduje zwiększenie jej ciśnienia i przenikanie części osocza z naczyń włosowatych do torebki. W ten sposób powstaje **mocz pierwotny**, który zawiera głównie wodę, a także jony soli mineralnych i związki organiczne, takie jak aminokwasy, witaminy, glukoza i mocznik. Dzienna produkcja moczu pierwotnego wynosi ok. 180 l.
- **Resorpcja** – polega na wchłanianiu zwrotnym do naczyń krwionośnych wielu potrzebnych organizmowi związków, które znajdują się w moczu pierwotnym. Resorpcji podlega głównie woda, której organizm odzyskuje aż ok. 178 l na dobę. Jest jej tak dużo, ponieważ w naszym ciele występuje ok. 5 l krwi, która jest wielokrotnie w ciągu doby filtrowana przez nerki. Do krwi wracają również: sole mineralne, glukoza, aminokwasy i witaminy.
- **Sekrecja** – polega na wydzielaniu do wnętrza kanalików różnych substancji, takich jak: jony wodoru i jony potasu, hormony sterydowe oraz niektóre leki.

W wyniku resorpcji oraz sekrecji mocz ulega zagęszczeniu. Zmienia się też jego skład. W ten sposób w ciągu doby jest produkowane ok. 1,5 l **moczu ostatecznego**.



FILTRACJA	RESORPCJA	
	SEKRECJA	
Polega na przenikaniu substancji z krwi do torebki kłębuszka. Przenikają m.in. woda, jony soli mineralnych, glukoza, mocznik i aminokwasy. Powstaje mocz pierwotny, którego skład jest zbliżony do składu osocza krwi.	**Resorpcja** polega na transporcie związków z kanalika do krwi. Ulegają jej m.in. woda, jony soli mineralnych, witaminy, aminokwasy oraz glukoza.	**Sekrecja** polega na wydzielaniu substancji do wnętrza kanalika. Wydzielane są m.in. jony potasu i wodoru oraz leki.

Wydalanie moczu

Mocz ostateczny spływa do kanalików zbiorczych, następnie do miedniczek nerkowych, a z nich do moczowodów. Skurcze moczowodów umożliwiają transport moczu do pęcherza moczowego, który stopniowo się wypełnia. Opróżnianie pęcherza moczowego jest kontrolowane przez **ośrodek wydalania** zlokalizowany w części krzyżowej **rdzenia kręgowego**. Dzięki niemu następuje rozluźnienie mięśni zwieraczy cewki moczowej i wydalenie moczu.

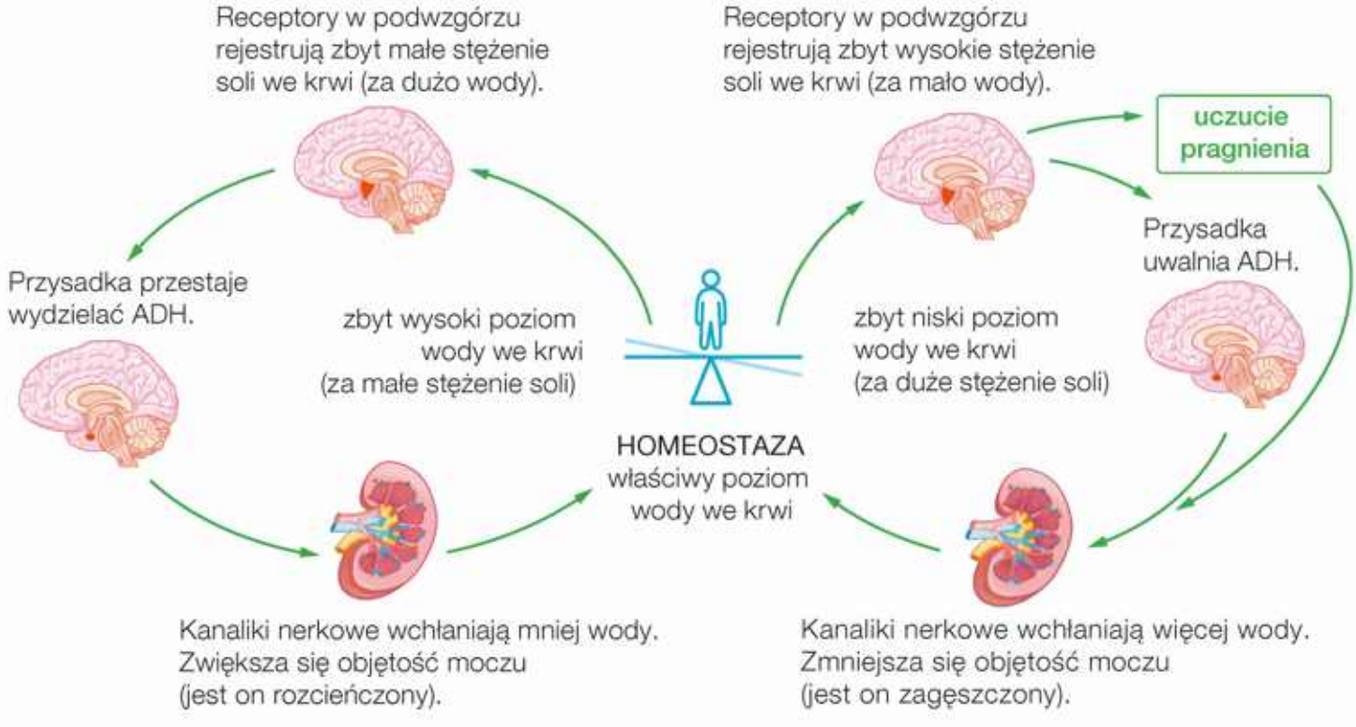
Regulacja hormonalna procesu tworzenia moczu

Ilość i stężenie moczu podlegają regulacji hormonalnej i zależą m.in. od stopnia uwodnienia organizmu. Najważniejszy w procesie regulacji jest **hormon antydiuretyczny** – ADH, który powoduje zwiększenie wchłaniania zwrotnego wody w kanalikach nerkowych. Hormon ten jest produkowany przez podwzgórze, a wydzielany przez przysadkę. Mechanizm regulacji wytwarzania moczu przedstawiliśmy na schemacie.

Porównanie składu osocza ze składem moczu pierwotnego i moczu ostatecznego

Składniki	Zawartość składników w g/cm^3 płynu		
	osocze	mocz pierwotny	mocz ostateczny
Woda	90,00–93,00	97,00–99,00	96,00–97,00
Glukoza	0,10	0,10	0,00
Białka	7,00–9,00	0,00	0,00
Mocznik	0,03	0,03	2,00
Sole nieorganiczne	0,72	0,72	1,50

Regulacja poziomu wody we krwi i objętości wydalanego moczu



Rola nerek w osmoregulacji

Jak wiesz, w nerkach zachodzi resorpcja soli mineralnych, które są odzyskiwane z moczu pierwotnego. Proces ten umożliwia utrzymanie stałego poziomu soli mineralnych we krwi. Pośrednio resorpcja soli wpływa również na objętość wody we krwi, ponieważ niektóre jony (np. jony sodu czy potasu) są osmotycznie czynne. Oznacza to w uproszczeniu, że ich nadmiar zatrzymuje wodę we krwi. Z kolei zbyt duża objętość krwi może wpływać na podwyższenie ciśnienia w naczyniach krwionośnych.

Hormony wydzielane przez nerki

Nerki również produkują hormony. Przykładem jest **erytropoetyna**, która pobudza produkcję erytrocytów w szpiku kostnym m.in. w warunkach niedotlenienia (np. kiedy znajdujemy się wysoko w górach). Dodatkowe podawanie erytropoetyny sportowcom jest jedną z form niedozwolonego dopingu.

W skrócie

- **Wydalanie** to proces usuwania zbędnych lub szkodliwych produktów przemiany materii.
- **Osmoregulacja** polega na regulacji ilości wody i soli mineralnych w organizmie.
- Zbędne lub szkodliwe produkty przemiany materii to końcowe produkty przemian metabolicznych, które są usuwane przez różne narządy: woda jest usuwana przez nerki, skórę i płuca, mocznik jest usuwany przez nerki i skórę, a dwutlenek węgla jest usuwany przez płuca.
- **Cykl mocznikowy** to zachodzący w wątrobie cykl metaboliczny, który umożliwia przemianę amoniaku w mocznik.
- **Układ moczowy** składa się z parzystych **nerek** i **moczowodów** oraz **pęcherza moczowego** i **cewki moczowej**.
- **Nerka** jest zbudowana z kory i rdzenia, a jej podstawową jednostką jest **nefron**, w którym zachodzi produkcja moczu.
- Etapy tworzenia się moczu to:
  - **filtracja** – przesączanie się substancji z krwi do torebki kłębuszka,
  - **resorpcja** – zwrotne wchłanianie wody i niektórych innych składników, np. jonów soli mineralnych, glukozy i aminokwasów, z moczu pierwotnego do krwi,
  - **sekrecja** – wydzielanie do moczu ostatecznego dodatkowych substancji, takich jak jony wodoru, jony potasu czy niektóre leki.
- Produkcja moczu jest regulowana przez **hormon ADH** (antydiuretyczny), który jest produkowany przez podwzgórze, a wydzielany przez przysadkę.

Polecenia kontrolne

1. Porównaj sposoby wydalania trzech głównych zbędnych produktów przemiany materii: amoniaku, dwutlenku węgla i nadmiaru wody.
2. Określ, czy cykl mocznikowy jest procesem anabolicznym, czy katabolicznym. Uzasadnij odpowiedź dwoma argumentami.
3. Podaj funkcje narządów tworzących układ moczowy.
4. Scharakteryzuj etapy tworzenia się moczu.
5. Opisz rolę hormonu ADH w utrzymaniu równowagi wodnej organizmu.
6. Podaj dwa przykłady sytuacji, w których objętość wydalanego moczu jest zmniejszona.

8.2. Choroby układu moczowego

Zwróć uwagę na:
- metody diagnostyczne chorób układu moczowego,
- dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.

Wadliwe funkcjonowanie układu moczowego sprawia, że w organizmie kumulują się szkodliwe substancje. Może to doprowadzić do poważnych objawów i zaburzenia pracy całego organizmu.

Diagnostyka układu moczowego

Choroby układu moczowego rozpoznaje się na podstawie badań laboratoryjnych – **badań ogólnych moczu** – oraz innych metod diagnostycznych, w tym obrazowych, takich jak **USG jamy brzusznej** czy **urografia**.

USG jamy brzusznej

Wykorzystanie aparatu USG umożliwia obrazową ocenę nieprawidłowości w budowie narządów układu moczowego: nerek, moczowodów i pęcherza moczowego. USG pozwala wykryć guzy i torbiele, a także złogi, czyli kamienie nerkowe. Metoda ta pomaga też ocenić stan dróg moczowych oraz przepływ krwi w tętnicach nerkowych.

Urografia

Urografia jest badaniem rentgenowskim, podczas którego do żył pacjenta wprowadza się kontrast (substancję cieniującą), który przemieszcza się do nerek i jest wydalany z moczem. W trakcie badania wykonuje się serię zdjęć umożliwiających obserwację nieprawidłowości w budowie narządów (np. nerek i pęcherza moczowego) lub trudności w przepływie moczu albo krwi. Badanie pozwala także wykryć guzy nowotworowe, torbiele czy krwiaki. Pierwsze zdjęcie wykonuje się przed podaniem kontrastu, następne – po jego podaniu, w kilkuminutowych odstępach.



Zdjęcie rentgenowskie układu moczowego wykonane z zastosowaniem kontrastu.

Czy wiesz, że...

Na podstawie badań moczu można nie tylko określić stany chorobowe, lecz także ustalić, czy kobieta jest w ciąży już po ok. 10 dniach od zapłodnienia. Test ciążowy polega na wykrywaniu w moczu hormonu produkowanego przez zarodek i łożysko.



Badanie moczu

Organizm pozbywa się wielu substancji wraz z moczem, dlatego analiza składu moczu dostarcza informacji nie tylko o samym układzie moczowym, lecz także o ogólnym stanie naszego zdrowia.

Parametry fizykochemiczne

- **Barwa moczu** powinna być jasnożółta lub słomkowa. Zmienia się ona pod wpływem chorób, przyjmowanych lekarstw, a także diety.
- **Przejrzystość** – mocz powinien być klarowny (przejrzysty). Zmętnienia świadczą o występowaniu w nim komórek, śluzów czy kryształków nieorganicznych.
- **Ciężar właściwy** zależy od stopnia zagęszczenia moczu. Na przykład bardzo duży ciężar właściwy może świadczyć o odwodnieniu organizmu, a zbyt mały – o niewydolności nerek.
- **Odczyn (pH)** powinien wynosić 5–8. Jego wartość zależy w dużej mierze od diety.

Związki chemiczne

- **Białko** nie powinno być obecne w moczu. Jego występowanie w znacznej ilości może świadczyć o poważnych chorobach, np. o niewydolności nerek.
- **Glukoza** nie powinna występować w moczu. Jej obecność może świadczyć np. o cukrzycy.
- **Ciała ketonowe** w moczu występują po długotrwałej głodówce albo w anoreksji, czasami również w cukrzycy.
- **Bilirubina** i **urobilinogen** poza granicami normy mogą wskazywać na stan zapalny wątroby lub żółtaczkę.

Analityka		
Nazwa badania	**Wynik badania**	**Zakres referencyjny**
Materiał: Mocz, data i godzina pobrania: nie podano, data i godzina przyjecia: 18-01-2019 12:50		
[A01] Badanie ogólne moczu		
Barwa	**j. żółta**	
Przejrzystość	**przejrzysty**	przejrzysty
Ciężar właściwy	**1,014 g/ml**	1,015—1,025
pH	**7,0**	5.0—8.0
Białko	**ujemny**	ujemny
Glukoza	**w normie**	w normie
Ciała ketonowe	**ujemny**	ujemny
Urolilinogen	**w normie**	w normie
Bilirubina	**ujemny**	ujemny
Osad		
Nabłonki	**pojedyńcze**	
Leukocyty	**ujemny**	
Erytrocyty	**ujemny**	
Bakterie	**ujemny**	

Osad moczu uzyskuje się po odwirowaniu próbki i ocenia się go mikroskopowo. Dopuszczalna jest obecność w nim kilku erytrocytów, leukocytów czy komórek nabłonków. Większa ich ilość może świadczyć o nieprawidłowościach. W osadzie nie powinny się również znajdować bakterie.



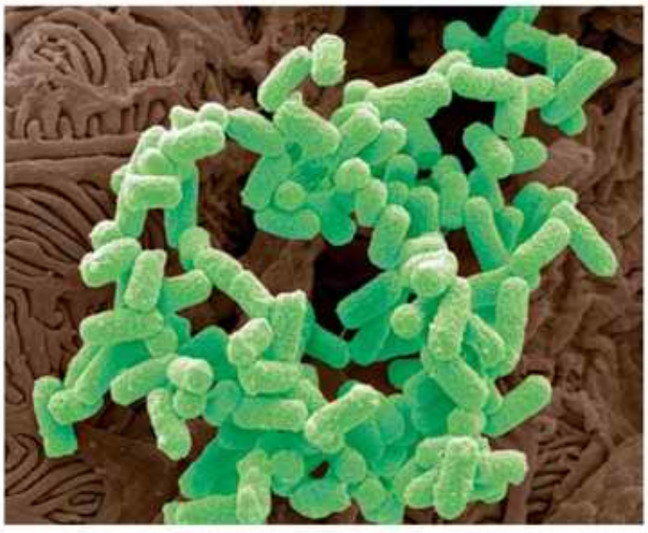
Badanie ogólne moczu pozwala na ocenę jego właściwości chemicznych i fizycznych, np. barwy.

☑ Choroby układu moczowego

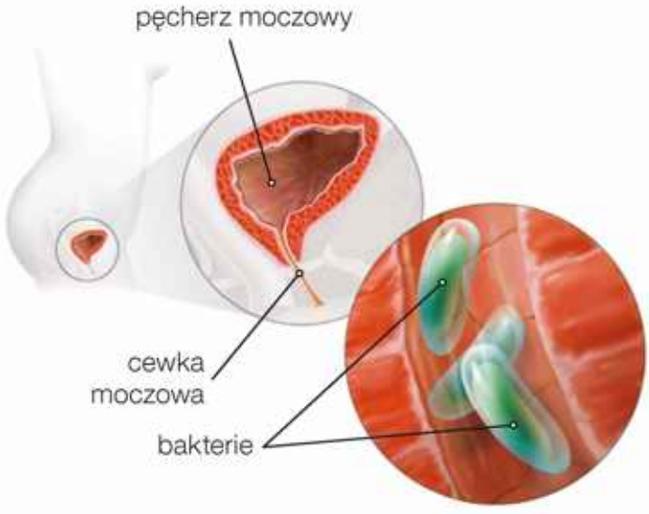
Zakażenia dróg moczowych

Zakażenie dróg moczowych dotyka częściej kobiet niż mężczyzn, ponieważ mają one krótszą cewkę moczową.

- **Przyczyny:** z reguły zakażenie bakteryjne, rzadziej wirusowe lub grzybicze.
- **Droga zakażenia:** najczęściej bakterie przedostają się do cewki moczowej z powierzchni skóry lub z odbytnicy.
- **Profilaktyka:** przestrzeganie zasad higieny, szczególnie miejsc intymnych, picie odpowiedniej ilości wody.



Bakterie *Escherichia coli* na powierzchni kłębuszków nerkowych (zdjęcie mikroskopowe SEM). Zakażenia dróg moczowych mogą prowadzić do zapalenia nerek.

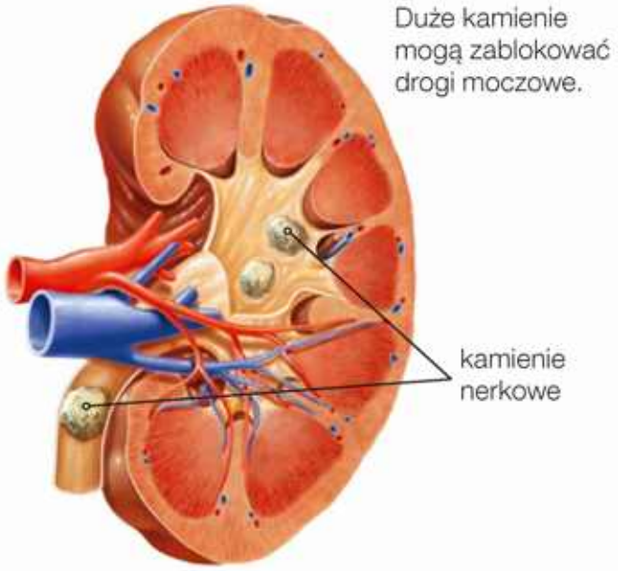


Bakterie do dróg moczowych dostają się najczęściej przez cewkę moczową.

Kamica nerkowa

Kamica nerkowa powstaje wtedy, gdy w nerkach lub w drogach moczowych tworzą się złogi mineralne nazywane kamieniami nerkowymi. Powstają one z substancji, które występują w moczu zwykle w postaci rozpuszczonej. Najczęściej są one zbudowane ze szczawianów lub fosforanów wapnia, rzadziej np. z kwasu moczowego.

- **Przyczyny:**
  - przetrzymywanie moczu,
  - picie zbyt małej ilości wody.
- **Profilaktyka:** picie odpowiedniej ilości wody, unikanie siedzącego trybu życia, odpowiednia dieta bogata w błonnik, ograniczenie spożycia soli.



Niewydolność nerek

Niewydolność nerek to stan chorobowy, w którym praca nerek jest zaburzona i ograniczona.

- **Przyczyny:**
  - choroby nerek (np. kamica nerkowa, zapalenie lub zwyrodnienie nerek),
  - uszkodzenia nerek na skutek innych chorób, np. nadciśnienia tętniczego lub cukrzycy.
- **Profilaktyka:** regularne badania profilaktyczne, kontrola ciśnienia krwi, okresowe badania moczu i krwi, ograniczenie ilości soli w diecie, a przede wszystkim – picie dużej ilości wody.
- **Objawy:**

Diagnostyka:
- badania moczu i krwi,
- USG jamy brzusznej,
- urografia,
- tomografia komputerowa.



brak apetytu | ból w klatce piersiowej | zmiana ilości wydalanego moczu | obrzęki | zaburzenia rytmu serca | krótki oddech

W przypadku zaawansowanej niewydolności nerek stosuje się terapię nerkozastępczą: dializę albo przeszczep nerki.

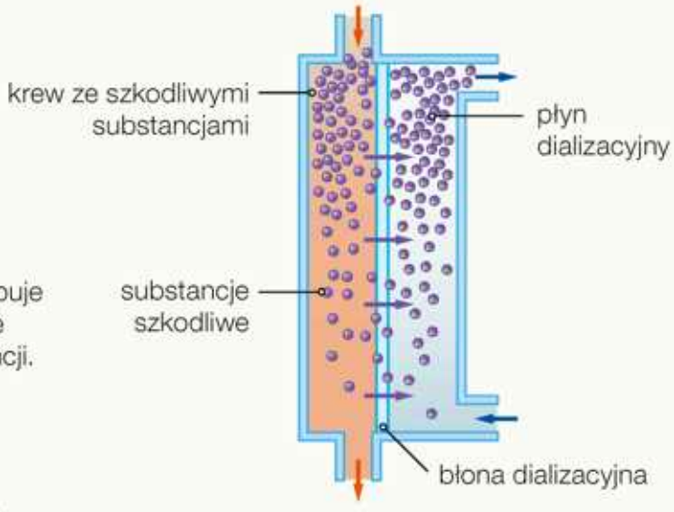
Dializa

Dializa jest leczeniem stosowanym w sytuacjach, kiedy nerki człowieka naskutek choroby przestają pracować lub ich działanie jest niewystarczające. Polega ona na oczyszczaniu krwi za pomocą błony półprzepuszczalnej. Najczęściej stosowanym rodzajem dializy jest **hemodializa**, w której wykorzystuje się urządzenie zwane dializatorem. Wewnątrz dializatora szkodliwe substancje przenikają z krwi przez błonę do płynu dializacyjnego.



Hemodializa trwa kilka godzin. Przeprowadza się ją kilka razy w tygodniu w specjalnym ośrodku.



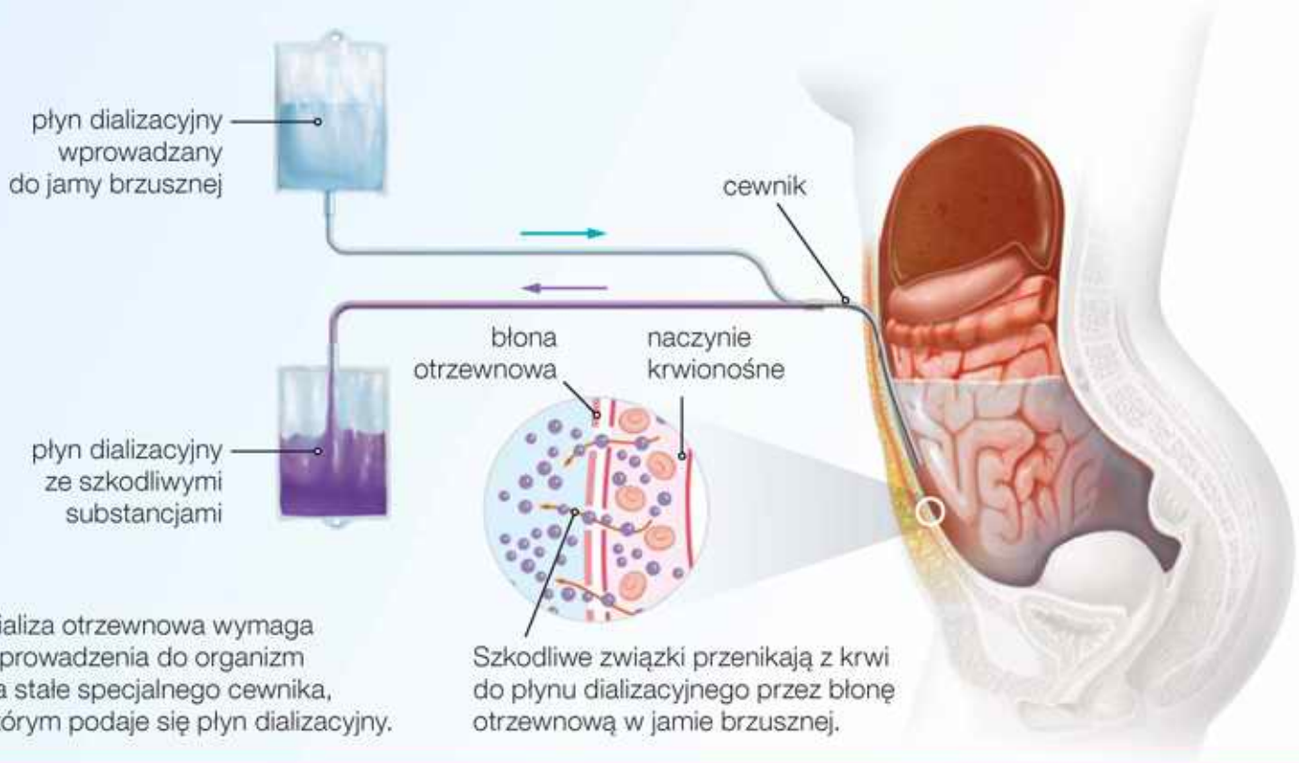


Schemat dializatora.

Dializa otrzewnowa

Bliżej życia

Spędzanie wielu godzin w ośrodkach dializacyjnych, nawet kilka razy w tygodniu, może być trudne dla osoby chorej na niewydolność nerek. W takiej sytuacji alternatywą jest tzw. dializa otrzewnowa, w której funkcję błony półprzepuszczalnej pełni błona otrzewnowa otaczająca jamę brzuszną. Dializa otrzewnowa odbywa się w domu, zwykle w nocy.



Dializa otrzewnowa wymaga wprowadzenia do organizm na stałe specjalnego cewnika, którym podaje się płyn dializacyjny.

Szkodliwe związki przenikają z krwi do płynu dializacyjnego przez błonę otrzewnową w jamie brzusznej.

W skrócie

- Do podstawowych badań diagnostycznych układu moczowego należą:
  - **badanie ogólne moczu** – analiza jego właściwości fizykochemicznych i mikroskopowa ocena osadu,
  - **USG jamy brzusznej** – badanie obrazowe z użyciem aparatu USG,
  - **urografia** – seria zdjęć rentgenowskich z użyciem kontrastu.
- **Niewydolność nerek** to stan chorobowy, w którym praca nerek jest ograniczona.
- **Dializa** jest leczeniem nerkozastępczym, stosowanym w stanach niewydolności nerek.

Polecenia kontrolne

1. Określ, które z parametrów badania moczu mogą przekraczać normę w przypadku infekcji dróg moczowych.
2. Podaj przykłady wykorzystania urografii oraz USG jamy brzusznej w diagnostyce chorób układu moczowego.
3. Wyjaśnij, jaka jest rola dializy w leczeniu chorych na niewydolność nerek.

Podsumowanie

1 **Funkcje układu moczowego:**

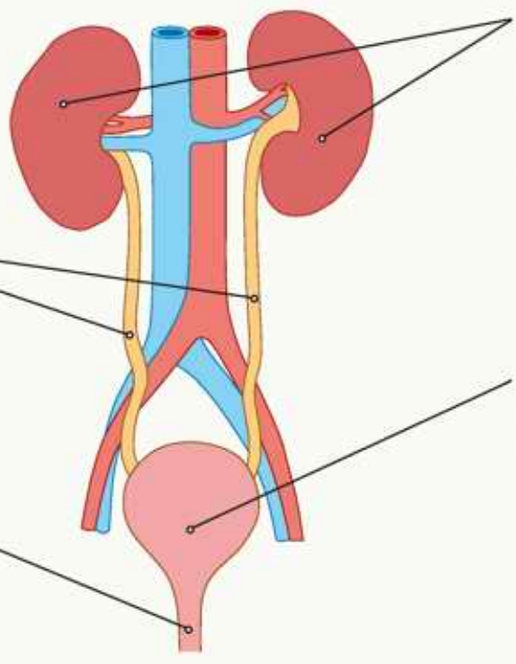
- **wydalanie** – usuwanie z organizmu zbędnych lub szkodliwych produktów przemiany materii,
- **osmoregulacja** – regulacja ilości wody i soli mineralnych w organizmie.

2 **Sposoby i drogi wydalania zbędnych produktów przemiany materii**

Zbędne produkty przemiany materii	Sposób wydalania	Drogi wydalania
Dwutlenek węgla	w wydychanym powietrzu	płuca
Woda	z moczem, z potem, w wydychanym powietrzu	nerki, skóra, płuca
Mocznik	z moczem, z potem	skóra, nerki

3 **Cykl mocznikowy** – sekwencja kilku reakcji enzymatycznych zachodzących w **wątrobie**. Substratami w cyklu mocznikowym są **jony amonowe** i **dwutlenek węgla**, a produktem jest mocznik. Energia potrzebna do zachodzenia cyklu mocznikowego pochodzi z cząsteczek ATP.

4 **Budowa układu moczowego**



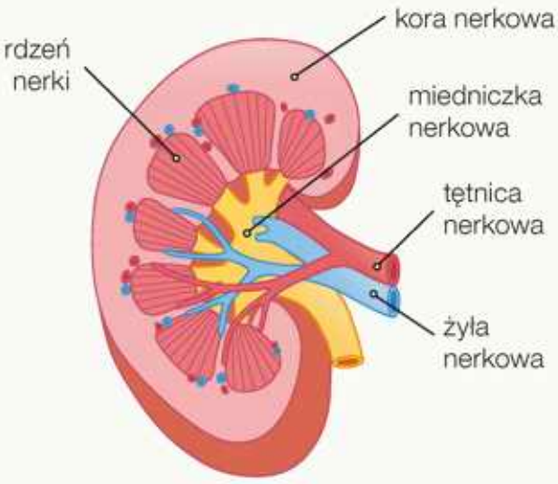
Nerki – oczyszczają krew z niepotrzebnych i szkodliwych substancji oraz produkują mocz. Wydzielają również hormon erytropoetynę.

Moczowody – odprowadzają mocz z nerek do pęcherza moczowego.

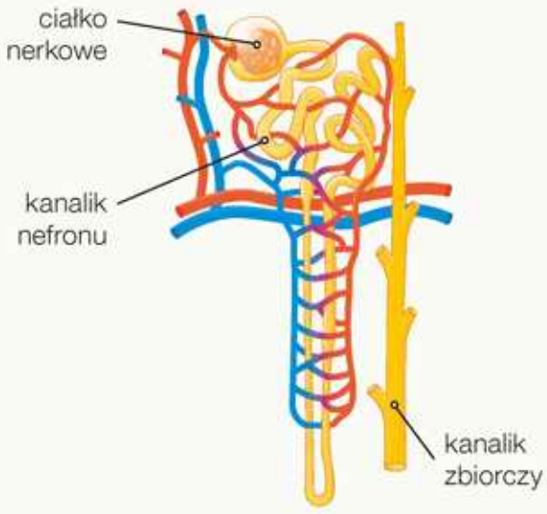
Pęcherz moczowy – gromadzi mocz spływający moczowodami z nerek.

Cewka moczowa – wyprowadza mocz na zewnątrz ciała.

5 Budowa nerki i nefronu



Budowa nerki.



Budowa nefronu.

6 Etapy produkcji moczu

Etap	Miejsce	Opis
Filtracja	ciałko nerkowe	Substancje przenikają z krwi do torebki kłębuszka. W efekcie powstaje mocz pierwotny, który ma skład zbliżony do osocza.
Resorpcja	kanalik nerkowy	Następuje resorpcja, czyli wchłanianie zwrotne potrzebnych organizmowi substancji (głównie wody, jonów soli mineralnych i glukozy) z moczu pierwotnego do krwi.
Sekrecja	kanalik nerkowy	Z krwi do kanalików są wydzielane np. jony potasu, jony wodoru i leki. Powstaje mocz ostateczny.

7 Produkcja moczu jest regulowana m.in. przez **hormon antydiuretyczny (ADH)**, produkowany przez podwzgórze, a wydzielany przez przysadkę. ADH powoduje zwiększenie wchłaniania zwrotnego wody w kanalikach nerkowych.

8 **Podstawowe badania diagnostyczne** układu moczowego to:

- **badanie ogólne moczu** – analiza jego właściwości fizycznych i chemicznych oraz mikroskopowa ocena osadu,
- **USG jamy brzusznej** – badanie obrazowe z użyciem aparatu USG,
- **urografia** – seria zdjęć rentgenowskich z użyciem kontrastu.

9 Chorobami związanymi z układem moczowym są **zakażenia dróg moczowych**, **kamica nerkowa** i **niewydolność nerek**.

10 **Dializa** – leczenie nerkozastępcze, stosowane w stanach niewydolności nerek. Polega na oczyszczaniu krwi z wykorzystaniem błony półprzepuszczalnej. Najczęściej stosowanym rodzajem dializy jest **hemodializa**.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (2 p.)

1.	Wydalanie polega na usuwaniu z organizmu końcowych produktów przemiany białek, cukrów i tłuszczów.	P	F
2.	Układ moczowy zapewnia utrzymywanie stałego poziomu wody i soli mineralnych w organizmie.	P	F

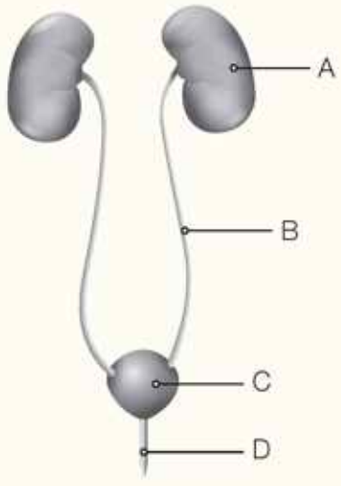
2 **Przerysuj tabelę do zeszytu, a następnie uzupełnij ją nazwami narządów, przez które są wydalane wymienione w niej związki.** (3 p.)

Związki wydalane przez organizm	Nazwy narządów
Woda	?
Mocznik	?
Dwutlenek węgla	?

3 **Przepisz zdania do zeszytu, wybierając wyrazy tak, aby zdania poprawnie opisywały cykl mocznikowy.** (3 p.)

A. Cykl mocznikowy zachodzi w *nerkach* / *wątrobie*.
B. Cykl mocznikowy jest procesem *wymagającym* / *niewymagającym* dostarczenia ATP.
C. Produkt, który powstaje w wyniku cyklu mocznikowego, jest usuwany z organizmu głównie z *moczem* / *potem*.

4 Na ilustracji przedstawiono budowę układu moczowego człowieka. (2 p.)



a) **Podaj nazwę narządu oznaczonego na ilustracji literą B. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

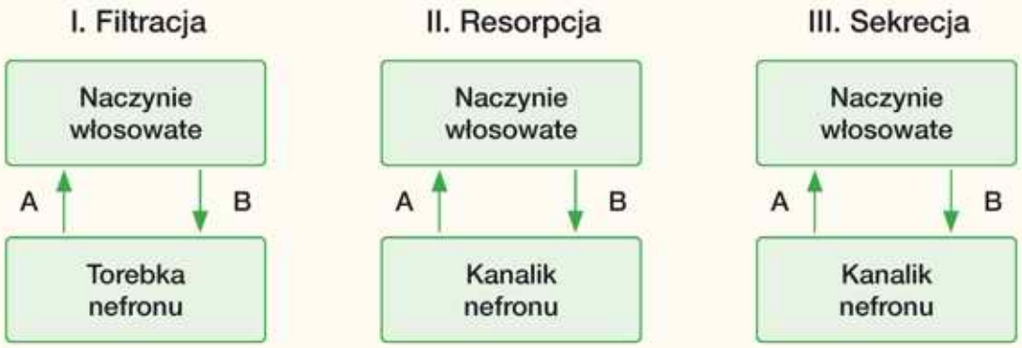
b) **Określ, który narząd (A–D) jest odpowiedzialny za produkcję moczu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

5 **Uporządkuj wymienione poniżej elementy nefronu tak, aby przedstawić we właściwej kolejności etapy powstawania moczu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

A. Kanalik krety II rzędu.
B. Kanalik zbiorczy.
C. Torebka nefronu
D. Pętla nefronu.
E. Kanalik kręty I rzędu.

6 **W ciągu doby powstaje 180 l moczu pierwotnego. Wyjaśnij, dlaczego jest możliwa produkcja tak dużej ilości moczu pierwotnego, skoro organizm człowieka zawiera jedynie ok. 5 l krwi.** (1 p.)

7 **Określ, która strzałka – A czy B – prawidłowo obrazuje kierunek przepływu substancji w każdym z przedstawionym etapów tworzenia się moczu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (3 p.)



8 **Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie uzupełnij ją, wpisując w odpowiednich miejscach pojęcia: wzrasta, maleje.** (4 p.)

Reakcja organizmu	Niska zawartość wody we krwi	Wysoka zawartość wody we krwi
Produkcja ADH	?	?
Resorpcja wody w nerkach	?	?
Ilość moczu	?	?
Zawartość wody we krwi	?	?

9 **Wyjaśnij, na czym polega dializa i w jakich przypadkach się ją stosuje. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)



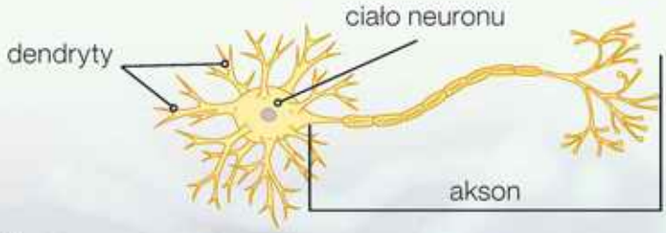
9. Układ nerwowy

To było w szkole podstawowej!

☑ **Podział układu nerwowego**

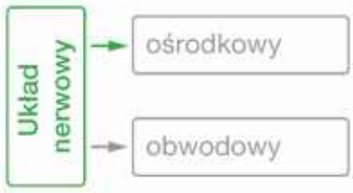
- **ze względu na sposób działania**
  - **autonomiczny układ nerwowy**
    - współczulny
    - przywspółczulny
  - **somatyczny układ nerwowy**
- **ze względu na budowę**
  - **ośrodkowy układ nerwowy**
    - mózgowie
    - rdzeń kręgowy
  - **obwodowy układ nerwowy**
    - nerwy czaszkowe
    - nerwy rdzeniowe

☑ **Neuron** – komórka nerwowa, która przekazuje informacje w postaci impulsów nerwowych. Zwykle impuls przebiega od dendrytów do aksonu.



Budowa neuronu.

9.1. Budowa i działanie układu nerwowego



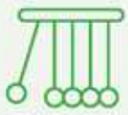
Zwróć uwagę na:

- budowę i funkcje układu nerwowego,
- związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego,
- sposoby połączeń między neuronami,
- działanie synapsy i przykłady neuroprzekaźników.

Czy zastanawiało Cię kiedyś, jak działa nasza pamięć lub w jaki sposób odbieramy i przetwarzamy informacje ze świata zewnętrznego? Odpowiedzi na te pytania możemy poznać, analizując pracę układu nerwowego. Aby zrozumieć, w jaki sposób funkcjonuje ten układ, należy najpierw poznać jego budowę oraz przyjrzeć się działaniu jego najmniejszej funkcjonalnej jednostki, czyli komórki nerwowej.

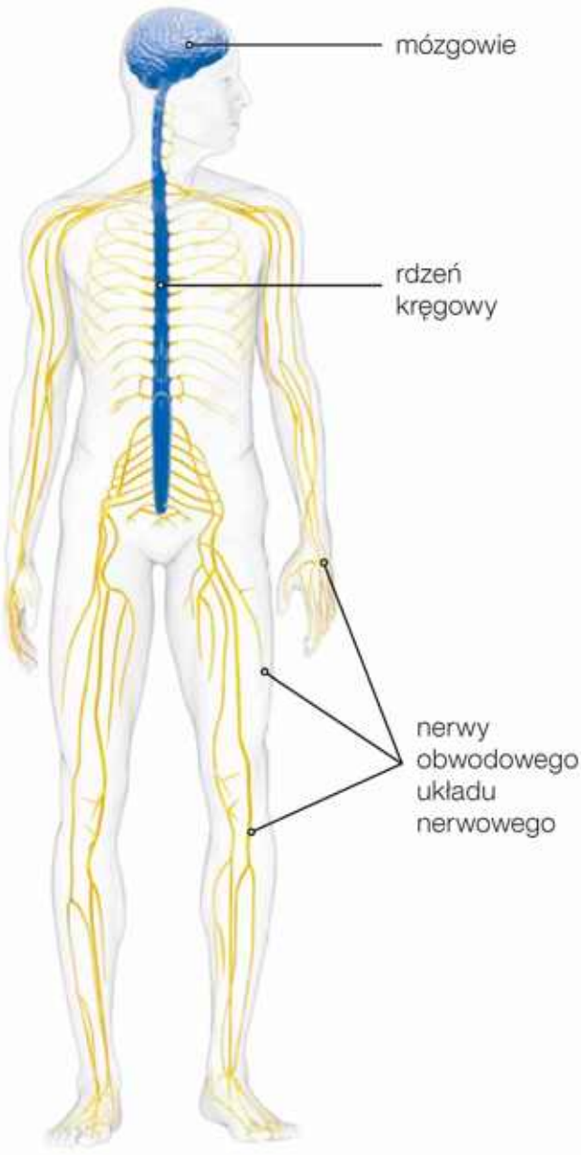
Funkcje układu nerwowego

Układ nerwowy koordynuje pracę pozostałych układów narządów. Wraz z układem hormonalnym jest też odpowiedzialny za utrzymanie stanu równowagi organizmu, czyli homeostazy. Główne funkcje układu nerwowego przedstawiliśmy w poniższej tabeli.

FUNKCJE UKŁADU NERWOWEGO	
Odbiór i analiza bodźców pochodzących ze środowiska zewnętrznego i z wnętrza ciała.	
Reakcja na bodźce.	
Regulowanie i koordynowanie pracy innych układów.	
Sterowanie wyższymi czynnościami nerwowymi, takimi jak pamięć, inteligencja i emocje.	

Jak jest zbudowany układ nerwowy?

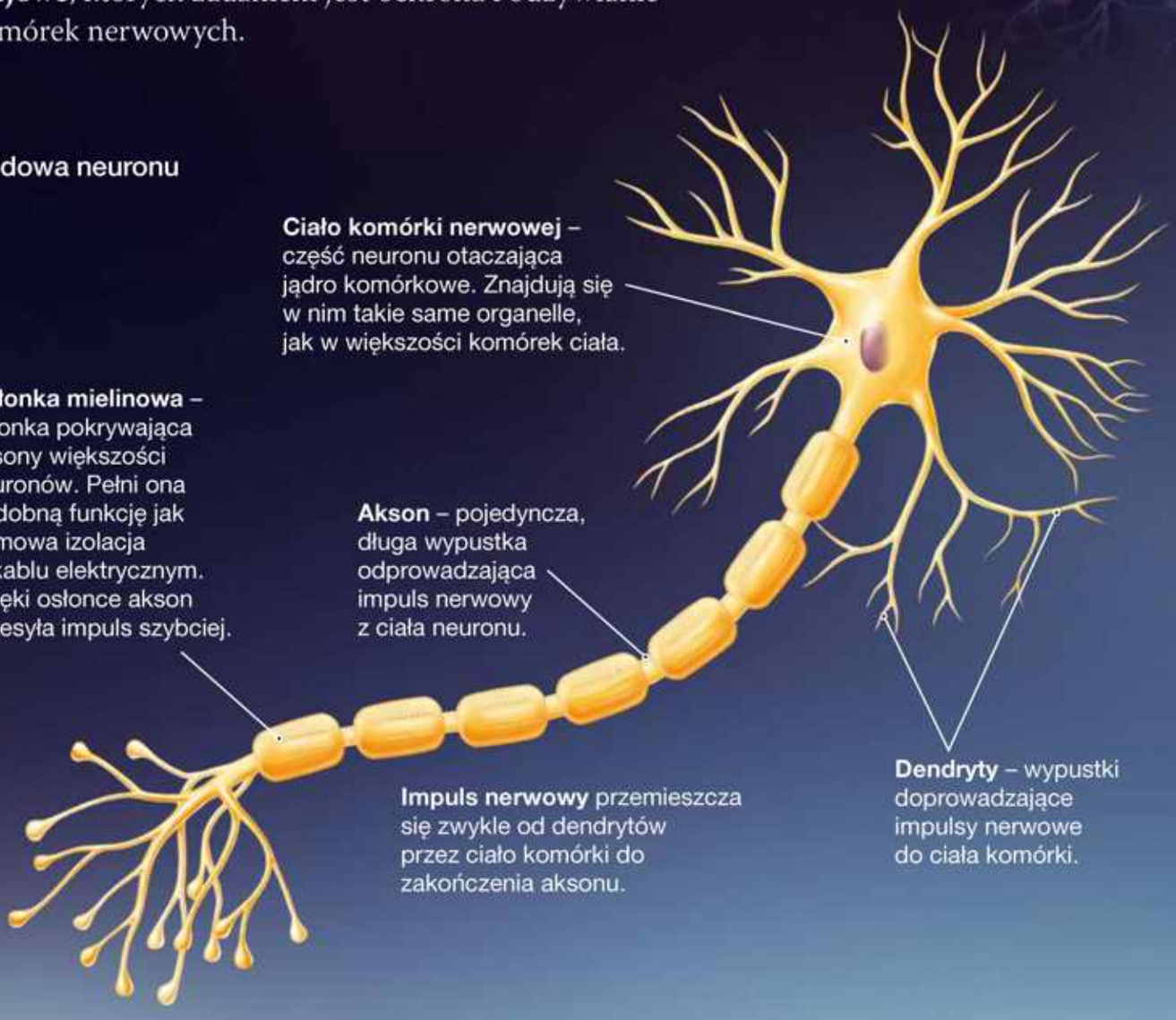
Układ nerwowy jest zbudowany z dwóch części: ośrodkowego układu nerwowego i obwodowego układu nerwowego. W skład **ośrodkowego układu nerwowego** wchodzą **mózgowie** i **rdzeń kręgowy**. **Obwodowy układ nerwowy** tworzą **nerwy** odchodzące od mózgowia i rdzenia kręgowego.



Z jakich komórek jest zbudowany układ nerwowy?

Układ nerwowy człowieka składa się z ok. 100 mld komórek nerwowych – **neuronów**. Ich funkcją jest przekazywanie informacji w postaci impulsów nerwowych. W układzie nerwowym występują również **komórki glejowe**, których zadaniem jest ochrona i odżywianie komórek nerwowych.

Budowa neuronu



Ciało komórki nerwowej – część neuronu otaczająca jądro komórkowe. Znajdują się w nim takie same organelle, jak w większości komórek ciała.

Osłonka mielinowa – osłonka pokrywająca aksony większości neuronów. Pełni ona podobną funkcję jak gumowa izolacja w kablu elektrycznym. Dzięki osłonce akson przesyła impuls szybciej.

Akson – pojedyncza, długa wypustka odprowadzająca impuls nerwowy z ciała neuronu.

Impuls nerwowy przemieszcza się zwykle od dendrytów przez ciało komórki do zakończenia aksonu.

Dendryty – wypustki doprowadzające impulsy nerwowe do ciała komórki.

Rodzaje neuronów

neurony czuciowe



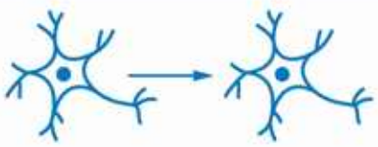
Przewodzą impulsy nerwowe od receptorów (np. receptora dotyku w skórze) do ośrodkowego układu nerwowego.

neurony ruchowe



Przewodzą impulsy nerwowe z ośrodkowego układu nerwowego do odpowiednich narządów, np. mięśni.

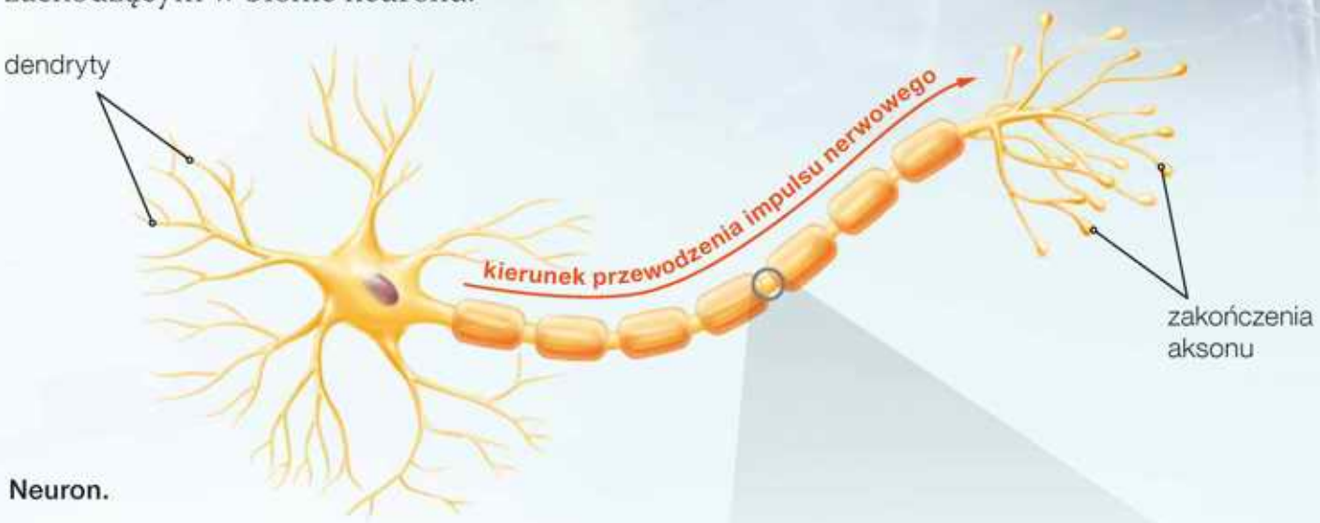
neurony pośredniczące



Przewodzą impulsy nerwowe pomiędzy neuronami czuciowymi a neuronami ruchowymi.

Mechanizm przewodzenia impulsu nerwowego

Impulsy nerwowe to impulsy elektryczne, które są przewodzone wzdłuż komórek nerwowych dzięki zjawiskom elektrochemicznym zachodzącym w błonie neuronu.



Neuron.

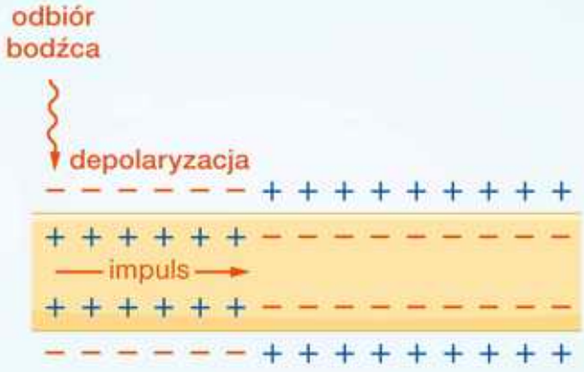
Stan spoczynku błony neuronu

W stanie spoczynku wewnątrz neuronu znajduje się więcej jonów ujemnych niż dodatnich, a w płynie pozakomórkowym więcej jonów dodatnich niż ujemnych. Taką różnicę ładunków po obu stronach błony neuronu nazywamy **polaryzacją**, natomiast powstającą w jej wyniku różnicę potencjałów pomiędzy obiema stronami błony – **potencjałem spoczynkowym**.



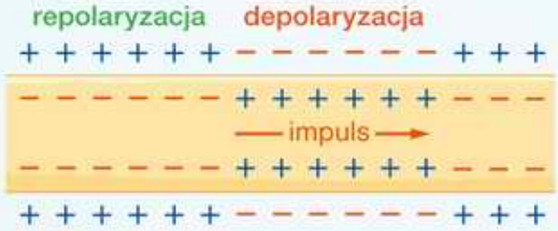
Odbiór bodźca

Odbiór bodźca sprawia, że neuron przechodzi w **stan pobudzenia**. Jest on spowodowany masowym przepływem jonów dodatnich z płynu pozakomórkowego do wnętrza neuronu i chwilową zmianą proporcji ładunków między dwoma środowiskami, nazywaną **depolaryzacją**. Dochodzi wtedy do krótkotrwałej zmiany potencjału komórki, powstania **potencjału czynnościowego** i wytworzenia **impulsu nerwowego.**



Przewodzenie impulsu

Fala depolaryzacji, czyli **impuls nerwowy**, przemieszcza się wzdłuż neuronu. Jednocześnie poprzednie odcinki neuronu przechodzą w stan spoczynku dzięki **repolaryzacji**.



Jak neurony przekazują sobie impuls nerwowy?

Komórki nerwowe tworzą bardzo złożone sieci, w których poszczególne neurony komunikują się, chociaż nie są ze sobą bezpośrednio połączone. W jaki sposób więc przekazują sobie impulsy nerwowe?

Neurony przekazują impulsy nerwowe za pomocą **synaps**, czyli specjalnych połączeń, które zwykle występują między zakończeniem aksonu jednego neuronu a dendrytem kolejnego. Synapsy mogą też występować między zakończeniem aksonu a komórką mięśniową lub komórką gruczołową. W ten sposób neurony przekazują tym komórkom informacje, które pobudzają je do skurczu lub wydzielania hormonów.

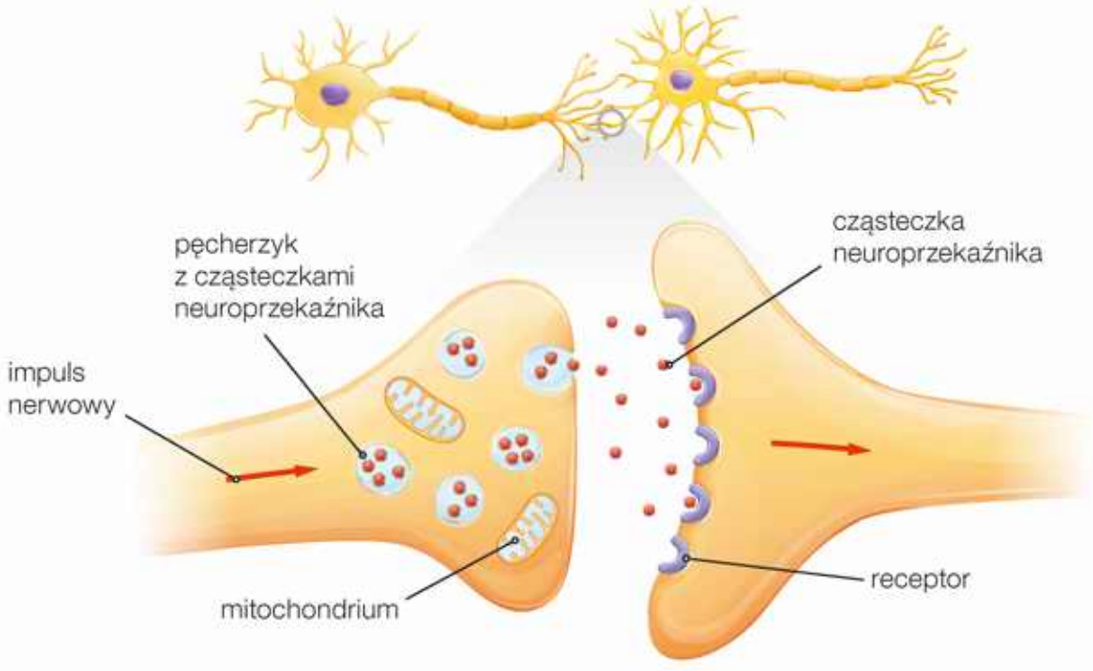
Przewodzenie impulsów zachodzi głównie za pomocą synaps chemicznych. W synapsach tych pomiędzy zakończeniem aksonu neuronu a błoną komórkową drugiej komórki występuje niewielka szczelina. Do szczeliny tej z aksonu komórki pobudzonej przedostają się neuroprzekaźniki (neurotransmitery). Są to związki chemiczne, które łączą się z odpowiadającymi im receptorami obecnymi w błonie komórkowej następnej komórki. Połączenie cząsteczek neuroprzekaźnika z receptorami pobudza tę komórkę do właściwej odpowiedzi.

Neuroprzekaźniki i receptory występujące w synapsach chemicznych umożliwiają nie tylko przekazywanie informacji, lecz także modyfikowanie sygnałów, np. wzmacnianie ich lub wyciszanie.

Rodzaje neuroprzekaźników

Wyróżniamy neuroprzekaźniki pobudzające i neuroprzekaźniki hamujące. Pierwsze z nich wywołują impuls elektryczny w następnym neuronie, dzięki czemu sygnał jest przekazywany dalej. Należą do nich m.in. serotonina, dopamina oraz adrenalina. Neuroprzekaźniki hamujące powodują wyciszenie sygnału. Ich przykładem jest GABA (kwas γ-aminomasłowy).

Mechanizm przekazywania informacji między neuronami w synapsie chemicznej



1. Kiedy impuls nerwowy dotrze do zakończenia aksonu, z zakończenia tego są wydzielane cząsteczki neuroprzekaźnika.
2. Aby doszło do pobudzenia kolejnego neuronu, cząsteczki neuroprzekaźnika muszą połączyć się z odpowiednimi receptorami w błonie neuronu.
3. Połączenie się cząsteczek neuroprzekaźnika z receptorami pobudza kolejny neuron do wytworzenia impulsu.

Przykłady działania neuroprzekaźników

Jak już wiesz, neuroprzekaźniki mogą wywoływać różne efekty w zależności od tego, jakie struktury są przez nie hamowane lub pobudzane. Poniżej przedstawiliśmy przykłady działania wybranych neuroprzekaźników.

− GABA



GABA (kwas γ-aminomasłowy) wraz z serotoniną zapewnia odpowiednią jakość i długość snu. Odgrywa też istotną rolę w procesach poznawczych, ponieważ dzięki temu neuroprzekaźnikowi potrafimy skupić na czymś uwagę.

+ Dopamina



Dopamina odpowiada m.in. za emocje i odczuwanie przyjemności. Ma też duże znaczenie dla wykonywania ruchów. Jej niedobór prowadzi do wystąpienia choroby Parkinsona.

+ Adrenalina



Adrenalina odgrywa decydującą rolę w reakcji na stres. Mobilizuje organizm do działania m.in. przez przyspieszenie pracy serca, podniesienie ciśnienia krwi i rozszerzenie oskrzeli.

+ Serotonina

Serotonina jest często nazywana hormonem szczęścia. Odpowiada za regulację snu, apetytu, temperatury ciała i ciśnienia krwi. Jej niski poziom może powodować agresję, zmęczenie i spadki nastroju.



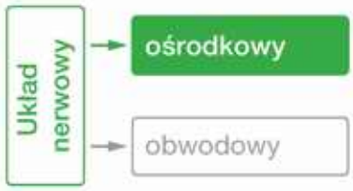
W skrócie

- Układ nerwowy człowieka składa się z:
  - **ośrodkowego układu nerwowego**, w którego skład wchodzą mózgowie i rdzeń kręgowy,
  - **obwodowego układu nerwowego**, zbudowanego z nerwów odchodzących od mózgowia i rdzenia kręgowego.
- Funkcje układu nerwowego:
  - **odbieranie i analizowanie bodźców** płynących ze środowiska zewnętrznego i wnętrza ciała,
  - **regulowanie i koordynowanie** pracy innych układów,
  - **reagowanie** na bodźce,
  - **sterowanie wyższymi czynnościami nerwowymi** (np. pamięcią i emocjami).
- Układ nerwowy jest zbudowany z **komórek nerwowych** – **neuronów**, których zadaniem jest przewodzenie impulsów nerwowych, oraz **komórek glejowych**, które odżywiają i ochraniają komórki nerwowe.
- **Neuron** jest zbudowany z: **ciała komórki nerwowej**, **dendrytów** – krótkich wypustek doprowadzających impulsy nerwowe do ciała komórki – oraz **aksonu** – długiej, pojedynczej wypustki odprowadzającej impulsy z ciała neuronu.
- Przewodzenie impulsów nerwowych:
  1. W **stanie spoczynku** błona neuronu jest **spolaryzowana** dzięki nierównomiernemu rozkładowi ładunków elektrycznych po obu jej stronach. Różnica potencjałów pomiędzy obiema stronami błony to **potencjał spoczynkowy**.
  2. **Odbiór bodźca** sprawia, że błona neuronu staje się przepuszczalna dla jonów. Prowadzi to do zmiany rozkładu jonów – **depolaryzacji**. Dochodzi wtedy do powstania **potencjału czynnościowego** i wytworzenia impulsu nerwowego.
  3. **Przewodzenie impulsu** polega na przemieszczaniu się fali depolaryzacji. Powrót do pierwotnej polaryzacji nazywamy **repolaryzacją**.
- Komórki nerwowe łączą się ze sobą za pomocą **synaps**. W synapsach chemicznych informacja jest przekazywana za pomocą **neuroprzekaźników**. Wyróżniamy:
  - **neuroprzekaźniki pobudzające**, takie jak serotonina, dopamina i adrenalina,
  - **neuroprzekaźniki hamujące**, np. GABA.

Polecenia kontrolne

1. Uzasadnij, że budowa neuronu jest związana z funkcją przewodzenia impulsu nerwowego.
2. Opisz mechanizm przewodzenia impulsu nerwowego.
3. Wyjaśnij, w jaki sposób jest przekazywana informacja między neuronami w synapsie chemicznej.
4. Wymień dwa neuroprzekaźniki i podaj ich funkcje.
5. Podaj funkcje komórek glejowych.
6. Na podstawie informacji na temat przewodnictwa nerwowego wyjaśnij biologiczny żart: „Aby między neuronami zaiskrzyło, musi być pomiędzy nimi chemia".

9.2. Ośrodkowy układ nerwowy



Zwróć uwagę na:

- budowę ośrodkowego układu nerwowego,
- budowę i funkcje mózgowia,
- budowę i funkcje rdzenia kręgowego.

Ośrodkowy układ nerwowy odbiera i analizuje informacje o pracy wszystkich narządów oraz podejmuje decyzje o sposobach reakcji na bodźce odbierane przez organizm. Można go więc porównać do zarządu firmy, który wydaje polecenia podwładnym, koordynuje ich pracę oraz podejmuje najważniejsze decyzje.

Jak jest zbudowany ośrodkowy układ nerwowy?

Ośrodkowy układ nerwowy jest zbudowany z **mózgowia** i **rdzenia kręgowego**. Mózgowie jest najważniejszą częścią układu nerwowego. Gromadzi ono oraz przetwarza informacje napływające zarówno ze środowiska zewnętrznego, jak i z wnętrza naszego ciała. W skład mózgowia wchodzą:

- **mózg**,
- **pień mózgu**,
- **móżdżek**.

Budowa ośrodkowego układu nerwowego



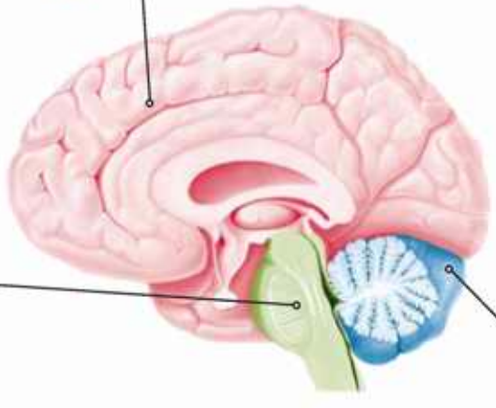
Mózgowie – nadrzędna część układu nerwowego

Mózgowie steruje pracą całego organizmu. Poniżej przedstawiliśmy zadania, które wykonują poszczególne jego części.



Mózg jest odpowiedzialny za **integrację i przetwarzanie informacji** oraz zarządzanie pracą poszczególnych części ciała. Odpowiada również za **wyższe czynności układu nerwowego**, takie jak zapamiętywanie, analizowanie informacji czy uczenie się.





Pień mózgu, którego częścią jest rdzeń przedłużony, odpowiada za **podstawowe funkcje życiowe** człowieka, takie jak: oddychanie, praca serca, regulacja ciśnienia krwi i temperatury ciała. Tutaj znajdują się ośrodki odpowiedzialne za czynności odruchowe, takie jak: kichanie, kaszel, połykanie, wymioty i pocenie się.



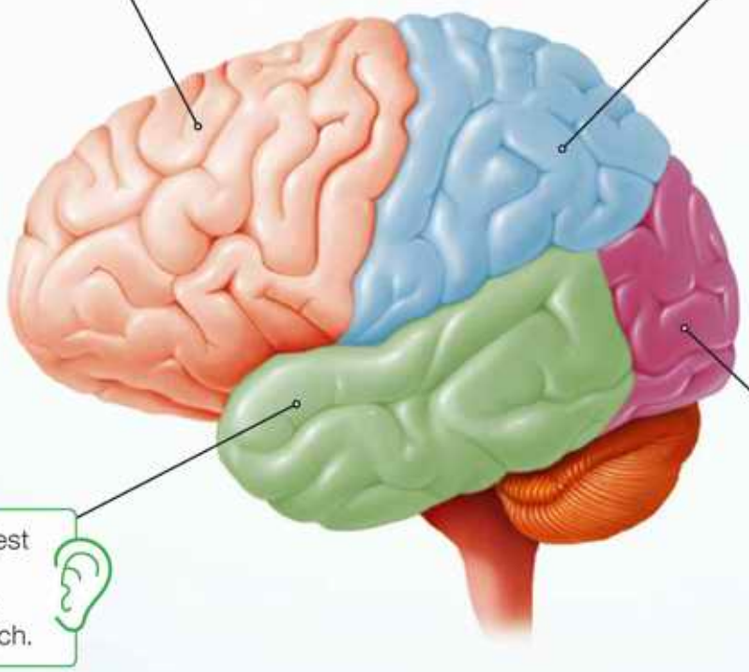
Móżdżek uczestniczy w **koordynacji ruchowej** organizmu.

Budowa mózgu

Mózg jest zbudowany z **dwóch półkul**. Ich powierzchnia, nazywana **korą mózgu**, jest silnie pofałdowana i tworzy liczne bruzdy. Największe bruzdy dzielą ją na płaty. Każda półkula ma cztery płaty: czołowy, skroniowy, ciemieniowy i potyliczny. W płatach znajdują się ośrodki wyspecjalizowane w pełnieniu określonych funkcji. Z zewnątrz mózg jest chroniony przez kości czaszki i błony łącznotkankowe, tzw. opony mózgowe.

W **płacie czołowym** znajdują się ośrodki kontrolujące pracę mięśni szkieletowych oraz ośrodki ruchowe mowy. Odpowiada on także m.in. za analizę i kontrolę emocji oraz planowanie i przewidywanie konsekwencji działania.

W **płacie ciemieniowym** znajdują się ośrodki, które odbierają informacje z receptorów dotyku, ucisku, rozciągania, temperatury i bólu rozmieszczonych w całym ciele.

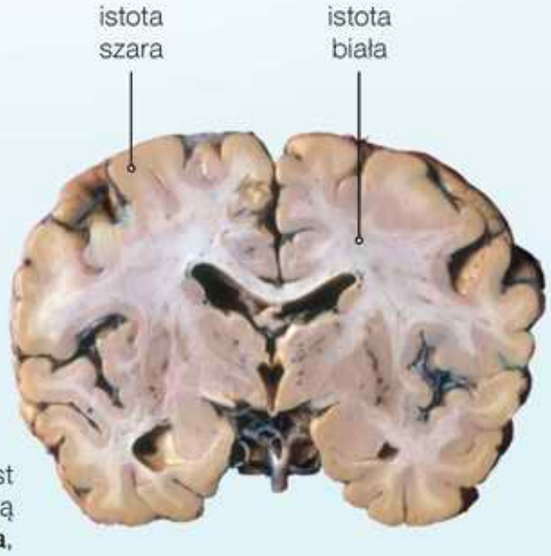


Płat skroniowy jest odpowiedzialny za przetwarzanie wrażeń słuchowych.

W **płacie potylicznym** znajdują się ośrodki wzroku.

Czy mózg jest zbudowany z „szarych komórek”?

Mózg jest zbudowany z miliardów komórek nerwowych, które nie różnią się kolorem od pozostałych neuronów w naszym ciele. Określenie „szare komórki” najprawdopodobniej pochodzi od ułożenia neuronów w mózgu – ciała neuronów znajdują się po zewnętrznej stronie mózgu, a aksony są skupione wewnątrz, w postaci pęczków – włókien nerwowych. W przekroju tworzą się w ten sposób warstwy różniące się odcieniem.



Zewnętrzna warstwa zbudowana z ciał komórek jest ciemniejsza od warstwy wewnętrznej. Nazywamy ją **istotą szarą**. Pod nią znajduje się **istota biała**, którą tworzą włókna nerwowe.

Budowa i rola rdzenia kręgowego

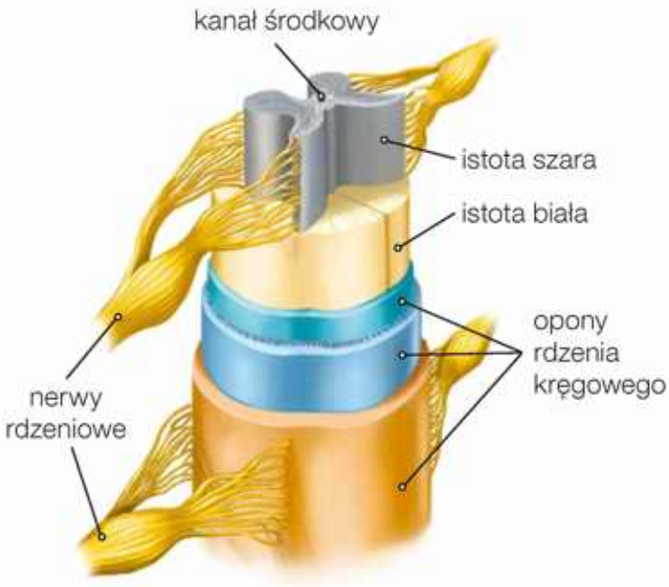
Rdzeń kręgowy – podobnie jak mózg – jest zbudowany z **istoty szarej** i **istoty białej**. Są one jednak umiejscowione w odwrotny sposób. W środku rdzenia kręgowego znajduje się istota szara, a na zewnątrz – istota biała.

Od zewnątrz rdzeń kręgowy jest chroniony przez opony rdzenia kręgowego oraz płyn mózgowo-rdzeniowy. Płyn ten występuje też w kanale środkowym, który znajduje się wewnątrz rdzenia.

Do głównych funkcji rdzenia kręgowego należą:

- **kontrola reakcji odruchowych** zachodzących bez udziału naszej woli, np. odruchu kolanowego,
- **zapewnienie komunikacji** między mózgowiem a obwodowym układem nerwowym.

Budowa rdzenia kręgowego



Rdzeń kręgowy znajduje się w kanale kręgowym kręgosłupa i ma kształt nieco spłaszczonego walca. Łączy się z mózgiem za pomocą pnia mózgu.

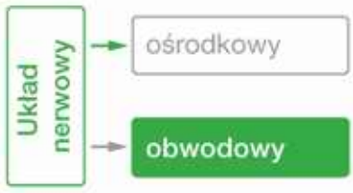
W skrócie

- Do ośrodkowego układu nerwowego należą **mózgowie** i **rdzeń kręgowy**.
- **Mózgowie** jest zbudowane z:
  - **pnia mózgu**, który jest odpowiedzialny za podstawowe funkcje życiowe, takie jak oddychanie, praca serca, regulacja ciśnienia krwi i temperatury ciała,
  - **móżdżku** uczestniczącego w koordynacji ruchowej organizmu,
  - **mózgu**, w którym zachodzi przetwarzanie informacji docierających tam z całego ciała i podejmowanie decyzji o odpowiednich reakcjach.
- **Rdzeń kręgowy** znajduje się w kanale kręgowym kręgosłupa. Odpowiada on za kontrolę reakcji odruchowych oraz umożliwia komunikację między mózgowiem a obwodowym układem nerwowym.

Polecenia kontrolne

1. Określ, jakie czynności byłyby zaburzone, gdyby doszło do uszkodzenia móżdżku, a jakie, gdyby doszło do uszkodzenia płata potylicznego kory mózgowej.
2. Na podstawie samodzielnie zdobytych informacji oceń, czy zgadzasz się z następującymi opiniami: „Mózg wykorzystuje tylko 10% swoich możliwości" i „Mózg się nie regeneruje".
3. Podaj trzy przykłady czynności, za które odpowiada pień mózgu.
4. Opisz, w jaki sposób istota szara i istota biała są umiejscowione w mózgu i rdzeniu kręgowym.

9.3. Obwodowy układ nerwowy



Zwróć uwagę na:

- budowę i funkcje obwodowego układu nerwowego,
- zasadę działania łuku odruchowego,
- odruchy bezwarunkowe i warunkowe,
- rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się.

Wiesz już, że ośrodkowy układ nerwowy funkcjonuje podobnie do zarządu w firmie, czyli zawiaduje pracą całego organizmu. Aby jednak mógł spełniać swoją funkcję, musi być zapewniona komunikacja między nim a poszczególnymi narządami naszego ciała. Zadanie to wykonuje obwodowy układ nerwowy.

Budowa obwodowego układu nerwowego

Obwodowy układ nerwowy jest zbudowany z **nerwów**. Są to pęczki włókien nerwowych (aksonów lub dendrytów), które są chronione tkanką łączną.

Nerwy biorą początek ze struktur ośrodkowego układu nerwowego. W zależności od tego, czy odchodzą od mózgowia, czy od rdzenia kręgowego, wyróżniamy kolejno: nerwy czaszkowe i nerwy rdzeniowe.

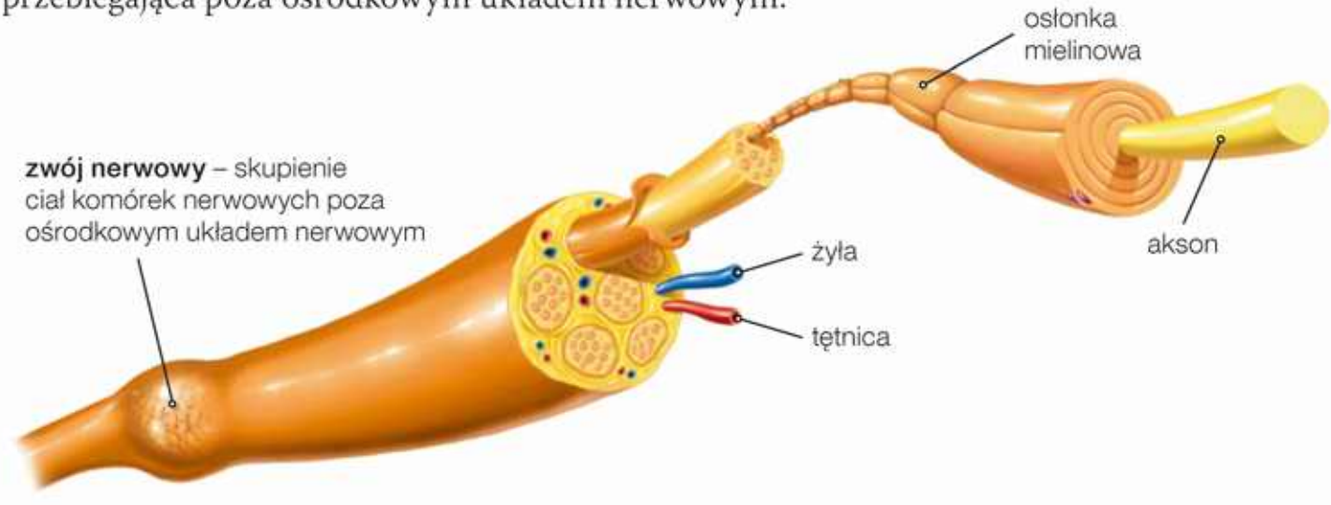
Nerwy czaszkowe odchodzą od mózgowia. Unerwiają one głównie głowę i jej okolice. **Nerwy rdzeniowe** natomiast odchodzą od rdzenia kręgowego. Unerwiają one m.in.: skórę, mięśnie i narządy wewnętrzne.

Nerwy możemy również podzielić ze względu na kierunek przewodzenia informacji. Wyróżniamy wtedy:

- **nerwy czuciowe**, które zawierają włókna nerwowe przewodzące impulsy nerwowe od receptorów do ośrodkowego układu nerwowego,
- **nerwy ruchowe**, które zawierają włókna nerwowe przekazujące impulsy nerwowe od ośrodkowego układu nerwowego do **efektorów**, czyli narządów wykonawczych – mięśni lub gruczołów,
- **nerwy mieszane**, które zawierają włókna nerwowe obu rodzajów.

Budowa nerwu

Nerw to wiązka aksonów, dendrytów lub obu tych wypustek, przebiegająca poza ośrodkowym układem nerwowym.



Funkcje obwodowego układu nerwowego

Do głównych zadań obwodowego układu nerwowego należą:

- **przekazywanie informacji o bodźcu** od receptorów, które odebrały bodziec, do ośrodkowego układu nerwowego;
- **przekazywanie informacji o reakcji** na bodziec od ośrodkowego układu nerwowego do narządów wykonawczych.

Obwodowy układ nerwowy uczestniczy też w wykonywaniu odruchów.

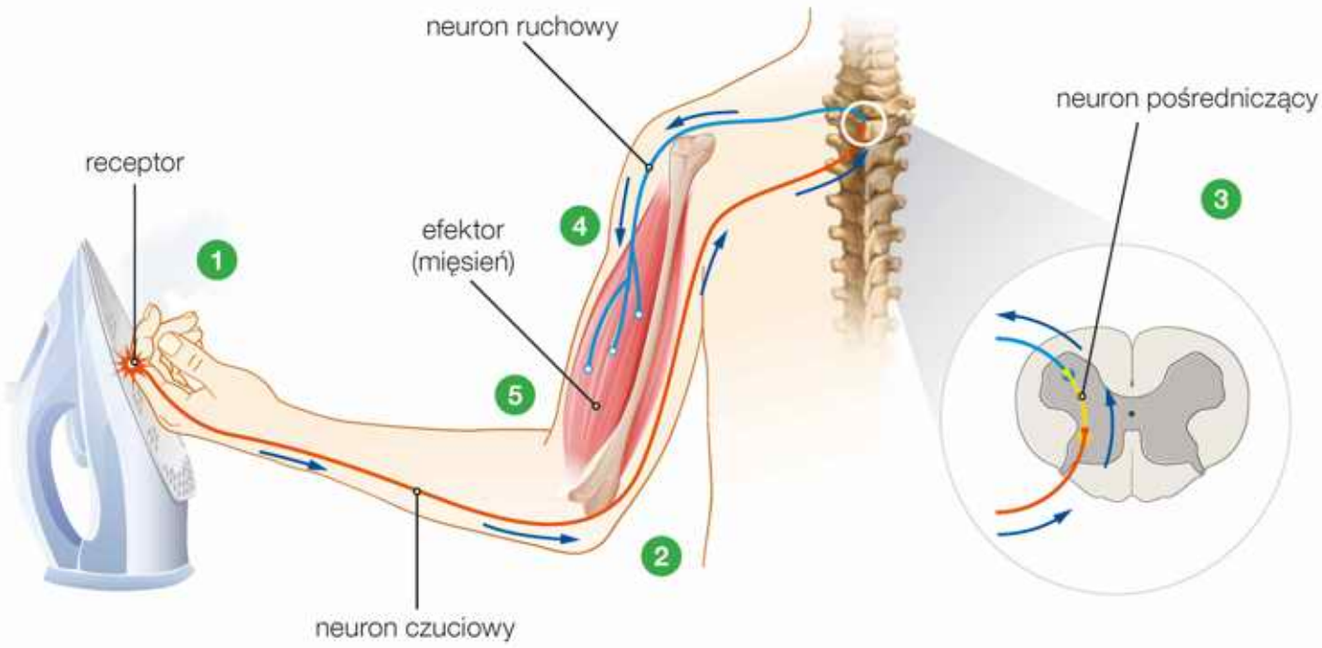
Czym są odruchy?

Odruchy to reakcje organizmu, które zachodzą z udziałem obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego, lecz bez udziału naszej świadomości.

Odruchy zachodzą bardzo szybko, ponieważ droga, którą przebiega impuls nerwowy, jest dużo krótsza niż w przypadku reakcji świadomych. Dzięki nim możemy m.in. szybko odsunąć rękę od źródła wysokiej temperatury lub uchylić się przed lecącym w naszym kierunku przedmiotem.

Czym jest łuk odruchowy?

Łuk odruchowy to droga, którą pokonuje impuls nerwowy od receptora do efektora. Obejmuje ona receptor, elementy obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego oraz efektor, np. mięsień lub gruczoł.



Przebieg reakcji odruchowej

1. Receptor termiczny zlokalizowany w skórze palca odbiera bodziec w postaci wysokiej temperatury.
2. Informacja o zadziałaniu bodźca zostaje przekazana w postaci impulsu nerwowego przez neuron czuciowy do ośrodkowego układu nerwowego – w tym wypadku do neuronu pośredniczącego zlokalizowanego w rdzeniu kręgowym.
3. Neuron pośredniczący przekazuje impuls nerwowy do neuronu ruchowego.
4. Neuron ruchowy pobudza efektor – mięsień dwugłowy ramienia – do wykonania reakcji, czyli do skurczu.
5. Mięsień kurczy się, co powoduje ruch ręką (odsunięcie ręki od źródła wysokiej temperatury).

Rodzaje odruchów

Odruchy możemy podzielić na odruchy bezwarunkowe i odruchy warunkowe.

Odruchy bezwarunkowe to reakcje wrodzone, które nie podlegają działaniu naszej woli ani modyfikacjom. Występują one u wszystkich przedstawicieli gatunku. Odruchy takie działają automatycznie, bez udziału kory mózgu. W powstawaniu tych odruchów uczestniczą rdzeń kręgowy oraz inne ośrodki mózgowia.

Funkcją odruchów bezwarunkowych jest zachowanie podstawowych procesów życiowych oraz ochrona naszego zdrowia i życia. Do odruchów bezwarunkowych należą m.in.: reakcja źrenicy na ilość wpadającego przez nią światła, kichanie, kaszel, odruch wymiotny, odruch ssania oraz wydzielanie śliny w wyniku obecności pokarmu w jamie ustnej.

Czy wiesz, że...

Część odruchów bezwarunkowych trwa tylko do określonego czasu. Przykładem jest odruch Moro, który trwa tylko do ok. 6 miesiąca życia. Odruch ten jest odpowiedzią na nagłą zmianę położenia ciała noworodka lub głośny dźwięk. Polega na energicznym wyprostowaniu przez niemowlę ciała, a następnie zaciśnięciu przez nie pięści i objęciu klatki piersiowej.



Odruch ssania jest odruchem bezwarunkowym. Pojawia się on ok. 17. tyg. życia płodowego. W okresie noworodkowym i niemowlęcym umożliwia dziecku zaspokajanie głodu. Prawidłowo wykształcony odruch ssania jest też istotny podczas nauki mowy.

Rodzaje odruchów

ODRUCHY

bezwarunkowe	warunkowe
• wrodzone • takie same u wszystkich osobników gatunku • w ich powstawaniu nie uczestniczy kora mózgu • nie podlegają modyfikacjom pod wpływem działania środowiska lub naszej woli • przykład: wydzielanie śliny pod wpływem obecnej w ustach cytryny	• nabyte • indywidualne dla każdego osobnika • w ich powstawaniu uczestniczy kora mózgu • mogą podlegać modyfikacjom pod wpływem działania środowiska lub naszej woli • przykład: wydzielanie śliny na myśl o cytrynie lub na widok cytryny

Odruchy warunkowe mają charakter nabyty – wyuczony przy zaangażowaniu w ten proces ośrodków występujących w korze mózgu. Nie są one dziedziczone i mogą podlegać zmianom. Do odruchów tych zaliczamy m.in. złożone czynności, takie jak jazda na rowerze czy prowadzenie samochodu. Odruchy te nabywamy przez całe nasze życie. Ułatwiają nam one adaptację do warunków środowiska.



Odruch wydzielania śliny na myśl o kwaśnej cytrynie lub na widok cytryny jest przykładem odruchu warunkowego. Wynika on bowiem nie z bezpośredniego kontaktu z kwaśną substancją, ale ze wspomnień dotyczących smaku, które budzą się na widok cytryny.

Wyrób sobie odruch... uczenia się

Odruchy mogą nam pomóc w nauce tylko niektórych umiejętności, takich jak jazda na rowerze czy gra na pianinie. Możemy też wyrobić w sobie odruch uczenia się, np. dzięki odrabianiu lekcji zawsze o określonej godzinie.

Jak się uczyć?

Rób częste powtórki i przerwy w nauce, dziel materiał na mniejsze partie – sprzyja to trwalszemu zapamiętywaniu.

Posługuj się wszystkimi swoimi zmysłami – dzięki temu osiągniesz lepsze rezultaty.



Buduj pozytywne konteksty dla zapamiętywanych treści – pozytywne emocje sprzyjają zapamiętywaniu.

Wysypiaj się – mózg podczas snu utrwala nowe informacje nabyte w ciągu dnia.

Postaw na aktywność – dobra kondycja fizyczna powoduje, że mózg pracuje sprawniej.

Stosuj mnemotechniki – np. z trudnych pojęć układaj zabawne wierszyki lub zdania złożone z pierwszych liter wyrazów, które musisz zapamiętać.

Kieruj się tym, co „lubi" Twój mózg – nowe, ciekawe i przydatne treści zapamiętuje się szybciej.

W skrócie

- **Obwodowy układ nerwowy** składa się z nerwów czaszkowych i nerwów rdzeniowych.
- **Odruch** to automatyczna reakcja na bodziec, zachodząca bez udziału świadomości za pośrednictwem obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego.
- **Łuk odruchowy** to droga, którą impuls nerwowy przemierza od receptora do efektora, przez ośrodek nerwowy w ośrodkowym układzie nerwowym.
- **Odruchy bezwarunkowe** są reakcjami wrodzonymi, niezmiennymi w ciągu życia, takimi samymi u wszystkich przedstawicieli gatunku. Zachodzą bez pośrednictwa kory mózgu.
- **Odruchy warunkowe** są reakcjami nabytymi. Mogą zanikać lub być modyfikowane. Zachodzą za pośrednictwem kory mózgu. Ich zestaw jest indywidualny dla każdego osobnika.

Polecenia kontrolne

1. Opisz budowę obwodowego układu nerwowego i podaj jego funkcje.
2. Opisz drogę, którą przemierza impuls nerwowy w łuku odruchowym, kiedy ukłujesz się w palec igłą.
3. Wyjaśnij, dlaczego u niektórych psów dźwięk otwieranej lodówki powoduje wydzielanie się śliny. Określ, czy reakcja ta jest przykładem odruchu warunkowego, czy bezwarunkowego.
4. Wyjaśnij, jakie znaczenie mają dla nas odruchy mrugania i zmiany wielkości źrenicy pod wpływem światła.

9.4. Autonomiczny układ nerwowy

Zwróć uwagę na:
- podział autonomicznego układu nerwowego na współczulny i przywspółczulny,
- lokalizację ośrodków części współczulnej i przywspółczulnej,
- rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymywaniu homeostazy.

Wiesz już, jak dzielimy układ nerwowy ze względu na jego budowę. W dalszej części tekstu poznasz podział układu nerwowego, który wynika z zadań wykonywanych przez jego poszczególne części.

Funkcjonalny podział układu nerwowego

Ze względu na pełnione funkcje układ nerwowy dzielimy na:

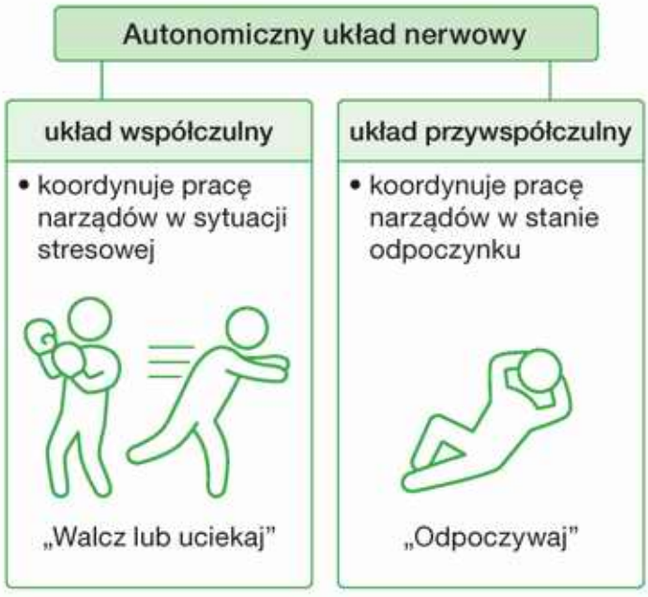
- **somatyczny układ nerwowy**, który odbiera bodźce ze środowiska zewnętrznego i kieruje wykonywaniem ruchów świadomych, takich jak pisanie w zeszycie czy taniec;
- **autonomiczny układ nerwowy**, który odbiera bodźce z wnętrza ciała i reguluje pracę narządów wewnętrznych. Układ ten umożliwia też przystosowywanie się organizmu do zmieniających się warunków środowiska. Uczestniczy więc w utrzymaniu homeostazy.

Jak dzielimy autonomiczny układ nerwowy?

Autonomiczny układ nerwowy dzielimy na **układ współczulny** (część współczulną) i **układ przywspółczulny** (część przywspółczulną). Oba te układy, przekazując impulsy nerwowe do narządów wewnętrznych, regulują ich pracę.

Układ współczulny i układ przywspółczulny działają antagonistycznie, czyli przeciwstawnie. Układ współczulny aktywuje się w sytuacji stresowej i mobilizuje organizm do działania, natomiast układ przywspółczulny dominuje w chwilach relaksu i snu.

Podział autonomicznego układu nerwowego





W czasie klasówki lub egzaminu często odczuwamy stres. Aktywny jest wtedy współczulny układ nerwowy.

Rola autonomicznego układu nerwowego w utrzymywaniu homeostazy

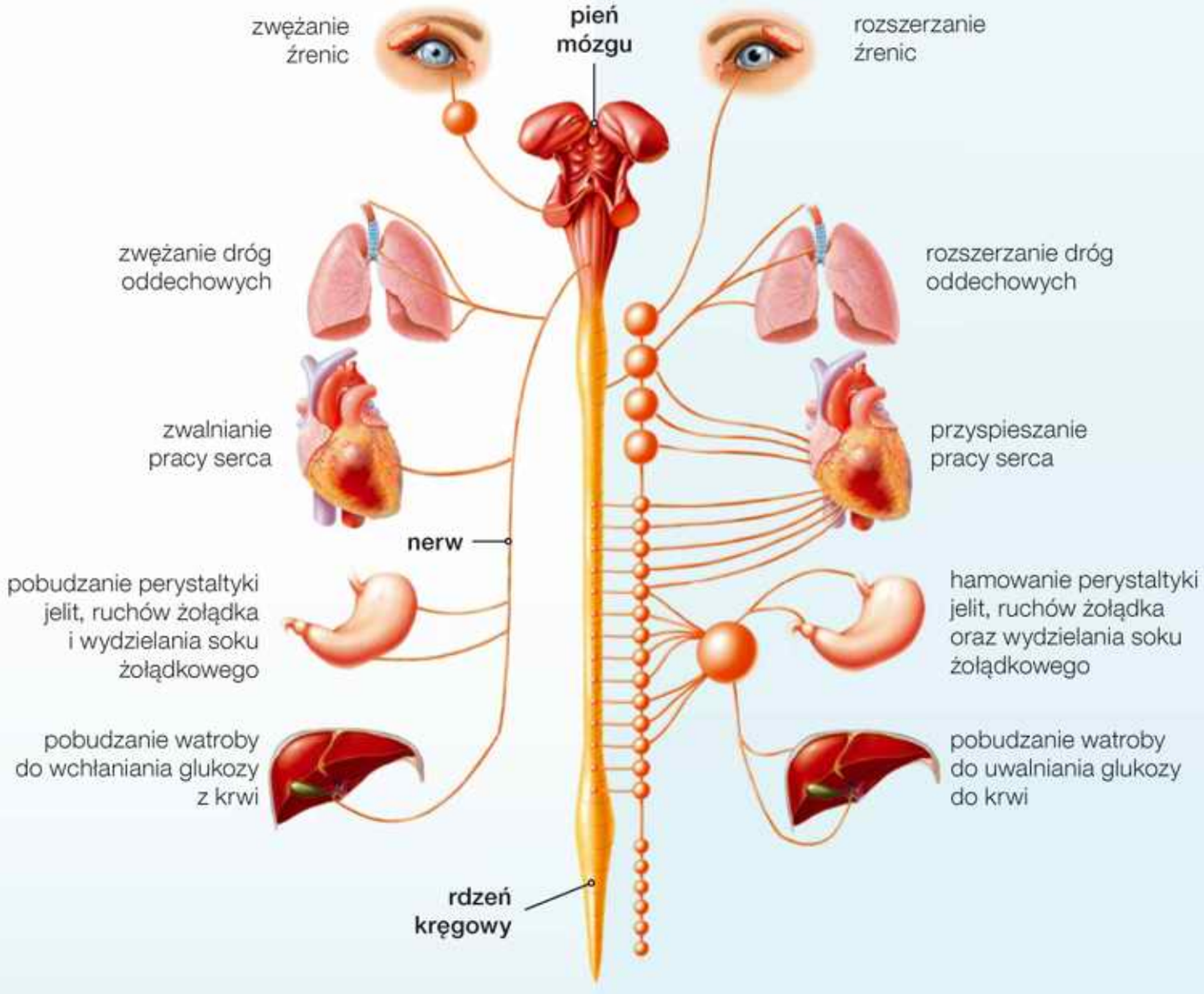
Rola autonomicznego układu nerwowego w utrzymywaniu homeostazy polega na dostosowywaniu pracy narządów wewnętrznych do sytuacji, w której znajduje się organizm.

Układ przywspółczulny

Układ przywspółczulny pobudza pracę narządów wewnętrznych związanych z odżywianiem się, wydalaniem i rozmnażaniem, czyli tymi czynnościami życiowymi, które są możliwe do wykonywania w stanach niezagrażających życiu.

Układ współczulny

Układ współczulny odpowiada za przygotowanie organizmu do wysiłku fizycznego. Pobudza więc działanie tych narządów, których praca powoduje zwiększenie ilości tlenu i glukozy we krwi oraz podwyższenie ciśnienia krwi. Zwiększa także aktywność mózgu i narządów zmysłów.

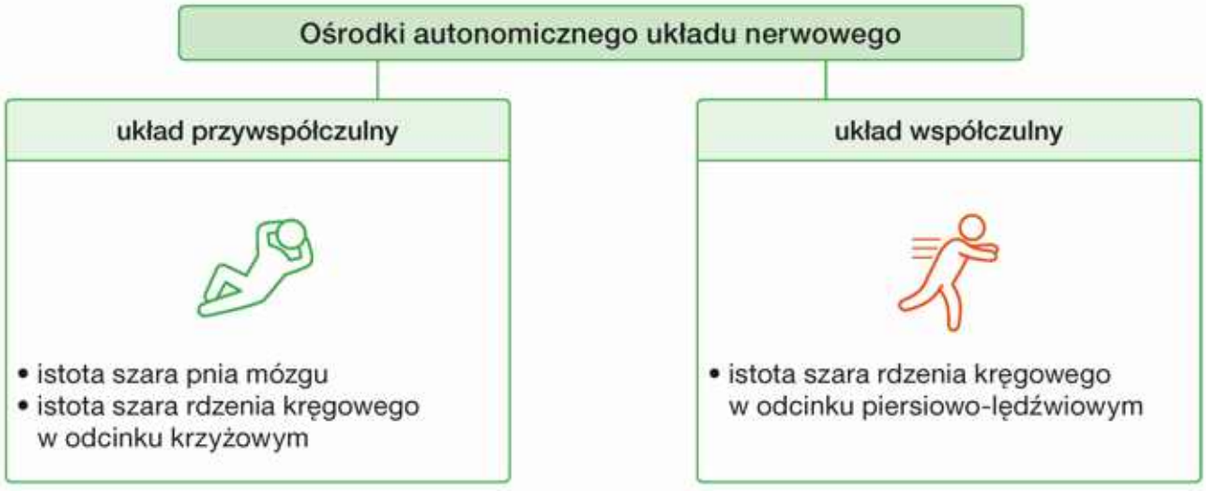


Struktury autonomicznego układu nerwowego

Układ przywspółczulny i układ współczulny są zbudowane z **ośrodków nerwowych** znajdujących się w ośrodkowym układzie nerwowym oraz z **nerwów** wchodzących w skład obwodowego układu nerwowego. Oba układy różnią się jednak lokalizacją tych struktur.

Ośrodki nerwowe układu przywspółczulnego są umiejscowione w istocie szarej pnia mózgu oraz w istocie szarej rdzenia kręgowego, w odcinku krzyżowym.

Ośrodki nerwowe układu współczulnego znajdują się w istocie szarej rdzenia kręgowego, w odcinku piersiowo-lędźwiowym.



W skrócie

- Autonomiczny układ nerwowy odbiera **bodźce z wnętrza ciała i koordynuje pracę narządów wewnętrznych**. Układ ten odpowiada za utrzymywanie **homeostazy**.
- Autonomiczny układ nerwowy dzielimy na **układ współczulny**, który koordynuje pracę narządów wewnętrznych w sytuacji stresowej, i **układ przywspółczulny**, który koordynuje pracę narządów wewnętrznych w stanie odpoczynku.
- Ośrodki nerwowe układu współczulnego znajdują się w istocie szarej rdzenia kręgowego. Ośrodki nerwowe układu przywspółczulnego są umiejscowione w istocie szarej pnia mózgu i w istocie szarej rdzenia kręgowego.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, jakie znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka ma antagonistyczne działanie części współczulnej i przywspółczulnej.
2. Oceń, która z części – współczulna czy przywspółczulna – będzie bardziej aktywna podczas następujących sytuacji: niezapowiedziana kartkówka, popołudniowa drzemka, oglądanie filmu grozy, wykonywanie ćwiczeń relaksacyjnych.
3. Biorąc pod uwagę wpływ układu współczulnego na układ pokarmowy, wyjaśnij, dlaczego po bardzo stresującej sytuacji powinno się najpierw uspokoić, zanim przystąpi się do posiłku.

9.5. Higiena i choroby układu nerwowego

Zwróć uwagę na:
- biologiczne znaczenie snu,
- wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na organizm człowieka,
- objawy i profilaktykę chorób: Alzheimera, Parkinsona, schizofrenii i depresji,
- znaczenie diagnostyki w ograniczaniu skutków chorób układu nerwowego.

Układ nerwowy każdego dnia jest wystawiany na próbę – szybkie tempo życia, przemęczenie, stres czy zbyt krótki sen mogą przyczynić się do zaburzeń jego funkcjonowania. Jak zatem dbać o układ nerwowy, aby zapobiec rozwojowi niektórych chorób?

Higiena układu nerwowego

Aby uniknąć zaburzeń funkcjonowania układu nerwowego, musimy przede wszystkim pamiętać o:
- regularnym i odpowiednio długim śnie;
- aktywności fizycznej;
- zdrowej diecie, bogatej m.in. w magnez, cynk i witaminy z grupy B;
- unikaniu czynników ryzyka chorób układu nerwowego, takich jak: infekcje, niezdrowy styl życia, nadmiar stresu, urazy mechaniczne, stosowanie używek.

Biologiczne znaczenie snu

Sen jest fizjologicznym stanem odpoczynku całego ciała. Kiedy śpimy, zmniejsza się np. napięcie mięśniowe oraz słabiej reagujemy na bodźce. Brak snu powoduje m.in.: nerwowość, drżenie rąk, zaburzenia widzenia, wzmożoną wrażliwość skóry czy trudności z koncentracją. Sen jest więc niezbędny dla prawidłowego funkcjonowania naszego organizmu.

Czy wiesz, że...

Obliczono, że na sen poświęcamy średnio ok. 1/3 naszego życia. Zapotrzebowanie na sen zmienia się jednak wraz z wiekiem. Noworodek śpi ok. 21 godz. na dobę, dzieci w wieku 3 lat potrzebują ok. 12 godz. snu oraz drzemki w ciągu dnia. Nastolatki powinny spać ok. 8–10 godz. na dobę, a osoby dorosłe – ok. 7–8 godz.

Znaczenie snu





O tym się mówi!

Czy smartfony i tablety mogą być szkodliwe dla układu nerwowego?

Na rynku pojawia się coraz więcej urządzeń elektronicznych, takich jak smartfony i tablety. Czy mają one wpływ na nasz organizm, zwłaszcza na funkcjonowanie układu nerwowego?

1 „Promieniowanie telefonów komórkowych może mieć negatywny wpływ na te obszary mózgu, które są odpowiedzialne za zapamiętywanie informacji – wynika z pierwszych na świecie badań epidemiologicznych Szwajcarskiego Instytutu Zdrowia Publicznego (TPH), które przeprowadzono na 700 nastolatkach. [...] Naukowcy ze Szwajcarskiego Instytutu Zdrowia Publicznego (Swiss TPH) jako pierwsi na świecie wykazali, że istnieje związek pomiędzy ekspozycją na pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF-EMF) a upośledzeniem pamięci u nastolatków".

M. Piorun, *Telefony komórkowe mogą uszkadzać pamięć!*; https://zdrowie.radiozet.pl/Ciaza-i-dziecko/Zdrowie-dziecka/Telefony-komorkowe-uszkadzaja-pamiec-wyniki-badan-ze-Szwajcarii"

2 „Według zaktualizowanych danych, telefonów i smartfonów należy używać bardzo rozważnie, ponieważ nieprawidłowe obchodzenie się z nimi może powodować różnego rodzaju choroby i dolegliwości. W najgorszym wypadku są to choroby nowotworowe, a w «najlepszym» bóle głowy i nudności. [...] Co należy robić, żeby uniknąć przykrych konsekwencji używania urządzeń mobilnych połączonych z siecią? Przede wszystkim, podczas snu, urządzenia muszą znajdować się z dala od głowy, a długie i częste rozmowy najlepiej jest prowadzić przy pomocy zestawu słuchawkowego. Na co dzień niezalecane jest noszenie smartfonów w kieszeniach spodni lub kurtki – lepiej jest trzymać je w plecaku lub torebce. Urzędnicy przestrzegają także przed trzymaniem smartfonów blisko głowy podczas pobierania dużych plików".

Telefony komórkowe jednak groźne dla zdrowia?; https://mobtech.interia.pl/news-telefony-komorkowe-jednak-grozne-dla-zdrowia,nId,2479284#utm_source=paste&utm_medium=paste&utm_campaign=chrome"

3 „Częste wpatrywanie się przez dzieci i młodzież w monitory telewizora, tabletu lub smartfona – może zwiększać ryzyko otyłości, depresji i pogarszać jakość życia dzieci, ale ogólnie nie ma negatywnego wpływu na ich zdrowie – wynika z badań opublikowanych przez »British Medical Journal«. [...] Według badaczy Royal College of Paediatrics and Child Health, korzystanie z telewizora, tabletu lub smartfona ma umiarkowanie duży wpływ na rozwój u dzieci i nastolatków otyłości oraz depresji, w nieco mniejszym stopniu może sprzyjać niewłaściwym nawykom żywieniowym oraz pogarszać jakość życia".

Korzystanie z tabletów nie jest tak szkodliwe jak się wydawało?; http://nauka.pap.pl/palio/html.run?_Instance=cms_nauka.pap.pl&_PageID=11&s=depesza&dz=ZDROWIE&dep=330080&kat=ZDROWIE&_CheckSum=358465189

1 Zajmij stanowisko w sprawie wpływu telefonów komórkowych na funkcjonowanie układu nerwowego. Podaj argumenty uzasadniające Twój wybór.

Jak substancje psychoaktywne wpływają na nasze ciało?

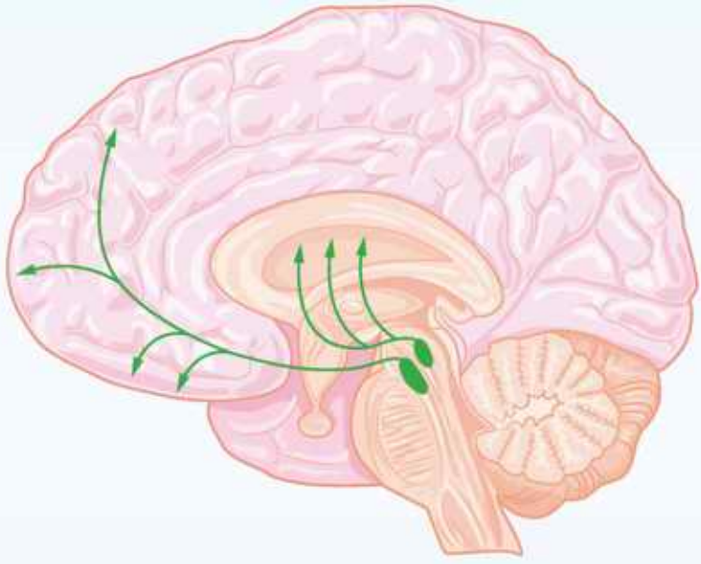
Substancje psychoaktywne to związki chemiczne, które zmieniają stan świadomości i zachowanie człowieka przez oddziaływanie na jego układ nerwowy. Do substancji psychoaktywnych zaliczamy m.in. substancje narkotyczne, dopalacze, alkohol, nikotynę i niektóre leki, m.in. o działaniu uspokajającym lub nasennym.

Czym jest uzależnienie?

Uzależnienie to psychiczny przymus wykonywania pewnej czynności pomimo jej negatywnych skutków zdrowotnych (np. przymus zażywania szkodliwej substancji). Wykonywanie czynności, od której jesteśmy uzależnieni, jest związane ze zwiększeniem poziomu dopaminy w tzw. układzie nagrody, czyli w tych strukturach w obrębie mózgu, które są odpowiedzialne m.in. za odczuwanie przyjemności.

Skutki uzależnienia od substancji psychoaktywnych:

- wykluczenie społeczne,
- występowanie zmian nastroju i zachowania, depresja, zachowania zagrażające bezpieczeństwu własnemu lub innych osób,
- zaburzenia świadomości, utrata pamięci, kłopoty ze skupieniem uwagi,
- ciężkie zatrucia, uszkodzenia narządów wewnętrznych, nowotwory,
- śmierć z przedawkowania lub na skutek poważnych zmian chorobowych.



Dopamina jest głównym neuroprzekaźnikiem w układzie nagrody. Na ilustracji przedstawiliśmy obszary działania dopaminy w mózgu.

Substancje narkotyczne i dopalacze

Substancje narkotyczne (narkotyki) to środki psychoaktywne, których zażywanie jest w danym kraju nielegalne. Narkotyki bardzo silnie oddziałują na układ nerwowy – mogą działać pobudzająco, hamująco lub halucynogennie. Bardzo szybko prowadzą do uzależnienia, co wiąże się z przymusem stałego przyjmowania coraz większych dawek tych substancji. W efekcie takie zachowanie może doprowadzić do skrajnego wyniszczenia organizmu, a nawet do śmierci.

Dopalacze to środki psychoaktywne, które działają na organizm w podobny sposób jak narkotyki. Ponieważ ich skład często nie jest znany, stosowanie tych środków może mieć tragiczne skutki. Nawet jednorazowe zażycie dopalaczy może skończyć się śmiercią.

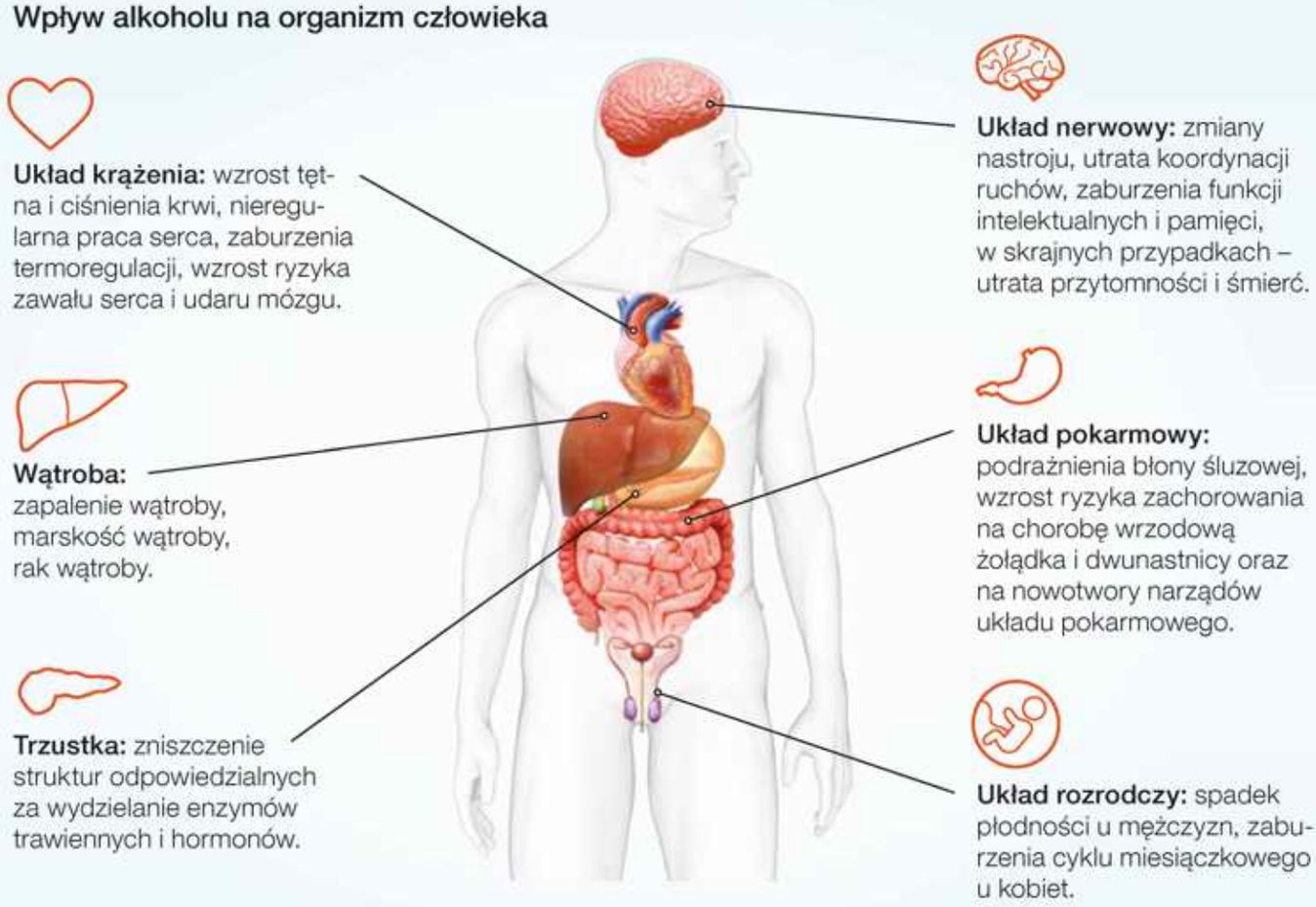


Niektóre substancje narkotyczne są obecne w roślinach. Na przykład kokaina występuje w liściach krasnodrzewu pospolitego (koki).

Alkohol

Alkohol jest substancją silnie uzależniającą, dlatego częste jego spożywanie może prowadzić do uzależnienia, czyli alkoholizmu. Alkoholizm może dotknąć każdego, niezależnie od wykształcenia lub statusu społecznego.

Wpływ alkoholu na organizm człowieka



Nikotyna

Nikotyna jest związkiem psychoaktywnym, który działa pobudzająco na układ nerwowy. Występuje w wyrobach tytoniowych oraz w płynach stosowanych w e-papierosach. Podczas palenia wyrobów nikotynowych wraz z dymem do naszego organizmu dostaje się też wiele innych, szkodliwych związków, w tym działających drażniąco, toksycznie lub rakotwórczo.



Popularne ostatnio e-papierosy są równie szkodliwe dla organizmu jak tradycyjne papierosy.

Leki

Do środków psychoaktywnych należą również niektóre leki, m.in. leki przeciwbólowe, nasenne lub o działaniu uspokajającym i przeciwdepresyjnym. Przyjmowanie tych środków niezgodnie z zaleceniami może prowadzić do uzależnienia oraz powodować poważne skutki uboczne, w tym zaburzenia pamięci, upośledzenie funkcji poznawczych, halucynacje oraz uszkodzenia różnych narządów.

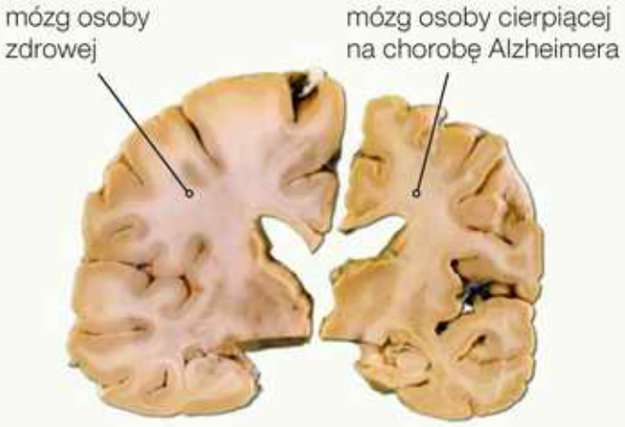


Uzależnienie od leków i innych środków farmaceutycznych nazywamy lekomanią.

Choroba Alzheimera

Choroba Alzheimera to choroba neurodegeneracyjna, czyli taka, w której przebiegu następuje śmierć komórek nerwowych. Prowadzi ona do postępującego otępienia. Cierpią na nią głównie osoby po 65. roku życia.

- **Przyczyna:** w przebiegu tej choroby w mózgu powstają nieprawidłowe formy pewnych białek. Tworzą one toksyczne złogi wewnątrz i na zewnątrz neuronów.
- **Profilaktyka:** brak. Stwierdzono jednak, że częsty wysiłek umysłowy, np. granie w gry logiczne lub rozwiązywanie krzyżówek, opóźnia pojawienie się objawów choroby Alzheimera.
- **Objawy:** zaburzenia pamięci, mowy, orientacji w czasie i przestrzeni, częste zmiany nastroju, narastająca niechęć do podejmowania jakiejkolwiek aktywności.



W chorobie Alzheimera następuje degeneracja neuronów, dlatego mózg osoby chorej ma mniejszą objętość.

Czynniki ryzyka rozwoju choroby Alzheimera:

- starszy wiek (>65 lat),
- płeć żeńska,
- cukrzyca,
- występowanie w rodzinie osoby chorej na chorobę Alzheimera.

Diagnostyka:

Chorobę Alzheimera diagnozuje się na podstawie:
- historii choroby i wywiadu rodzinnego,
- tomografii komputerowej,
- magnetycznego rezonansu jądrowego,
- przesiewowych testów neuropsychologicznych.

Choroba Parkinsona

Choroba Parkinsona to choroba neurodegeneracyjna, która najczęściej dotyka osób powyżej 60. roku życia.

- **Przyczyna:** w przebiegu tej choroby obserwuje się obumieranie komórek nerwowych mózgu odpowiedzialnych za produkcję dopaminy.
- **Profilaktyka:** brak. Uważa się, że do uniknięcia zachorowania może przyczynić się dieta bogata w witaminy E, B_6 i C. Pozytywny wpływ na nasz organizm ma również aktywny tryb życia.

Diagnostyka:

Chorobę Parkinsona diagnozuje się na podstawie:
- obserwacji pacjenta,
- tomografii komputerowej,
- magnetycznego rezonansu jądrowego.

Objawy choroby Parkinsona



U osób cierpiących na chorobę Parkinsona obserwuje się charakterystyczną pochyloną postawę ciała.

Schizofrenia

Schizofrenia to zaburzenie psychiczne, które upośledza funkcjonowanie danej osoby w społeczeństwie.

- **Przyczyny:** nie są jednoznacznie określone. Na rozwój choroby wpływają czynniki genetyczne oraz czynniki środowiskowe, np. zażywanie narkotyków, dyskryminacja, infekcje czy nadmierne spożywanie alkoholu.
- **Profilaktyka:** brak.
- **Objawy:** najczęściej pojawiają się między 15. a 35. rokiem życia. Należą do nich m.in.: zaburzenia myślenia i przeżywania emocji, niezgodność pomiędzy przeżywaniem, myśleniem a odczuwaniem, omamy – m.in. słuchowe, urojenia, zaniki pamięci.

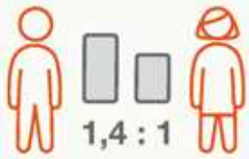
Diagnostyka:
Schizofrenię diagnozuje się na podstawie obserwacji pacjenta. Aby stwierdzić chorobę, główne objawy muszą utrzymywać się przez minimum miesiąc.

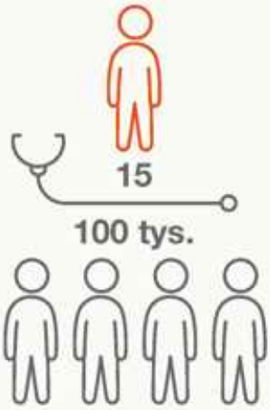
Schizofrenia w liczbach



Średni wiek w chwili zdiagnozowania choroby wynosi 27 lat.

Mężczyźni chorują częściej niż kobiety.





Co roku schizofrenia jest diagnozowana u 15 na 100 tys. osób.

Depresja

Depresja jest jednym z najczęściej występujących zaburzeń psychicznych.

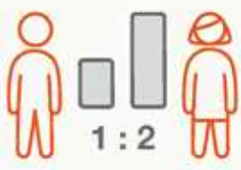
- **Przyczyny:** m.in.: czynniki genetyczne, zaburzenia przekazywania informacji w mózgu, występowanie chorób przewlekłych, uzależnienia, trudne i stresujące wydarzenia życiowe czy samotność.
- **Profilaktyka:** powinna obejmować m.in.: bliskie i autentyczne relacje z innymi, dbanie o zdrowy sen i aktywność fizyczną, w razie potrzeby – konsultacje psychiatryczne i psychologiczne.
- **Objawy:** m.in.: obniżony nastrój (zwłaszcza rano), utrata zainteresowań i zdolności do okazywania radości, wzmożona męczliwość, zmniejszenie aktywności, osłabienie koncentracji uwagi, niska samoocena, poczucie winy, pesymizm, myśli i czyny samobójcze, zaburzenia snu i odżywiania się.

Depresja w liczbach





Na depresję choruje ponad 350 mln ludzi na świecie, w tym 1,5 mln w Polsce.



Kobiety chorują dwukrotnie częściej niż mężczyźni.

Zaburzenia psychiczne, w tym depresja, są najczęstszą przyczyną samobójstw.

Diagnostyka:
Depresję diagnozuje się na podstawie obserwacji pacjenta. Objawy muszą utrzymywać się przez minimum dwa tygodnie.

Diagnostyka chorób układu nerwowego

Diagnostyka chorób układu nerwowego umożliwia wykrycie chorób i zaburzeń funkcjonowania tego układu. Wykrycie choroby na wczesnym jej etapie pomaga uniknąć najcięższych jej objawów i powikłań oraz szybciej wrócić do zdrowia. Do podstawowych metod diagnostyki chorób układu nerwowego należą: elektroencefalografia (EEG), tomografia komputerowa (TK) i magnetyczny rezonans jądrowy (MRI).

Elektroencefalografia	Tomografia komputerowa	Magnetyczny rezonans jądrowy
Metoda ta służy badaniu czynności bioelektrycznej mózgu. Na głowie pacjenta są umieszczane elektrody, które rejestrują zmiany potencjału elektrycznego, wynikające z pracy kory mózgowej.	Jest to metoda wykorzystująca promieniowanie rentgenowskie, która pozwala uzyskać obrazy wnętrza organizmu. W neurologii najczęściej wykonuje się tomografię komputerową głowy.	Metoda ta, podobnie jak tomografia komputerowa, służy do uzyskania obrazów wnętrza organizmu. Nie wykorzystuje się w niej jednak szkodliwego promieniowania rentgenowskiego.
		

W skrócie

- Dla prawidłowego funkcjonowania układu nerwowego ważne są: sen, prawidłowa dieta, uprawianie sportu oraz unikanie używek i nadmiernego stresu.
- Sen umożliwia **utrwalenie informacji** nabytych w ciągu dnia, **odpoczynek** całego ciała, **wzrost** organizmu i **ochronę** rzadko stymulowanych **połączeń nerwowych**.
- **Substancje psychoaktywne** to związki chemiczne, które oddziałują na układ nerwowy. Używanie ich może prowadzić do wyniszczenia organizmu i uszkodzenia wielu narządów. Do substancji psychoaktywnych zaliczamy m.in. substancje narkotyczne, alkohol, nikotynę, dopalacze, leki uspokajające i nasenne.
- Do chorób układu nerwowego zaliczamy m.in.: **chorobę Alzheimera**, **chorobę Parkinsona**, **schizofrenię** i **depresję**. W przypadku wszystkich chorób układu nerwowego najważniejsza jest wczesna diagnostyka.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, jaką rolę odgrywa sen w prawidłowym funkcjonowania organizmu człowieka.
2. Wymień główne objawy chorób: Alzheimera i Parkinsona.
3. Na podstawie samodzielnie zebranych informacji podaj czynniki ryzyka schizofrenii i depresji.

Podsumowanie

1 Funkcje układu nerwowego to:

- odbieranie i analizowanie bodźców pochodzących ze środowiska zewnętrznego i z wnętrza ciała,
- reagowanie na bodźce,
- regulowanie i koordynowanie pracy innych układów,
- sterowanie wyższymi czynnościami nerwowymi, takimi jak pamięć, inteligencja i emocje.

2 Podział układu nerwowego

Podział anatomiczny	
ośrodkowy układ nerwowy	**obwodowy układ nerwowy**
• mózgowie i rdzeń kręgowy • odbiera i analizuje bodźce, decyduje o reakcji organizmu	• nerwy czaszkowe i rdzeniowe • przewodzi sygnały pomiędzy układem ośrodkowym a receptorami i efektorami

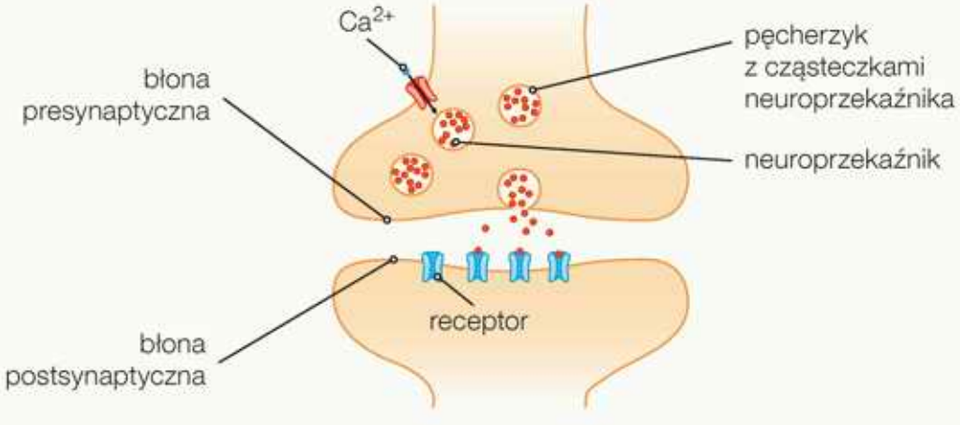
Podział funkcjonalny	
somatyczny układ nerwowy	**autonomiczny układ nerwowy**
• odbiera bodźce spoza organizmu • odpowiada za świadome czynności organizmu	• odbiera bodźce z wnętrza organizmu • odpowiada za czynności niezależne od woli

3 Neurony – komórki nerwowe, których zadaniem jest przekazywanie informacji w postaci sygnału elektrycznego.

Rodzaje neuronów

neurony czuciowe	neurony ruchowe	neurony pośredniczące
• przewodzą impulsy nerwowe od receptorów (np. receptora dotyku w skórze) do ośrodkowego układu nerwowego	• przewodzą impulsy nerwowe z ośrodkowego układu nerwowego do odpowiednich narządów, np. mięśni	• przewodzą impulsy nerwowe pomiędzy neuronami czuciowymi a neuronami ruchowymi

4 Synapsy – połączenia między zakończeniem aksonu jednego neuronu a dendrytem kolejnego neuronu albo błoną komórki gruczołowej lub komórki mięśniowej.



Budowa synapsy chemicznej.

5 **Neuroprzekaźniki** – związki chemiczne, które przekazują informacje w synapsach chemicznych. Wyróżniamy **neuroprzekaźniki pobudzające** (m.in. serotonina, dopamina, adrenalina) oraz **neuroprzekaźniki hamujące** (np. GABA).

6 Budowa i funkcje mózgowia

Część mózgowia	Funkcje
Mózg	Odpowiada za integrację i przetwarzanie informacji, zarządzanie pracą poszczególnych części ciała oraz wyższe czynności układu nerwowego, takie jak zapamiętywanie, analizowanie informacji czy uczenie się.
Pień mózgu	Odpowiada za podstawowe funkcje życiowe człowieka, takie jak: oddychanie, praca serca, regulacja ciśnienia krwi i temperatury ciała.
Móżdżek	Uczestniczy w koordynacji ruchowej organizmu.

7 Do głównych funkcji **rdzenia kręgowego** należą:

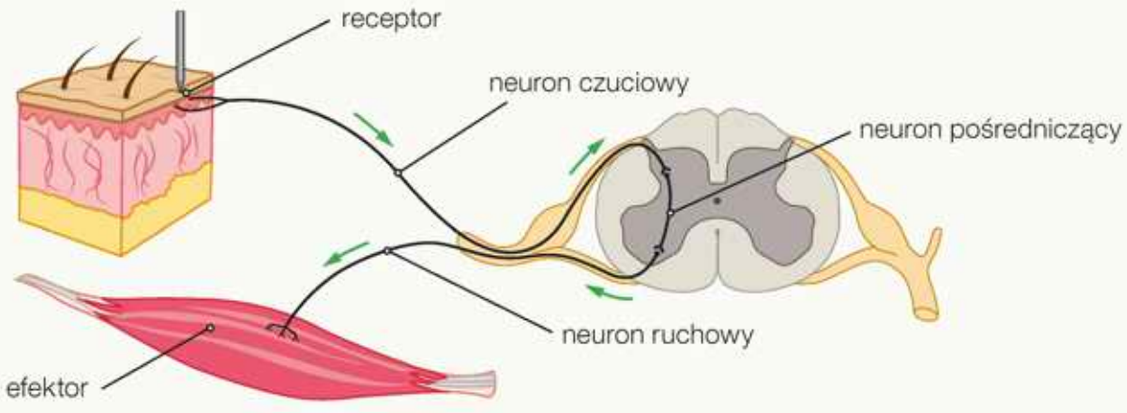
- kontrola reakcji odruchowych zachodzących bez udziału naszej woli, np. odruch kolanowy,
- zapewnienie komunikacji między mózgowiem a obwodowym układem nerwowym.

8 **Odruchy** – reakcje organizmu, które zachodzą z udziałem obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego, lecz bez udziału naszej świadomości.

Rodzaje odruchów

odruchy bezwarunkowe	odruchy warunkowe
• wrodzone • takie same u wszystkich osobników gatunku • w ich powstawaniu nie uczestniczy kora mózgu • nie podlegają modyfikacjom pod wpływem działania środowiska lub naszej woli	• nabyte • indywidualne dla każdego osobnika • w ich powstawaniu uczestniczy kora mózgu • mogą podlegać modyfikacjom pod wpływem działania środowiska lub naszej woli

9 Elementy łuku odruchowego



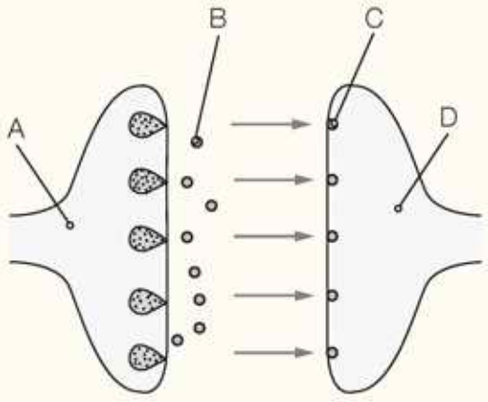
10 Podział i funkcje autonomicznego układu nerwowego

Autonomiczny układ nerwowy	
współczulny	**przywspółczulny**
• koordynuje pracę narządów w **sytuacji stresowej**	• koordynuje pracę narządów w **stanie odpoczynku**

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 Na ilustracji przedstawiono budowę synapsy chemicznej. (2 p.)



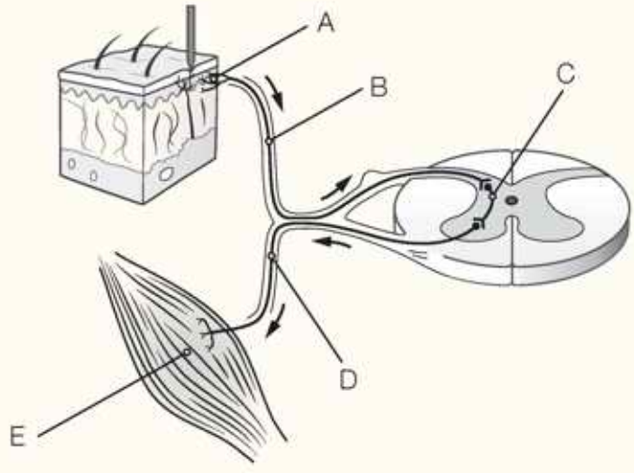
a) Podaj, którą literą oznaczono na ilustracji zakończenie aksonu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

b) Określ, który z wymienionych neuroprzekaźników wykazuje działanie hamujące. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

dopamina, GABA, serotonina, adrenalina

2 **Oceń prawdziwość twierdzenia: „Rozmieszczenie istoty białej i istoty szarej względem siebie w mózgu i rdzeniu kręgowym jest takie samo”. Uzasadnij swoją odpowiedź i zapisz ją w zeszycie.** (1 p.)

3 Na ilustracji przedstawiono działanie łuku odruchowego. (3 p.)



a) Na podstawie ilustracji podaj definicję łuku odruchowego. W odpowiedzi uwzględnij wszystkie widoczne na ilustracji elementy. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

b) Określ, które struktury spośród A–E stanowią receptor i efektor w przedstawionym łuku odruchowym. Podaj ich nazwy. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

4 **Określ, jakiego rodzaju odruchu (warunkowego czy bezwarunkowego) dotyczą poniższe zdania. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (7 p.)

A. Uczestniczy w nim kora mózgu.
B. Nie podlega modyfikacjom pod wpływem działania środowiska lub naszej woli.
C. Jest taki sam u wszystkich osobników danego gatunku.
D. Ma charakter nabyty, wyuczony.
E. Ułatwia osobnikom adaptację do warunków środowiska.
F. Przykładem jest wydzielanie śliny na widok cytryny.
G. Przykładem jest odruch ssania.

5 **Zapisz w zeszycie we właściwej kolejności etapy przebiegu reakcji odruchowej na wysoką temperaturę.** (1 p.)

A. Mięsień kurczy się, co powoduje odsunięcie ręki.
B. Neuron pośredniczący przekazuje impuls nerwowy do neuronu ruchowego.
C. Neuron ruchowy pobudza efektor – mięsień – do reakcji.
D. Informacja o zadziałaniu bodźca zostaje przekazana w postaci impulsu nerwowego przez neuron czuciowy do ośrodkowego układu nerwowego.
E. Receptor termiczny zlokalizowany w skórze palca odbiera bodziec.

6 **Wybierz punkt, w którym wymieniono wyłącznie działania współczulnego układu nerwowego.** (1 p.)

A. Powoduje rozszerzenie dróg oddechowych, stymuluje aktywność żołądka i jelit, rozszerza źrenice.
B. Stymuluje aktywność żołądka i jelit, rozszerza źrenice, hamuje pracę serca.
C. Powoduje zwężenie dróg oddechowych, rozszerza źrenice, przyspiesza pracę serca.
D. Przyspiesza pracę serca, rozszerza źrenice, hamuje aktywność żołądka i jelit.

7 **Omów na wybranym przez siebie przykładzie pozytywne znaczenie snu dla uczłowieka.** (1 p.)

8 **Podaj dwa przykłady substancji uzależniających. Opisz wpływ jednej z nich na organizm.** (2 p.)

9 **Wybierz punkt, w którym podano nazwę opisanej niżej choroby układu nerwowego.** (1 p.)

Choroba ta występuje głównie u starszych osób. Dochodzi w niej do niszczenia komórek nerwowych w wyniku odkładania się nieprawidłowych białek. Do objawów tej choroby należą m.in. zaburzenia pamięci, mowy i orientacji w przestrzeni. W konsekwencji choroba ta prowadzi do postępującego otępienia.

A. Schizofrenia.
B. Depresja.
C. Choroba Parkinsona.
D. Choroba Alzheimera.



10. Narządy zmysłów

To było w szkole podstawowej!

- ☑ U człowieka wyróżniamy zmysły: wzroku, słuchu, równowagi, smaku, węchu i dotyku.
- ☑ Budowa oka (narząd wzroku)



- ☑

Budowa ucha (narząd słuchu i równowagi)

ucho zewnętrzne	ucho środkowe	ucho wewnętrzne
• małżowina uszna • przewód słuchowy	• błona bębenkowa • kosteczki słuchowe (młoteczek, kowadełko, strzemiączko) • trąbka słuchowa	• ślimak • kanały półkoliste



10.1. Budowa i działanie narządu wzroku

Zwróć uwagę na:

- podział receptorów ze względu na rodzaj odbieranego bodźca,
- związek między lokalizacją a funkcją receptorów,
- budowę i działanie oka,
- podstawowe zasady higieny wzroku.

Wiesz już, że za analizę i interpretację bodźców oraz określanie sposobu reakcji na nie odpowiada układ nerwowy. Teraz dowiesz się więcej na temat receptorów oraz poznasz bliżej jeden z narządów zmysłów – oko.

Czym są receptory?

Receptory to wyspecjalizowane komórki lub wolne zakończenia nerwowe (dendryty), które ulegają pobudzeniu wskutek działania konkretnego rodzaju bodźca, np. ucisku lub temperatury. Receptory przekazują informację o bodźcu w postaci impulsów nerwowych do ośrodkowego układu nerwowego. Tam bodziec jest interpretowany i powstaje doznanie, np. wrażenie wzrokowe lub słuchowe.

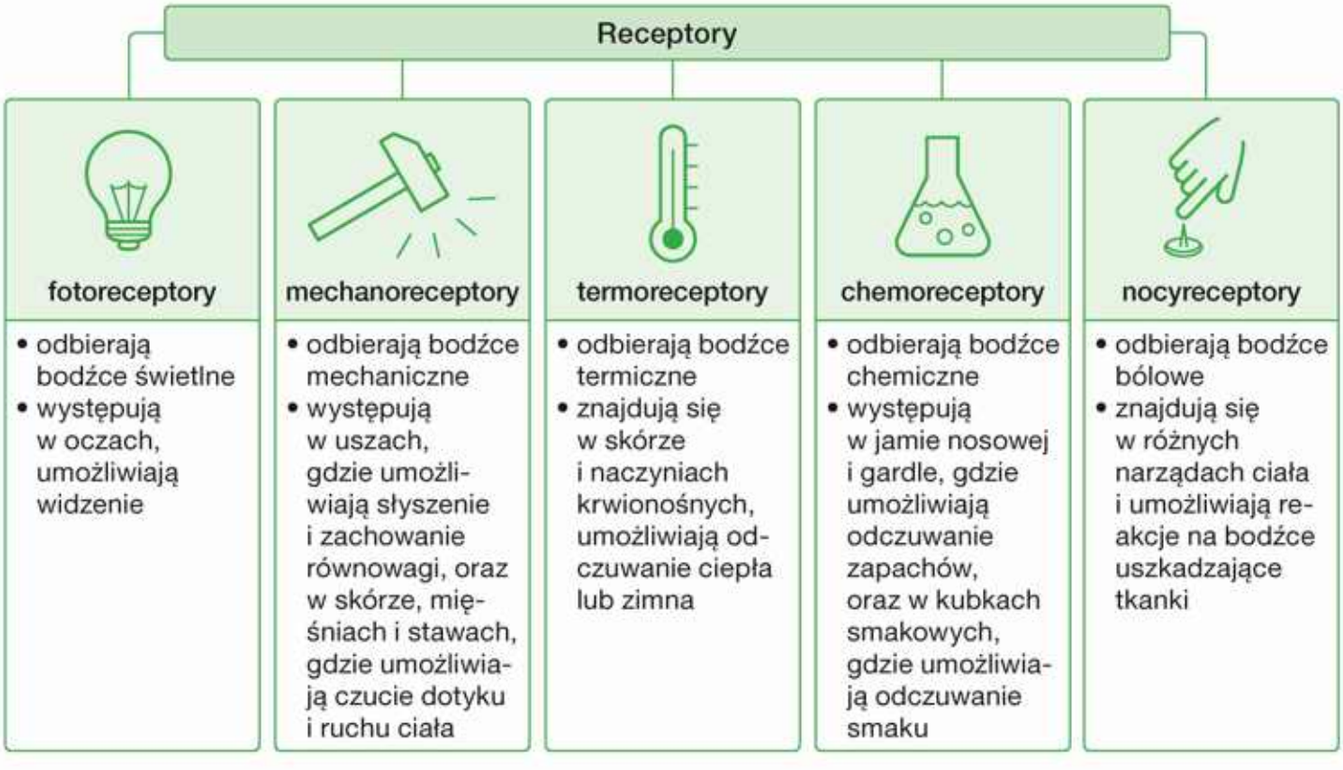
Kryteria podziału receptorów

Ze względu na pochodzenie odbieranego bodźca receptory dzielimy na:

- **interoreceptory**, które umożliwiają odbiór zmian zachodzących w środowisku wewnętrznym. Występują one np. w narządach wewnętrznych;
- **eksteroreceptory**, które umożliwiają odbiór zmian zachodzących w środowisku zewnętrznym. Występują one w narządach zmysłów.

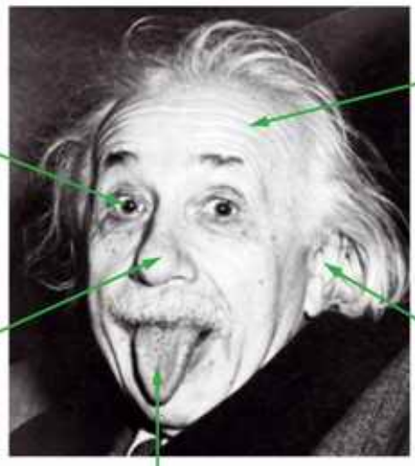
Innym kryterium podziału receptorów jest podział ze względu na rodzaj odbieranego bodźca. Grupy receptorów wyróżnianych na tej podstawie oraz ich występowanie możesz prześledzić na poniższym schemacie.

Podział receptorów ze względu na rodzaj odbieranego bodźca



Czym są narządy zmysłów?

Narządy zmysłów to struktury, w których występują receptory wyspecjalizowane w odbieraniu określonych rodzajów bodźców. Ciało człowieka ma pięć głównych narządów zmysłów: oko, ucho, nos, kubki smakowe oraz skórę.



Oko

Oko jest narządem wzroku. Umożliwia rozróżnianie barw i widzenie przedmiotów znajdujących się w różnych odległościach.

Skóra

Skóra to narząd dotyku. Znajdują się w niej także receptory: bólu, zimna, ciepła i ucisku.

Nos

Nos, a dokładnie – nabłonek węchowy w nosie – jest narządem węchu. Reaguje na substancje lotne rozpuszczone w śluzie błony śluzowej nosa.

Ucho

Ucho człowieka jest narządem słuchu oraz narządem równowagi. Umożliwia odbiór fal dźwiękowych i ocenę położenia ciała.

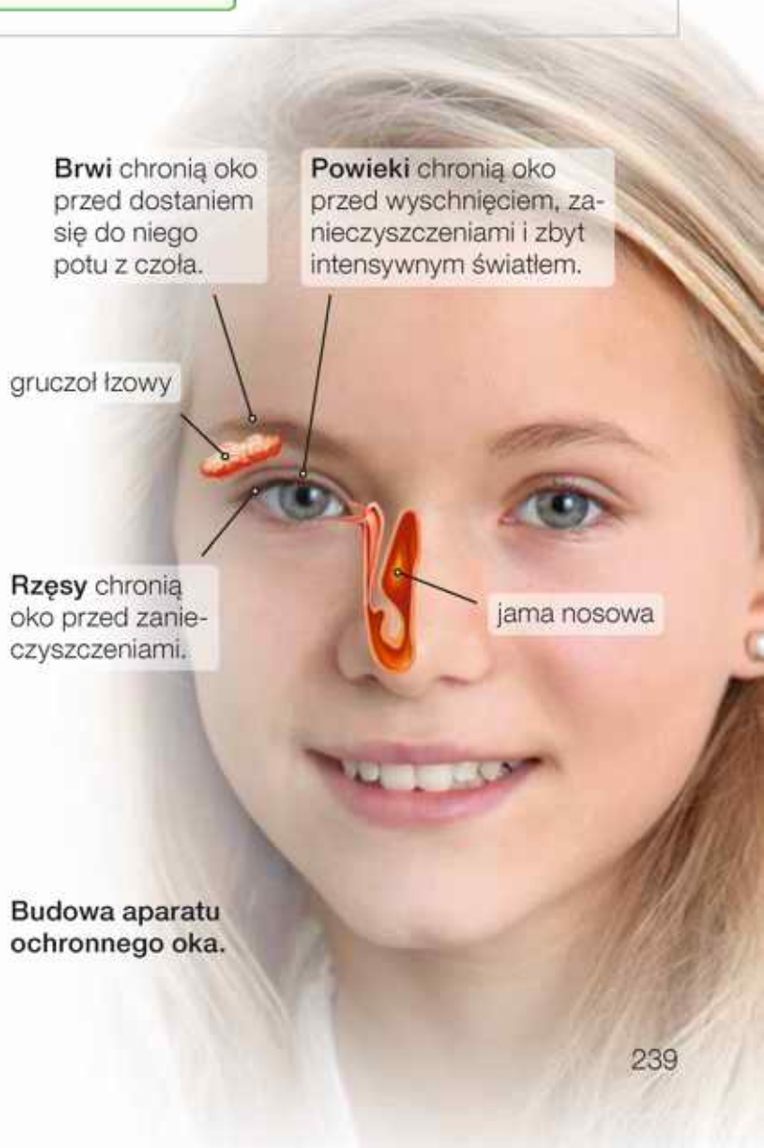
Kubki smakowe

Kubki smakowe są narządem smaku. Znajdują się głównie w brodawkach języka.

Lokalizacja i budowa oka

Oczy są osadzone w zagłębieniach w czaszce, które nazywamy **oczodołami**. Każde oko składa się z:

- **gałki ocznej**, czyli zasadniczej części narządu wzroku;
- **nerwu wzrokowego**, który przekazuje impulsy nerwowe od receptorów do mózgowia;
- **aparatu ruchowego**, czyli grupy sześciu mięśni umożliwiających ruchy gałki ocznej wewnątrz oczodołu;
- **aparatu ochronnego** gałki ocznej, który stanowią: powieki, brwi, rzęsy, spojówka oraz gruczoł łzowy. Spojówka to błona śluzowa wyścielająca wewnętrzną stronę powiek i część gałki ocznej. Gruczoły łzowe produkują łzy, których zadaniem jest nawilżanie i oczyszczanie gałki ocznej.



Budowa aparatu ochronnego oka.

Jak jest zbudowana gałka oczna?

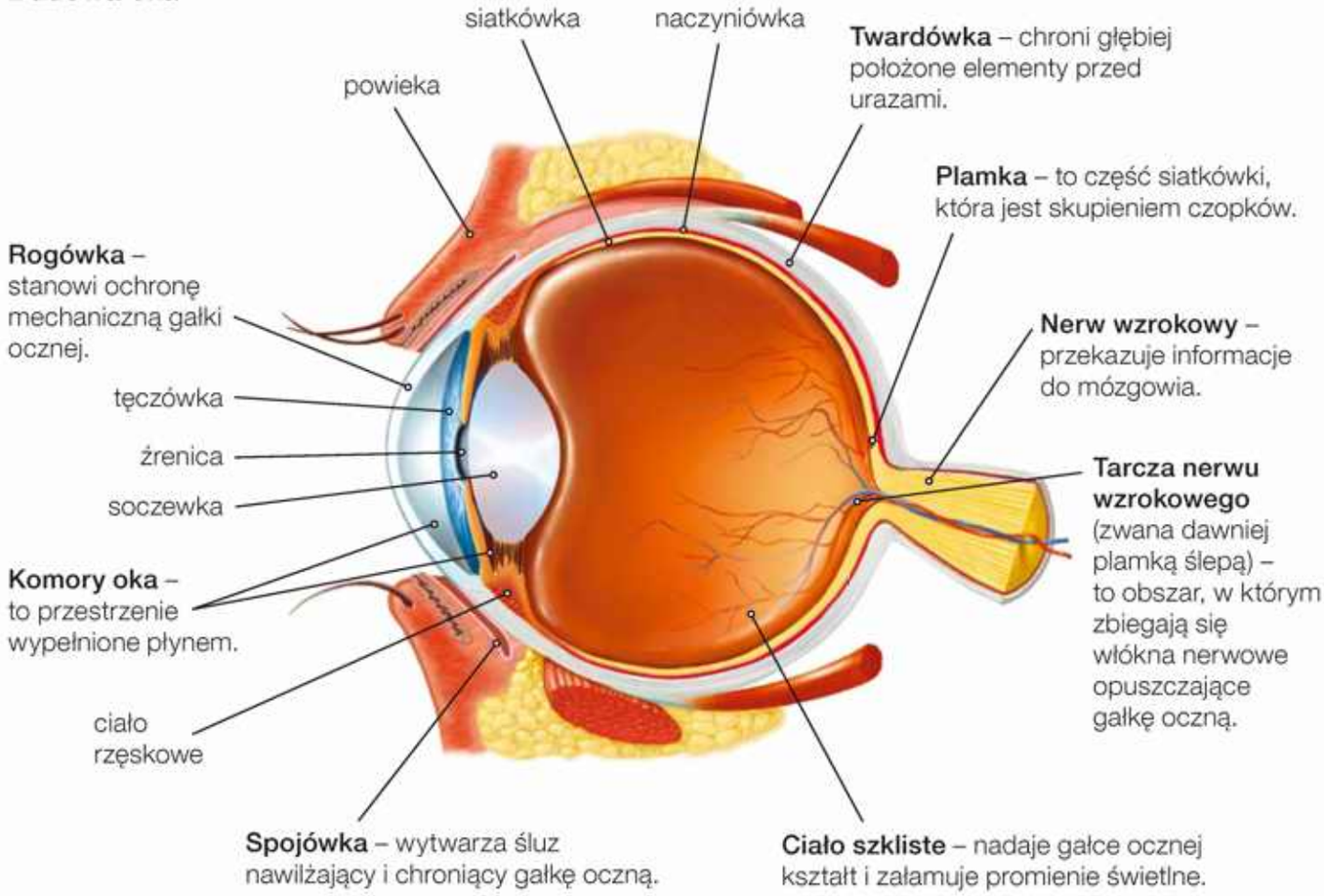
Gałka oczna jest wypełniona galaretowatym płynem zwanym **ciałem szklistym**. Ścianę gałki ocznej tworzą trzy błony: błona włóknista, błona naczyniowa i siatkówka.

Najbardziej zewnętrznie położoną błoną jest **błona włóknista**. W tylnej części gałki ocznej jest ona nieprzezroczysta i nazywamy ją **twardówką**. W przedniej części gałki ocznej błona włóknista jest cieńsza, przezroczysta i bardziej wypukła. Ten obszar nosi nazwę **rogówki**. Błona włóknista pełni funkcję ochronną.

Pod błoną włóknistą znajduje się **błona naczyniowa**. Jest ona zbudowana z trzech elementów: naczyniówki, ciała rzęskowego i tęczówki. W **naczyniówce** występuje sieć włosowatych naczyń krwionośnych, dzięki którym do oka trafiają substancje odżywcze i tlen. **Ciało rzęskowe** łączy naczyniówkę z tęczówką. Jego najważniejszą częścią jest mięsień rzęskowy, który wpływa na zmianę kształtu soczewki, co umożliwia skupianie obrazu na siatkówce. **Tęczówka** znajduje się w przedniej części gałki ocznej i może mieć różny kolor. W centralnej części tęczówki znajduje się otwór zwany **źrenicą**. Jego średnica może się zmieniać w zależności od natężenia światła, co umożliwia przystosowanie się oka do widzenia przy różnym oświetleniu. Proces przystosowywania się oka do widzenia w różnych warunkach świetlnych nazywamy **adaptacją oka**.

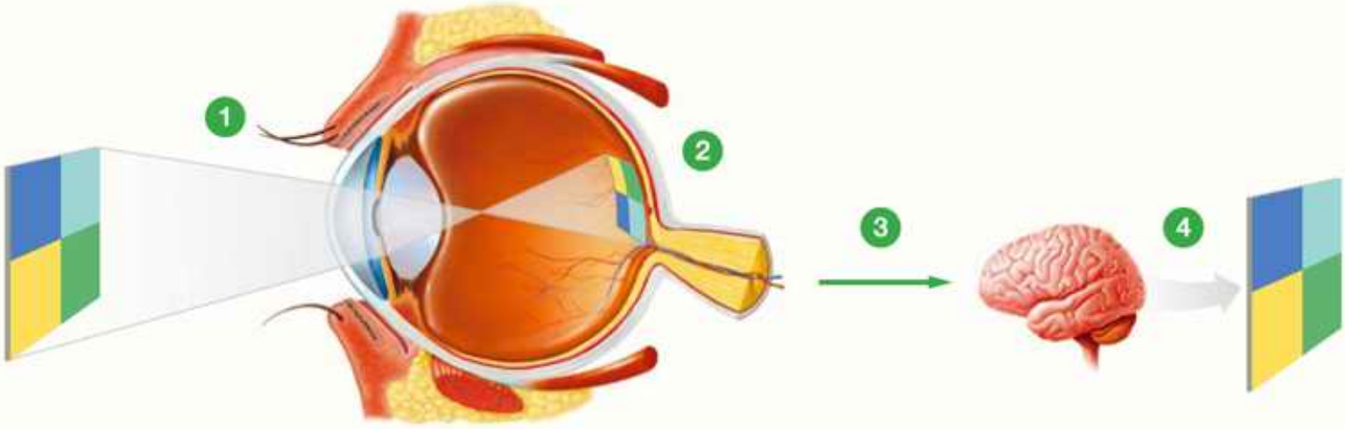
Właściwym miejscem receptorowym w oku jest trzecia błona – **siatkówka**. W jej skład wchodzą **fotoreceptory**: czopki i pręciki. Są one zdolne do przetwarzania bodźców świetlnych na impuls nerwowy, który zostaje przekazany do mózgu przez nerw wzrokowy. **Czopki** umożliwiają wyraźne widzenie oraz rozróżnianie barw. **Pręciki** natomiast są odpowiedzialne za postrzeganie kształtów oraz ruchu, umożliwiają również widzenie w półmroku.

Budowa oka



W jaki sposób widzimy?

Aby odpowiedzieć na to pytanie, musisz najpierw przeanalizować drogę, którą pokonuje światło w gałce ocznej, a następnie zrozumieć, w jaki sposób bodźce świetlne są odbierane na siatkówce i interpretowane w mózgowiu.



Promienie światła odbite od obserwowanego przedmiotu przechodzą przez układ optyczny oka, który tworzą: rogówka, komora przednia oka, soczewka i ciało szkliste.

1. Promienie światła odbitego od oglądanego obiektu dostają się przez rogówkę, komorę przednią oka i źrenicę do soczewki.
2. Dzięki możliwości zmiany kształtu soczewka skupia promienie świetlne na siatkówce – części światłoczułej, w której występują fotoreceptory. Na siatkówce powstaje odwrócony i pomniejszony obraz oglądanego obiektu.
3. Z siatkówki informacja o obrazie jest przekazywana za pomocą nerwu wzrokowego do ośrodka wzroku, który znajduje się w płacie potylicznym kory mózgu.
4. Mózg koryguje obraz, dzięki czemu postrzegamy obiekt w prawidłowy sposób.

Droga, którą pokonuje światło przez gałkę oczną

rogówka → **komora przednia oka** → **źrenica** → **soczewka** → **ciało szkliste oka** → **siatkówka**

Czym jest akomodacja oka?

Akomodacja to zdolność dostosowania się oka do wyraźnego widzenia przedmiotów z różnych odległości. Jest ona możliwa m.in. dzięki zmianom kształtu soczewki, za które odpowiada mięsień rzęskowy.

Widzenie dalekie



soczewka spłaszczona

Rozkurcz mięśnia rzęskowego powoduje, że soczewka się spłaszcza. Dzięki temu widzimy ostro przedmioty znajdujące się w oddali.

Widzenie bliskie

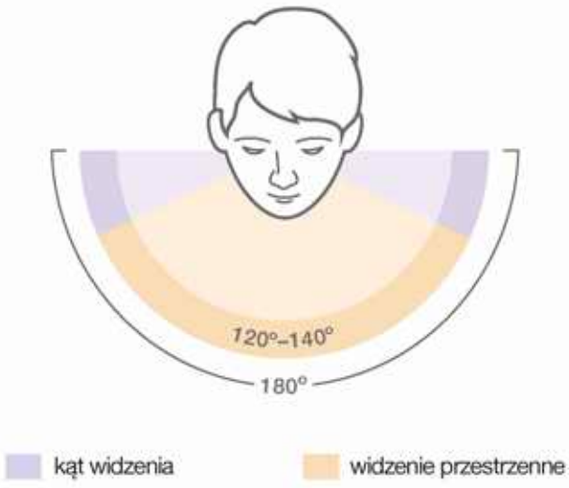


soczewka wypukła

Skurcz mięśnia rzęskowego powoduje, że soczewka staje się bardziej kulista. Umożliwia to ostre widzenie przedmiotów znajdujących się blisko.

Widzenie przestrzenne

Człowiek ma dwoje oczu umiejscowionych z przodu głowy. Takie położenie oczu umożliwia mu widzenie przestrzenne, a zatem także dokładną ocenę odległości. Dzieje się tak, ponieważ obraz rejestrowany przez jedno oko różni się od obrazu odbieranego przez drugie oko, jednak pola widzenia obu oczu częściowo się pokrywają. W ten sposób mózg otrzymuje dwa nieco inne obrazy, które składa w jeden obraz przestrzenny.



To było w szkole podstawowej!

Wady wzroku i sposoby ich korekcji

Krótkowzroczność – występuje wtedy, gdy gałka oczna jest wydłużona, przez co promienie świetlne skupiają się przed siatkówką. Obraz przedmiotów znajdujących się w oddali jest zamazany. W celu korekcji tej wady stosuje się dwuwklęsłe soczewki rozpraszające.



Dalekowzroczność – występuje wtedy, gdy gałka oczna jest skrócona. Dlatego promienie świetlne skupiałyby się za siatkówką. Obraz przedmiotów znajdujących się blisko jest nieostry. Do korekcji tej wady stosuje się soczewki skupiające.



Astygmatyzm – występuje wtedy, gdy oko nieprawidłowo skupia promienie świetlne w kilku miejscach siatkówki. Osoba z astygmatyzmem widzi obraz nieostro w pewnych obszarach pola widzenia z każdej odległości. Do korekcji tej wady stosuje się szkła cylindryczne (walcowate).



Wybrane choroby oczu i zaburzenia widzenia

Choroby i zaburzenia widzenia mogą znacząco upośledzać odbiór wrażeń wzrokowych. Poniżej opisaliśmy cztery z nich, występujące najpowszechniej.

Zaćma

Zaćma to choroba spowodowana zmętnieniem soczewki, które ogranicza jej przepuszczalność dla promieni świetlnych. W efekcie chory widzi nieostry obraz. Zaćma może być wrodzona lub nabyta w wyniku infekcji. Występuje też u osób w podeszłym wieku. Leczenie zaćmy polega na wszczepieniu sztucznej soczewki w miejscu soczewki zmienionej chorobowo.



Osoba chora na zaćmę widzi obraz jak przez taflę wody.

Zwyrodnienie plamki związane z wiekiem

W chorobie tej dochodzi do uszkodzenia siatkówki, zwłaszcza plamki, co prowadzi do pogorszenia lub nawet całkowitej utraty wzroku. Zwyrodnienie plamki najczęściej występuje u osób po 50. roku życia, dlatego wiek stanowi główny czynnik ryzyka wystąpienia choroby. Jednak bezpośrednie przyczyny nie są znane. Leczenie zwyrodnienia plamki skupia się na hamowaniu postępu choroby m.in. przez dietę bogatą w warzywa i owoce oraz stosowanie leków poprawiających ukrwienie gałki ocznej.



Osoba ze zwyrodnieniem plamki widzi nieprawidłowo centralną część obrazu.

Jaskra

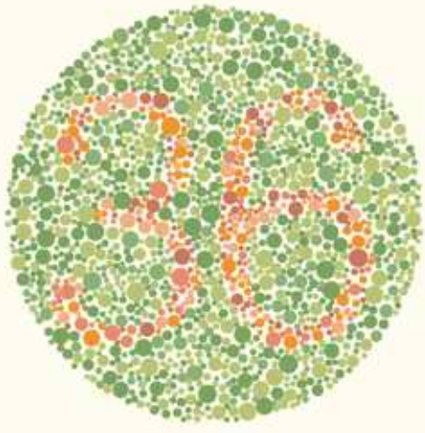
Jaskra to choroba prowadząca do nieodwracalnego uszkodzenia nerwu wzrokowego i niektórych komórek siatkówki. Uszkodzenie następuje pod wpływem nadmiernego wzrostu ciśnienia wewnątrz gałki ocznej. Leczenie jaskry polega m.in. na stosowaniu leków obniżających ciśnienie w gałce ocznej.



Osoba cierpiąca na jaskrę ma zawężone pole widzenia.

Daltonizm, czyli wrodzona ślepota barw

Daltonizm to potoczona nazwa grupy zaburzeń związanych z widzeniem barw, zwanych ślepotą barw. Osoby z tym zaburzeniem nie widzą różnic pomiędzy niektórymi barwami, najczęściej między barwą zieloną a barwą czerwoną. Daltonizm jest uwarunkowany genetycznie i nie można mu zapobiegać.

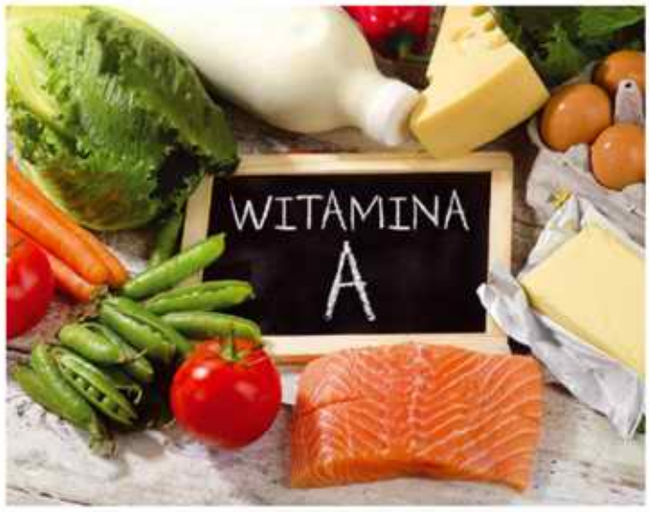


Aby ocenić, czy dana osoba ma daltonizm, stosuje się specjalne barwne tablice. Na ilustracji obok osoba prawidłowo rozróżniająca barwy dostrzeże liczbę 36.

Jak dbać o narząd wzroku?

Dla utrzymania oczu w dobrej kondycji ważne są:

- **właściwe oświetlenie** – zbyt jasne światło może uszkodzić wzrok, dlatego w słoneczne dni warto nosić okulary przeciwsłoneczne. Należy też unikać zbyt długiego wpatrywania się w ekran monitora lub telefonu. Przyczyną pogorszenia się widzenia może być również za słabe oświetlenie, dlatego nie należy np. czytać książek w półmroku;
- **unikanie wpatrywania się w przedmioty leżące zbyt blisko** – mięśnie regulujące kształt soczewki są wtedy stale skurczone, a nasze oczy mogą się męczyć. Podczas czytania lub pracy na komputerze warto więc co jakiś czas oderwać wzrok i przez chwilę popatrzeć w dal;
- **unikanie zanieczyszczeń pyłowych oraz dymu** – gdy zanieczyszczenia te dostaną się do naszych oczu, mogą spowodować ich podrażnienie lub uszkodzenie. Dlatego np. podczas pracy w zapylonym pomieszczeniu powinno się używać okularów ochronnych;
- **właściwa dieta** – pokarmy bogate w kwasy omega-3, luteinę, zeaksantynę i witaminy B_2 oraz A mogą pomóc w zapobieganiu wadom i chorobom oczu.



Dieta przyjazna dla naszych oczu obejmuje dużą ilość warzyw oraz ryby, jaja i produkty mleczne.

Synestezja, czyli jak zobaczyć dźwięki

Bliżej życia

Synestezja to umiejętność odbierania danego bodźca za pomocą dodatkowego zmysłu, np. dźwięku za pomocą zmysłu smaku. Dla synestetów cyfry, litery czy dźwięki mają więc także określone kolory albo smaki. Dlaczego tak się dzieje? Istnieją dwie teorie tłumaczące to zjawisko. Według pierwszej z nich w mózgu synestety występują nietypowe połączenia ośrodków przetwarzających doznania zmysłowe, które nie występują u innych osób. Mózg takiej osoby łączy ze sobą zmysły, np. słuch ze wzrokiem czy dotyk z węchem. Według drugiej teorii dodatkowe wrażenia zmysłowe wynikają z braku hamowania impulsów docierających do rożnych ośrodków zmysłów.



W skrócie

- **Receptory** to struktury, które ulegają pobudzeniu wskutek działania konkretnego rodzaju bodźca. **Interoreceptory** odbierają bodźce z wnętrza organizmu, a **eksteroreceptory** – ze środowiska zewnętrznego.

  Podział receptorów ze względu na rodzaje odbieranych bodźców

Rodzaj receptorów	fotoreceptory	mechano-receptory	termorecep-tory	chemo-receptory	nocyreceptory
Odbierane bodźce	bodźce świetlne	bodźce mechaniczne	bodźce termiczne	bodźce chemiczne	bodźce bólowe

- **Narządy zmysłów** to struktury wyspecjalizowane w odbieraniu bodźców określonego rodzaju. Wyróżniamy pięć głównych narządów zmysłów: oko, ucho, nos, kubki smakowe oraz skórę.
- **Narządem wzroku jest oko.** Składa się ono z:
  - **gałki ocznej**, czyli zasadniczej części narządu wzroku. Jej głównym elementem jest **siatkówka**, w której występują fotoreceptory: **czopki** – umożliwiające barwne i wyraźne widzenie – oraz **pręciki** – odpowiedzialne za postrzeganie kształtów i ruchu;
  - **nerwu wzrokowego**, który przekazuje impulsy nerwowe od receptorów do mózgowia;
  - **aparatu ruchowego**, czyli grupy sześciu mięśni umożliwiających ruchy gałki ocznej wewnątrz oczodołu;
  - **aparatu ochronnego** gałki ocznej, który stanowią: powieki, brwi, rzęsy, spojówki oraz gruczoły łzowe.
- **Mechanizm widzenia:**
  1. Promienie światła odbitego od oglądanego obiektu dostają się przez rogówkę, komorę przednią oka i źrenicę do soczewki.
  2. Soczewka skupia promienie świetlne na siatkówce, na której powstaje obraz. Jest on odwrócony i pomniejszony.
  3. Informacja o obrazie jest przekazywana za pomocą nerwu wzrokowego do ośrodka wzroku w korze mózgu, gdzie dochodzi do jej analizy i interpretacji.
- **Adaptacja oka** to proces przystosowywania się oka do widzenia w różnych warunkach świetlnych.
- **Akomodacja oka** to zdolność dostosowania się oka do wyraźnego widzenia przedmiotów z różnych odległości. Jest ona możliwa m.in. dzięki zmianom kształtu soczewki.
- Aby zapobiegać wadom wzroku i chorobom oczu, należy pamiętać o: właściwym oświetleniu pomieszczeń, unikaniu wpatrywania się w przedmioty leżące zbyt blisko, unikaniu zanieczyszczeń pyłowych i dymu oraz o właściwej diecie.

Polecenia kontrolne

1. Wymień nazwy receptorów wyróżnianych w zależności od rodzaju odbieranych przez nie bodźców.
2. Opisz drogę promieni świetlnych przez gałkę oczną.
3. Przedstaw, na czym polegają procesy akomodacji i adaptacji oka.
4. Korzystając z dostępnych źródeł informacji, ułóż dzienny jadłospis, który będzie zawierał produkty bogate w składniki pokarmowe wspomagające funkcjonowanie narządu wzroku.

10.2. Ucho – narząd zmysłu słuchu i zmysłu równowagi

Zwróć uwagę na:

- budowę ucha oraz funkcje jego poszczególnych elementów,
- mechanizm odbierania i rozpoznawania dźwięków,
- funkcję ucha wewnętrznego jako narządu zmysłu równowagi,
- podstawowe zasady higieny narządu zmysłów: słuchu i równowagi.

Ucho jest narządem dwóch zmysłów – słuchu i równowagi. W dalszej części tekstu dowiesz się, jak jest ono zbudowane oraz w jaki sposób odbieramy dźwięki i zachowujemy równowagę ciała. Poznasz też podstawowe zasady higieny uszu.

Jak jest zbudowane ucho?

Ucho składa się z trzech głównych części: ucha zewnętrznego, ucha środkowego i ucha wewnętrznego.

Ucho zewnętrzne służy do wychwytywania fal dźwiękowych. Składa się ono z:

- **małżowiny usznej**, zbudowanej z tkanki chrzęstnej okrytej skórą;
- **przewodu słuchowego**, czyli kanału o długości ok. 3 cm. W jego początkowym odcinku znajdują się włoski zapobiegające przedostawaniu się zanieczyszczeń. Wnętrze przewodu słuchowego jest wyścielone **woskowiną** – tłustą substancją, która uczestniczy w usuwaniu zanieczyszczeń.

Ucho środkowe przenosi i wzmacnia drgania fal dźwiękowych. Tworzą je:

- **błona bębenkowa**, która stanowi barierę między uchem zewnętrznym a uchem środkowym;
- **jama bębenkowa**, wewnątrz której znajdują się trzy miniaturowe kości, zwane **kosteczkami słuchowymi**: **młoteczek**, **kowadełko** i **strzemiączko**. Ich funkcją jest wzmacnianie i przenoszenie drgań z błony bębenkowej do ucha wewnętrznego;
- **trąbka słuchowa**, która jest przewodem prowadzącym z jamy bębenkowej do nosowej części gardła. Jej zadaniem jest utrzymywanie jednakowego ciśnienia powietrza w przewodzie słuchowym i jamie bębenkowej.

Ucho wewnętrzne, nazywane **błędnikiem**, zawiera właściwe narządy słuchu i równowagi.

Jest na to sposób



Aby zapamiętać kolejność kosteczek słuchowych, możesz nauczyć się wierszyka:

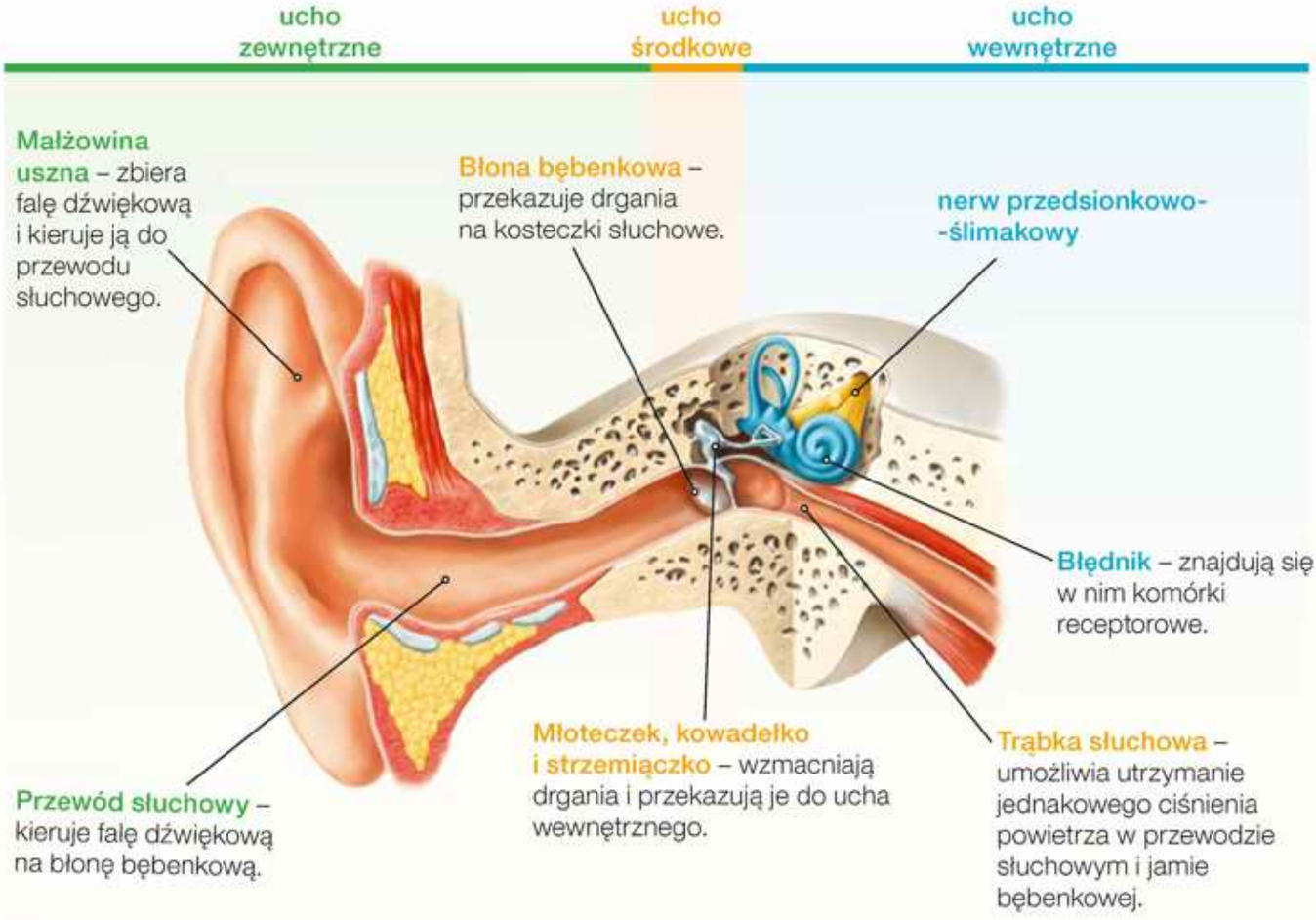
*Uderzał **młotem** w **kowadło** chłop,*
*by **strzemię** wykuć ze złota.*
Na czoło ciurkiem mu leciał pot,
bo ciężka to była robota.



Nasze uszy działają podobnie jak anteny: wychwytują falę dźwiękową i zmieniają ją w impulsy nerwowe.

Budowa ucha

Ucho umożliwia nam odbiór bodźców dźwiękowych i orientację w przestrzeni. Składa się ono z trzech głównych części: ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego. Właściwe narządy słuchu i równowagi znajdują się w uchu wewnętrznym.

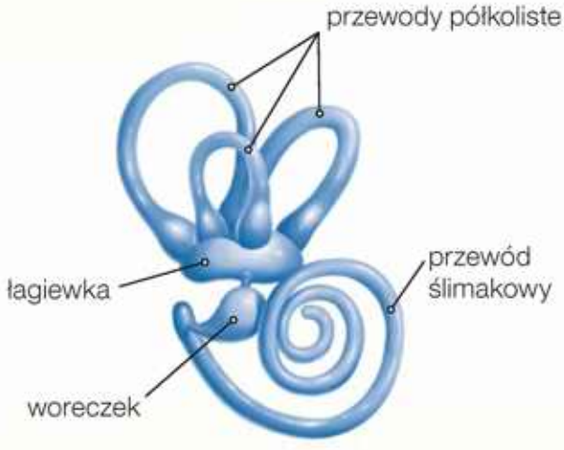


Budowa ucha wewnętrznego

Ucho wewnętrzne składa się z błędnika kostnego i błędnika błoniastego. Błędnik kostny to system przestrzeni i kanałów znajdujących się w kości skroniowej. Wewnątrz niego znajduje się błędnik błoniasty – łącznotkankowy element o nieregularnym kształcie. Obie struktury są wypełnione płynem.



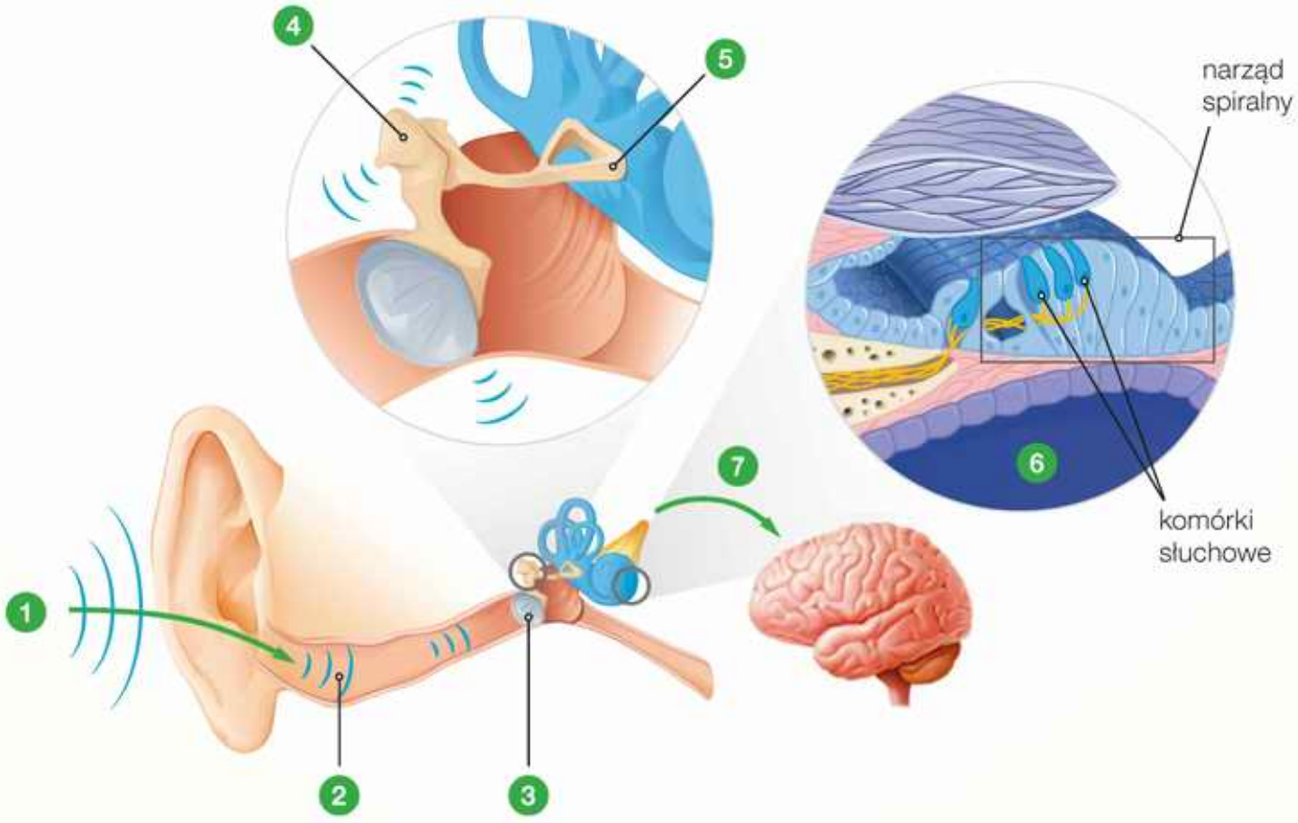
Błędnik kostny składa się ze **ślimaka**, **przedsionka** oraz trzech **kanałów półkolistych**.



Błędnik błoniasty składa się z **przewodu ślimakowego**, w którym znajduje się **narząd spiralny** – właściwy narząd słuchu, oraz z **woreczka, łagiewki i przewodów półkolistych** – właściwego narządu równowagi.

W jaki sposób słyszymy?

Aby poznać odpowiedź na to pytanie, przeanalizuj kolejne etapy powstawania wrażenia słuchowego, przedstawione na poniższym schemacie.



1. Dźwięk dociera do naszych uszu w postaci fali dźwiękowej.
2. Fala dźwiękowa jest wychwytywana przez małżowinę uszną i kierowana do przewodu słuchowego.
3. Przewodem słuchowym fala dźwiękowa dociera do błony bębenkowej i wprawia ją w drgania.
4. Drgania z błony bębenkowej są przenoszone na kolejne kosteczki słuchowe: młoteczek, kowadełko i strzemiączko.
5. Drgania strzemiączka są odbierane przez błędnik. Wewnątrz błędnika zaczyna drgać płyn wypełniający wnętrze przedsionka i wnętrze ślimaka.
6. Wewnątrz ślimaka znajduje się narząd spiralny – właściwy narząd słuchu, zawierający komórki słuchowe. Komórki słuchowe odbierają drgania płynu i przetwarzają je na impulsy nerwowe.
7. Impulsy nerwowe są przekazywane nerwem słuchowym do ośrodka słuchu znajdującego się w płacie skroniowym kory mózgowej. Tam następuje ich interpretacja i wytworzenie wrażenia dźwiękowego.

Droga, którą pokonuje dźwięk w uchu

małżowina uszna → przewód słuchowy → błona bębenkowa → kosteczki słuchowe → ślimak (narząd spiralny)

Ucho jako narząd równowagi

Narząd równowagi mieści się w uchu wewnętrznym. Składa się on z woreczka, łagiewki oraz połączonych z nią przewodów półkolistych.

W **woreczku** i **łagiewce** znajdują się plamki statyczne. Plamki te są utworzone z **komórek zmysłowych zaopatrzonych w rzęski** oraz z **otolitów** – drobnych kamyczków zbudowanych z węglanu i fosforanu wapnia. Rzęski wraz z otolitami są zanurzone w galaretowatej substancji. Pochylenie głowy na boki, do przodu lub do tyłu, powoduje przemieszczanie się płynu wewnątrz błędnika. Wraz z płynem poruszają się otolity, które uciskają rzęski komórek zmysłowych i wzbudzają w nich impuls nerwowy.

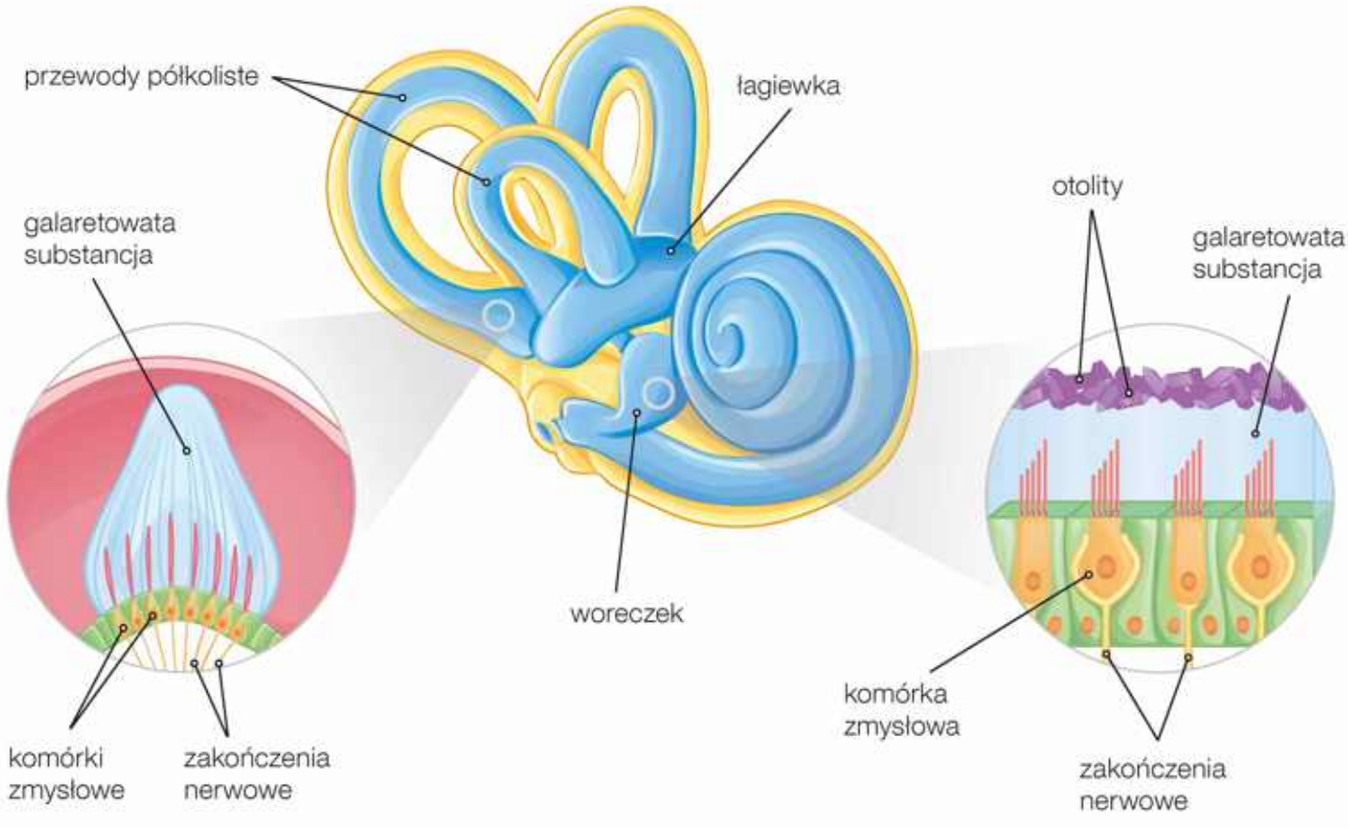
Przewody półkoliste są ułożone w trzech różnych płaszczyznach. W końcowych odcinkach rozszerzają się i tworzą bańki. W bańkach znajdują się skupienia **komórek zmysłowych zaopatrzonych w rzęski**, które są zanurzone w galaretowatej substancji. Podczas ruchu głowy płyn w przewodach przemieszcza się i powoduje zmianę położenia galaretowatej masy oraz rzęsek. Zgięcie rzęsek prowadzi do powstania impulsu nerwowego.

Impulsy nerwowe z komórek zmysłowych zlokalizowanych w woreczku, łagiewce i przewodach półkolistych są przekazywane do ośrodków znajdujących się w móżdżku i korze mózgu. Uruchamia to odruchy zapewniające utrzymanie równowagi.

Czy wiesz, że...

Niektóre osoby podczas podróżowania środkami lokomocji cierpią na chorobę lokomocyjną. Jest to schorzenie, które występuje wtedy, gdy do mózgu docierają sprzeczne sygnały z błędnika i narządów wzroku. Do objawów choroby lokomocyjnej zalicza się m.in.: złe samopoczucie, zawroty głowy, nudności i wymioty.

Budowa narządu równowagi



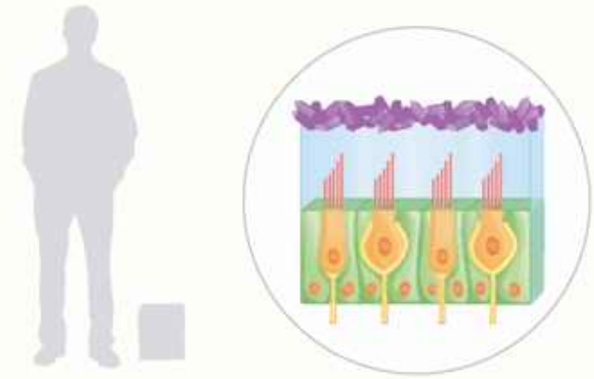
Działanie narządu równowagi

Narząd równowagi dostarcza głównie informacji o kierunku oddziaływania siły ciężkości oraz ruchach głowy w przestrzeni. Receptory zlokalizowane w woreczku i łagiewce reagują przede wszystkim na ruchy głowy w płaszczyźnie góra – dół, natomiast receptory przewodów półkolistych – na ruchy obrotowe.

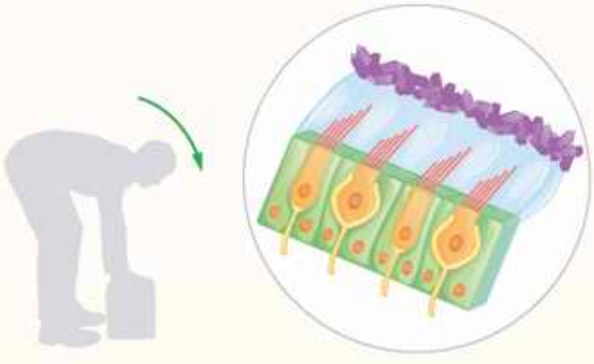


Utrzymanie równowagi jest procesem bardzo złożonym. Poza narządem równowagi biorą w nim udział m.in. wzrok oraz receptory ucisku i rozciągania występujące w mięśniach, ścięgnach i torebkach stawowych.

Ruch w płaszczyźnie pionowej

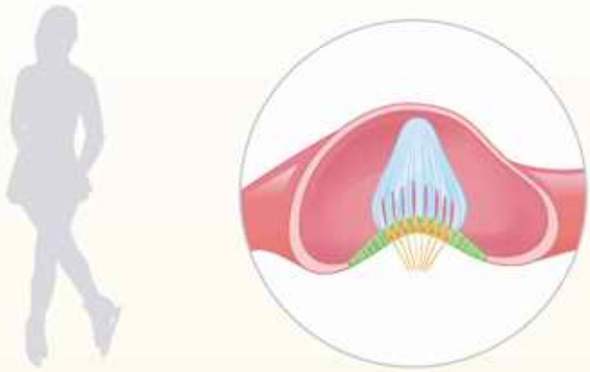


Kiedy utrzymujemy wyprostowaną postawę ciała, otolity nie poruszają się i nie powodują ugięcia się rzęsek komórek zmysłowych. Nie powstaje więc impuls nerwowy.

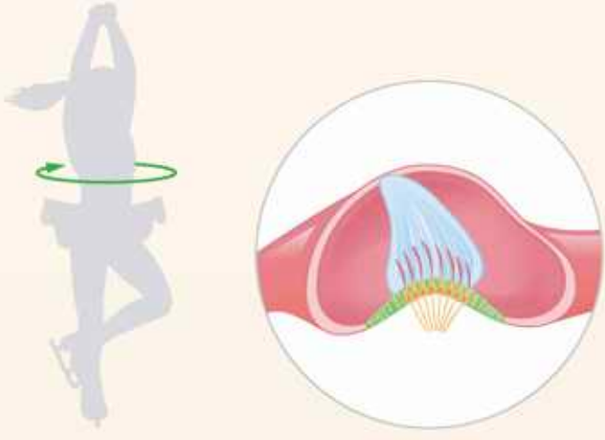


Kiedy się pochylamy, otolity pod wpływem siły ciężkości przemieszczają się i uciskają rzęski komórek zmysłowych. Powoduje to wytworzenie impulsu nerwowego i przekazanie do mózgowia informacji o zmianie położenia głowy w przestrzeni.

Ruch w płaszczyźnie poziomej



Gdy jesteśmy w bezruchu, płyn wypełniający przewody półkoliste nie porusza się. Rzęski komórek zmysłowych nie wyginają się, powstaje więc impuls nerwowy.



Gdy wykonujemy ruch obrotowy, płyn w przewodach półkolistych przemieszcza się, co powoduje ugięcie się rzęsek komórek zmysłowych. W efekcie powstaje impuls nerwowy i informacja o ruchu ciała jest przekazywana do mózgowia.

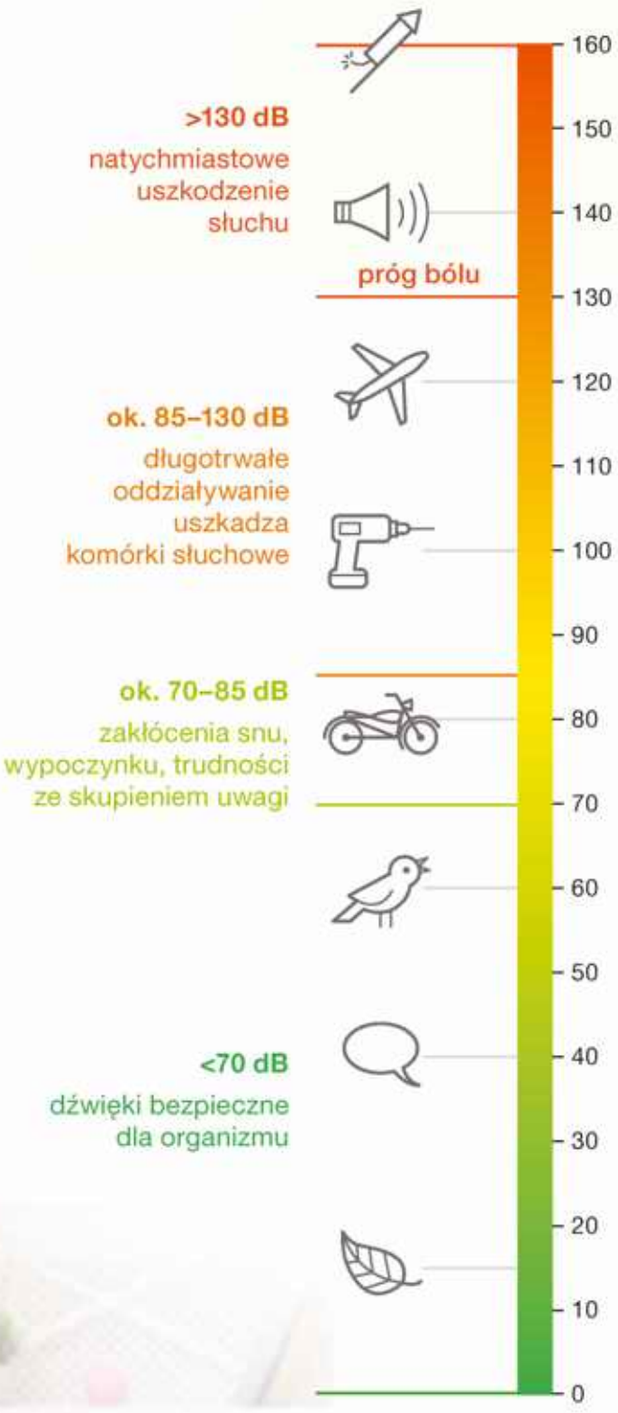
Dlaczego hałas jest szkodliwy?

Hałas może uszkodzić narząd słuchu i doprowadzić do głuchoty. Zbyt głośne dźwięki mogą spowodować m.in. pęknięcie błony bębenkowej, uszkodzenie kosteczek słuchowych lub zniszczenie komórek receptorowych. Musimy też pamiętać, że hałas wpływa negatywnie nie tylko na narząd słuchu, lecz także na cały organizm.

Hałas powoduje:

- **zaburzenia działania zmysłu równowagi** – głośne dźwięki powodują gwałtowny ruch płynu wypełniającego błędnik błoniasty, dlatego zmysł równowagi przesyła błędne impulsy dotyczące położenia ciała,
- **zaburzenia pracy układu krążenia** – zwiększenie częstości skurczów serca, podwyższenie ciśnienia tętniczego oraz zmiany przepływu krwi w obrębie narządów wewnętrznych,
- **zaburzenia czynności gruczołów dokrewnych** – głównie tarczycy (nadczynność tarczycy), nadnerczy oraz gruczołów płciowych,
- **pogorszenie widzenia** – ograniczenie pola widzenia, pogorszenie widzenia nocnego, a także zmniejszenie rozróżniania barw,
- **zaburzenia funkcjonowania przewodu pokarmowego** – w tym osłabienie jego perystaltyki,
- **zmniejszenie masy ciała potomstwa** – jeżeli kobiety w czasie ciąży są narażone na hałas.





Słuchanie muzyki jest dobrą metodą relaksu. Jeżeli korzystamy ze słuchawek, nie powinniśmy przekraczać bezpiecznego poziomu głośności.

W skrócie

- Ucho składa się z trzech głównych części – ucha zewnętrznego, ucha środkowego i ucha wewnętrznego:
  - **ucho zewnętrzne** służy do wychwytywania fal dźwiękowych. Jest ono zbudowane z **małżowiny usznej** i **przewodu słuchowego**;
  - **ucho środkowe** przenosi i wzmacnia drgania fal dźwiękowych. Tworzą je: **błona bębenkowa**, **jama bębenkowa** ze znajdującymi się wewnątrz **kosteczkami słuchowymi** i **trąbka słuchowa**;
  - **ucho wewnętrzne** zawiera właściwe narządy słuchu i równowagi. Jest zbudowane z zewnętrznej części kostnej – **błędnika kostnego** – wewnętrznej części błoniastej – **błędnika błoniastego**.
- **Mechanizm słyszenia:**
  1. Fala dźwiękowa zostaje skierowana przez małżowinę uszną do przewodu słuchowego, przez co wprawia w drgania błonę bębenkową.
  2. Drgania błony bębenkowej przenoszą się na kosteczki słuchowe: młoteczek, kowadełko i strzemiączko.
  3. Drgania kosteczek słuchowych wprawiają w drgania płyn obecny w ślimaku, co prowadzi do pobudzenia komórek słuchowych.
  4. Pobudzone komórki słuchowe wytwarzają impulsy nerwowe przekazywane nerwem słuchowym do ośrodka słuchu w korze mózgu, w którym następuje odpowiednia interpretacja, odczuwana przez nas jako wrażenie dźwiękowe.
- **Narząd równowagi** mieści się w **uchu wewnętrznym**. Jest on zbudowany z **woreczka**, **łagiewki** oraz połączonych z nią **trzech przewodów półkolistych**.
- Wewnątrz narządu równowagi znajdują się komórki receptorowe, które mają rzęski. Podczas ruchu głowy przemieszcza się płyn wypełniający woreczek, łagiewkę i przewody półkoliste. Powoduje to ucisk lub zgięcie rzęsek, co prowadzi do wytworzenia przez komórki impulsów nerwowych. Impulsy są przekazywane do ośrodków znajdujących się w móżdżku i korze mózgu, co uruchamia odruchy zapewniające utrzymanie równowagi.
- Hałas ma szkodliwy wpływ na funkcjonowanie naszego organizmu. Powoduje on:
  - zaburzenia działania zmysłu równowagi,
  - zaburzenia pracy układu krążenia,
  - zaburzenia czynności gruczołów dokrewnych,
  - pogorszenie widzenia,
  - zaburzenia funkcjonowania przewodu pokarmowego,
  - zmniejszenie masy ciała potomstwa.

Polecenia kontrolne

1. Wymień elementy ucha człowieka zgodnie z kolejnością, w jakiej przechodzi przez nie fala dźwiękowa.
2. Wyjaśnij, w jaki sposób trąbka słuchowa wyrównuje ciśnienie po obu stronach błony bębenkowej.
3. Opisz, w jaki sposób nasze ciało potrafi utrzymać równowagę, kiedy idziemy po wąskim krawężniku.
4. Wymień przykładowe konsekwencje, jakie ma dla naszego zdrowia częste słuchanie dźwięków przekraczających 90 dB.

10.3. Narządy smaku oraz węchu

Zwróć uwagę na:
- budowę i funkcje narządów smaku i węchu,
- mechanizm powstawania wrażeń węchowych i smakowych.

Zmysły smaku i powonienia umożliwiają nam m.in. ocenę, czy dany pokarm nadaje się do spożycia. Narząd smaku znajduje się w jamie ustnej, a narząd węchu – w jamie nosowej.

Budowa i funkcje narządu smaku

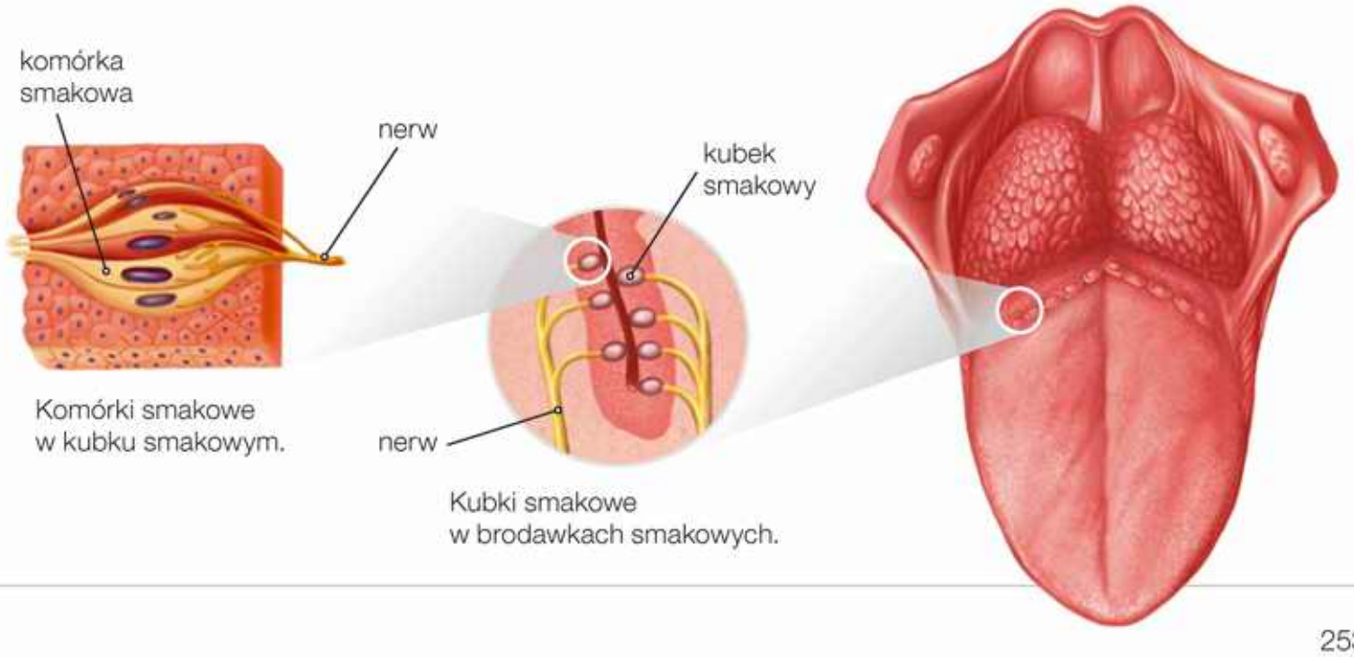
Narządem smaku są **kubki smakowe**. Są one rozmieszczone przede wszystkim na języku, w **brodawkach smakowych**, czyli wyrostkach tkanki łącznej pokrytych nabłonkiem. Kubki smakowe są zbudowane m.in. z **komórek smakowych** – chemoreceptorów, które reagują na substancje rozpuszczone w spożywanym płynie lub w ślinie. Każda komórka smakowa jest wrażliwa na wszystkie smaki, które odczuwa człowiek, ale w różnym stopniu.

Odczuwamy pięć podstawowych smaków: **słony**, **kwaśny**, **słodki**, **gorzki** oraz **umami**, czyli mięsny. Smak umami odczuwamy w kontakcie z glutaminianem (jest to jeden z aminokwasów). Każdy kubek smakowy zawiera receptory wrażliwe na wszystkie te smaki, dlatego odbieramy je całą powierzchnią języka.

Dzięki narządowi smaku możemy przede wszystkim ocenić, czy pokarm, który spożywamy, nadaje się do jedzenia. Ponadto, kiedy receptory smaku są pobudzone, organizm trawi pokarm sprawniej. Informacja o pobudzeniu tych receptorów jest bowiem dla naszego organizmu sygnałem, aby zacząć wydzielać enzymy trawienne i wzmóc ruchy perystaltyczne przewodu pokarmowego.

Gdzie znajdują się kubki smakowe?

Kubki smakowe znajdują się głównie na języku oraz, w niewielkiej ilości, również na podniebieniu, w gardle i nagłośni. Na języku kubki smakowe są skupione w brodawkach smakowych.



Komórki smakowe w kubku smakowym.

Kubki smakowe w brodawkach smakowych.

Jak powstają wrażenia smakowe?

Pokarm, który dostaje się do jamy ustnej, częściowo rozpuszcza się w ślinie. Rozpuszczone substancje dostają się do wnętrza brodawek smakowych i pobudzają komórki smakowe, co wywołuje w nich impulsy nerwowe. Impulsy te są następnie przekazywane do ośrodka smaku w mózgu, gdzie zachodzi ich analiza i interpretacja.

Konkretne wrażenie smakowe powstaje w wyniku odpowiedniego połączenia podstawowych smaków. W niektórych przypadkach, np. przy spożywaniu ostrej papryki, dochodzi również do pobudzenia receptorów bólowych. Na odbiór wrażeń smakowych wpływają także temperatura i konsystencja pokarmu oraz jego wygląd i zapach.

Czy wiesz, że...

Zdolność odczuwania gorzkiego smaku może nas ustrzec przed truciznami. Do najbardziej gorzkich wśród nich należy strychnina wytwarzana przez roślinę o nazwie kulczyba wronie oko. Zatrucie strychniną powoduje skurcze mięśni i śmierć w wyniku uduszenia się.

Budowa i funkcje narządu węchu

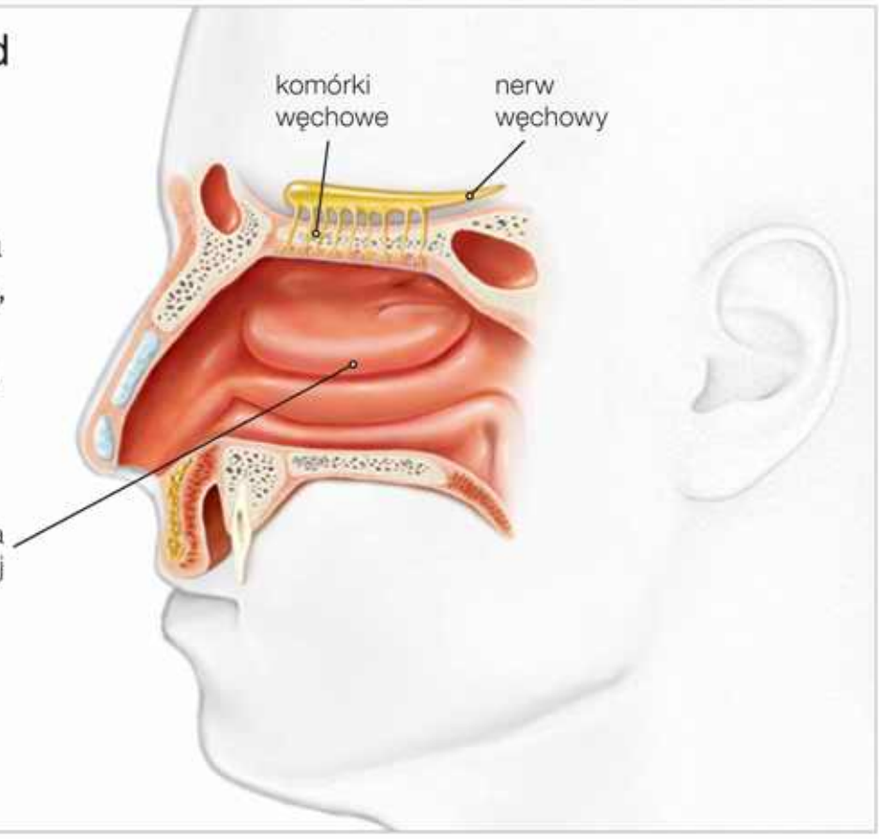
Narządem węchu jest **nabłonek węchowy**. Znajduje się on w **górnej części jamy nosowej** i zajmuje zaledwie 4 cm^2. W nabłonku węchowym występują **komórki węchowe** – chemoreceptory, które reagują na substancje lotne rozpuszczone w śluzie pokrywającym nabłonek węchowy. Śluz ten jest wydzielany przez występujące w nabłonku gruczoły węchowe.

Zmysł węchu razem ze zmysłem smaku umożliwia ocenę potraw pod względem ich przydatności do spożycia. Węch uczestniczy także w powstawaniu wrażeń smakowych.

Przypuszcza się, że człowiek jest w stanie rozróżnić ok. 10 tys. zapachów, jednak szybko się do nich **adaptuje**. Oznacza to, że przy długotrwałym działaniu bodźca wrażliwość receptorów maleje i przestajemy odczuwać dany zapach. Niesie to ze sobą ryzyko, że w przypadku, gdy w powietrzu znajdzie się substancja o trującym działaniu, możemy przestać reagować na jej drażniący zapach i zignorować niebezpieczeństwo zatrucia.

Gdzie znajduje się narząd węchu?

Narządem węchu jest nabłonek węchowy znajdujący się w górnej części jamy nosowej. W nabłonku tym występują komórki węchowe, które reagują na substancje chemiczne rozpuszczone w śluzie wydzielanym przez gruczoły węchowe.



Jak powstają wrażenia zapachowe?

Z każdym wdechem do nosa dostają się lotne substancje chemiczne. Dopóki występują one w postaci gazowej, nie jesteśmy w stanie odczuć ich zapachu. Dlatego nabłonek węchowy jest pokryty śluzem. Obecne w powietrzu cząsteczki rozpuszczają się w nim, a następnie łączą się z błoną komórek węchowych. W ten sposób dochodzi do pobudzenia komórek węchowych, które przesyłają impuls nerwowy do mózgu. Zapach zostaje zidentyfikowany w ośrodku węchu znajdującym się w korze mózgu.

Informacja o pobudzeniu trafia również do struktur w mózgu odpowiedzialnych za emocje i procesy pamięciowe. Dlatego niektóre zapachy wywołują różne emocje i przywołują wspomnienia. Na przykład zapach cynamonu i goździków wielu osobom kojarzy się z okresem świątecznym, co daje odczucie przyjemności.

Doświadczenie

Współdziałanie zmysłów smaku i węchu w odbiorze wrażeń smakowych

Jak myślisz, dlaczego kiedy masz zatkany nos, np. wskutek kataru, potrawy smakują inaczej? Aby odpowiedzieć na to pytanie, przeprowadź proste badanie.

- **Problem badawczy:** Czy smak i węch współdziałają ze sobą w odczuwaniu wrażeń smakowych?
- **Sformułuj hipotezę:** Zapisz w zeszycie przewidywaną odpowiedź na powyższy problem badawczy.
- **Przebieg badania:**
  1. Przygotuj cztery różne musy – dwa z owoców, np. z jabłka i z gruszki, oraz dwa z warzyw, np. z ogórka i z pomidora. Następnie każdy mus rozdziel do sześciu naczyń.
  2. Wybierz sześć osób z klasy. Posadź je przy różnych stołach tak, aby nie mogły się komunikować. Następnie zakryj im oczy, np. chustą.
  3. Trzem osobom dodatkowo zatkaj nosy, np. zaciskami na nos stosowanymi do nurkowania.
  4. Podawaj po kolei osobom próbki musów i poproś, aby spróbowały określić, z czego każdy mus jest zrobiony.
- **Wynik**: Zapisz w zeszycie odpowiedzi badanych osób, np. w tabeli. Porównaj odpowiedzi obu grup.
- **Wniosek**: Sformułuj wniosek na podstawie wyników badania i zapisz go w zeszycie.

? Pomyśl

Która grupa osób stanowi próbę badawczą tego badania, a która – grupę kontrolną?

? Pomyśl

Dlaczego podczas badania uczestnicy mieli zakryte oczy?

Co robi nasz mózg, kiedy się nudzi?

Bliżej życia

Receptory znajdujące się w naszym ciele stale odbierają różnego rodzaju bodźce. W ten sposób do naszego mózgu nieustannie dociera ogromna ilość informacji, która wymaga analizy i interpretacji. Jak zareagowałby nasz mózg, gdybyśmy pozwolili mu odpocząć od większości bodźców? Taką symulację można przeprowadzić w komorze deprywacyjnej. To specjalna kabina, w której do naszego ciała nie docierają prawie żadne bodźce z zewnątrz. Niektórzy korzystają z takich komór, aby się zrelaksować i odciąć od problemów dnia codziennego. Jednak nie dla wszystkich obecność w komorze jest przyjemnym doznaniem. Dlaczego? Ponieważ gdy do mózgu nie docierają bodźce z zewnątrz, może on zacząć sam wytwarzać pobudzenie w nieaktywnych neuronach, co prowadzi do powstawania omamów zmysłowych, np. halucynacji wzrokowych lub słuchowych.



Komora deprywacyjna jest wypełniona wodą o dużej wyporności. Dzięki temu ciało unosi się na powierzchni wody.

W skrócie

- Narządem smaku są **kubki smakowe**, które znajdują się przede wszystkim na języku, w **brodawkach smakowych**.
- W kubkach smakowych występują **komórki smakowe**. Są to chemoreceptory, które reagują na substancje rozpuszczone w ślinie i przekazują impulsy nerwowe do ośrodka smaku w mózgu. W każdym kubku smakowym występują komórki smakowe odbierające wszystkie pięć podstawowych smaków: **słodki**, **słony**, **gorzki**, **kwaśny** i **umami** (mięsny).
- Dzięki narządowi smaku możemy ocenić, czy pokarm, który spożywamy, nadaje się do jedzenia. Ponadto dzięki pobudzeniu receptorów smaku nasz organizm łatwiej trawi pokarm.
- Narządem węchu jest **nabłonek węchowy**. Znajduje się on w **górnej części jamy nosowej**. Występują w nim **komórki węchowe** – chemoreceptory, które reagują na substancje lotne rozpuszczone w śluzie pokrywającym nabłonek węchowy. Informację o pobudzeniu przekazują one do mózgu. Zapach zostaje zidentyfikowany w ośrodku węchu znajdującym się w korze mózgu.
- Dzięki narządowi węchu możemy ocenić, czy dany pokarm nadaje się do jedzenia. Węch uczestniczy także w powstawaniu wrażeń smakowych.

Polecenia kontrolne

1. Uzasadnij, że komórki zmysłowe występujące w narządzie smaku i narządzie węchu należą do chemoreceptorów.
2. Opisz mechanizmy powstawania wrażeń węchowych i smakowych w ciele człowieka.
3. Na podstawie dowolnych źródeł wyjaśnij, jaką rolę odgrywają receptory węchowe w odbiorze wrażeń smakowych.
4. Wykaż znaczenie zmysłów węchu i smaku w ochronie naszego organizmu przed zagrożeniami.

Podsumowanie

1 Receptory – wyspecjalizowane komórki lub wolne zakończenia nerwowe (dendryty), które ulegają pobudzeniu wskutek działania konkretnego rodzaju bodźca.

Podział receptorów ze względu na rodzaj odbieranego bodźca				
fotoreceptory	**mechano-receptory**	**termoreceptory**	**chemoreceptory**	**nocyreceptory**
bodźce świetlne	bodźce mechaniczne	bodźce termiczne	bodźce chemiczne	bodźce bólowe

2 Zmysły i tworzące je narządy

Zmysł	Narząd zmysłu
Smak	kubki smakowe zawierające komórki smakowe rozmieszczone w brodawkach języka
Węch	nabłonek węchowy z komórkami węchowymi, znajdujący się w górnej części jamy nosowej
Wzrok	oko zawierające w siatkówce komórki światłoczułe – pręciki (odbierają informacje o kształcie i ruchu) i czopki (komórki wrażliwe na barwy)
Słuch	narząd spiralny zawierający komórki słuchowe, położony w uchu wewnętrznym
Równowaga	komórki zmysłowe zlokalizowane w woreczku, łagiewce oraz przewodach półkolistych znajdujących się w uchu wewnętrznym

3 Elementy oka



4 Błony gałki ocznej



5 **Droga promieni świetlnych w oku**

rogówka → komora przednia oka → źrenica → soczewka → ciało szkliste oka → siatkówka

6 **Wadom i chorobom oczu można zapobiegać** m.in. przez: właściwe oświetlenie miejsca pracy, unikanie zanieczyszczeń powietrza oraz stosowanie właściwej diety.

7 **Elementy ucha**

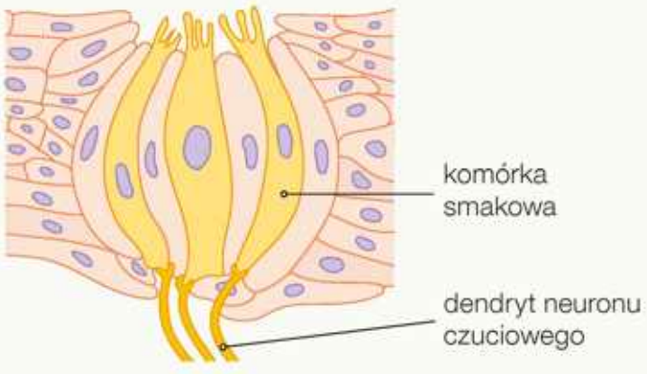
Budowa ucha

ucho zewnętrzne	ucho środkowe	ucho wewnętrzne
• **małżowina uszna** – kieruje dźwięki do przewodu słuchowego • **przewód słuchowy** – kanał wyścielany woskowiną, która zapobiega przedostawaniu się zanieczyszczeń, zamyka go błona bębenkowa, przenosząca fale dźwiękowe do ucha środkowego	• **jama bębenkowa z kosteczkami słuchowymi** (młoteczkiem, kowadełkiem, strzemiączkiem) – wzmacniają drgania błony bębenkowej i przekazują je do ucha wewnętrznego • **trąbka słuchowa** – przewód łączący jamę bębenkową z gardłem, który utrzymuje jednakowe ciśnienie w jamie bębenkowej i przewodzie słuchowym	• **ślimak** – właściwy narząd słuchu, w którym znajduje się narząd spiralny, przetwarzający drgania na impulsy nerwowe • **przedsionek** – znajdują się w nim woreczek i łagiewka rejestrujące ruchy głowy (elementy narządu równowagi) • **trzy kanały półkoliste** – znajdują się w nich przewody półkoliste rejestrujące położenie głowy (elementy narządu równowagi)

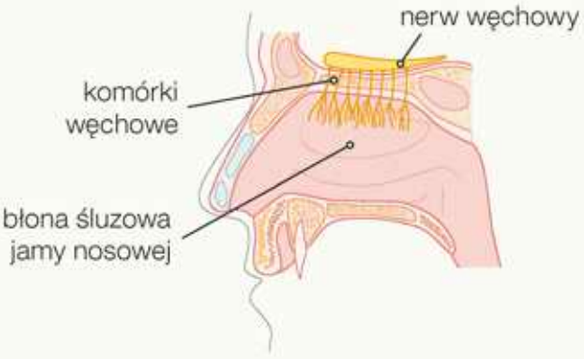
8 **Droga, którą pokonuje dźwięk w uchu**

małżowina uszna → przewód słuchowy → błona bębenkowa → kosteczki słuchowe → ślimak (narząd spiralny)

9 **Budowa narządu smaku i narządu węchu**



Budowa narządu smaku.



Budowa narządu węchu.

10 Chemoreceptory zmysłu węchu, czyli komórki węchowe, i chemoreceptory zmysłu smaku, czyli komórki smakowe, są pobudzane przez **związki chemiczne**, co wywołuje w nich impuls nerwowy przekazywany do mózgu. Tam impuls jest przetwarzany i analizowany. Współdziałanie zmysłów smaku i węchu odgrywa ważną rolę w **ocenie jakości pokarmu**.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Podaj różnicę między interoreceptorami a eksteroreceptorami. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

2 **Przyporządkuj nazwom receptorów (A–D) odpowiednie funkcje wybrane spośród podanych (1–5). Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (4 p.)

A. Fotoreceptory.
B. Mechanoreceptory.
C. Chemoreceptory.
D. Nocyreceptory.

1. Odbierają bodźce termiczne, dzięki czemu umożliwiają odczuwanie ciepła i zimna.
2. Odbierają bodźce świetlne i umożliwiają widzenie.
3. Umożliwiają odczuwanie zapachów oraz smaku.
4. Odpowiadają za słyszenie i zachowanie równowagi, a także umożliwiają czucie dotyku i ruchu ciała.
5. Odbierają bodźce bólowe, dzięki czemu umożliwiają reakcje na bodźce uszkadzające tkanki.

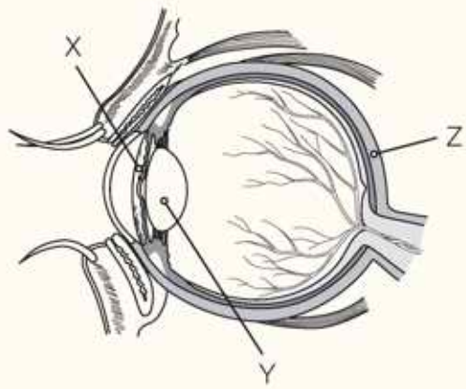
3 **Poniżej podano nazwy elementów oka. Wybierz spośród nich nazwy tych elementów, które wchodzą w skład aparatu ochronnego oka. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

gruczoły łzowe, gałka oczna, powieki, nerw wzrokowy, ciałko rzęskowe, pręciki, tęczówka, ciało szkliste, rzęsy, spojówka

4 Na ilustracji przedstawiono budowę oka człowieka. (4 p.)

a) **Podaj nazwy elementów oka oznaczonych na ilustracji literami X, Y, Z. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

b) **Określ funkcję elementu oznaczonego na ilustracji literą Y. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

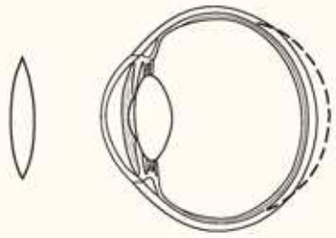


5 **Przerysuj schemat do zeszytu, a następnie uzupełnij go tak, aby przedstawiał drogę, którą pokonuje światło w gałce ocznej, a następnie – impuls nerwowy od oka do mózgu.** (3 p.)

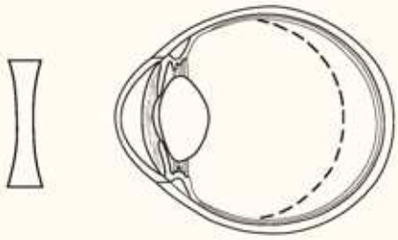


6 **Określ, która ilustracja (A czy B) przedstawia sposób korygowania krótkowzroczności. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

A.



B.



7 **Określ, której choroby oczu dotyczy poniższy opis. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

Osoba chora nie widzi wyraźnego obrazu. Jest to spowodowane zmętnieniem soczewki, co ogranicza jej przepuszczalność dla promieni świetlnych. Leczenie tej choroby polega na wszczepieniu sztucznej soczewki w miejscu soczewki zmienionej chorobowo.

8 **Wybierz punkt, w którym zapisano tylko elementy wchodzące w skład ucha środkowego. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

A. Przewód słuchowy, jama bębenkowa, młoteczek, trąbka słuchowa.
B. Jama bębenkowa, strzemiączko, kowadełko, trąbka słuchowa.
C. Kowadełko, trąbka słuchowa, błędnik, młoteczek.
D. Małżowina uszna, trąbka słuchowa, kowadełko, jama bębenkowa.

9 **Uporządkuj podane niżej elementy ucha tak, aby przedstawić drogę, którą pokonuje dźwięk w uchu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

przewód słuchowy, młoteczek, ślimak (narząd spiralny),
kowadełko, strzemiączko, małżowina uszna, błona bębenkowa

10 **Wyjaśnij, w jaki sposób narząd równowagi informuje nas o położeniu naszego ciała w przestrzeni. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

11 **Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.** (3 p.)

1.	Narządem smaku są kubki smakowe rozmieszczone m.in. na języku.	P	F
2.	Narząd smaku pozwala na określenie, czy dany pokarm jest zdatny do zjedzenia.	P	F
3.	Nabłonek węchowy zawiera mechanoreceptory, które reagują na substancje lotne rozpuszczone w pokrywającym go śluzie.	P	F

12 **Wyjaśnij, dlaczego zdolność zmysłu węchu do szybkiej adaptacji do zapachów może być niebezpieczna dla życia człowieka.** (1 p.)



11. Układ hormonalny

To było w szkole podstawowej!

☑ **Budowa układu hormonalnego (dokrewnego):**

- przysadka,
- tarczyca,
- nadnercza,
- trzustka,
- jajniki (u kobiet),
- jądra (u mężczyzn).

☑ **Antagonistyczne działanie insuliny i glukagonu**, hormonów wytwarzanych przez trzustkę, które odpowiadają za utrzymanie właściwego poziomu glukozy we krwi:



11.1. Budowa i rola układu hormonalnego

Zwróć uwagę na:

- lokalizację gruczołów dokrewnych i wydzielane przez nie hormony,
- podział hormonów ze względu na budowę chemiczną,
- przykłady hormonów tkankowych oraz ich funkcji,
- rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego.

Wiesz już, że za regulację i koordynację pracy narządów naszego ciała odpowiada układ nerwowy. Jednak nie pełni on tej funkcji sam – w zadaniu tym wspiera go układ hormonalny. Oba układy – nerwowy i hormonalny – wspólnie regulują przebieg wszystkich procesów zachodzących w organizmie. Biorą też udział w utrzymywaniu stanu równowagi wewnętrznej organizmu.

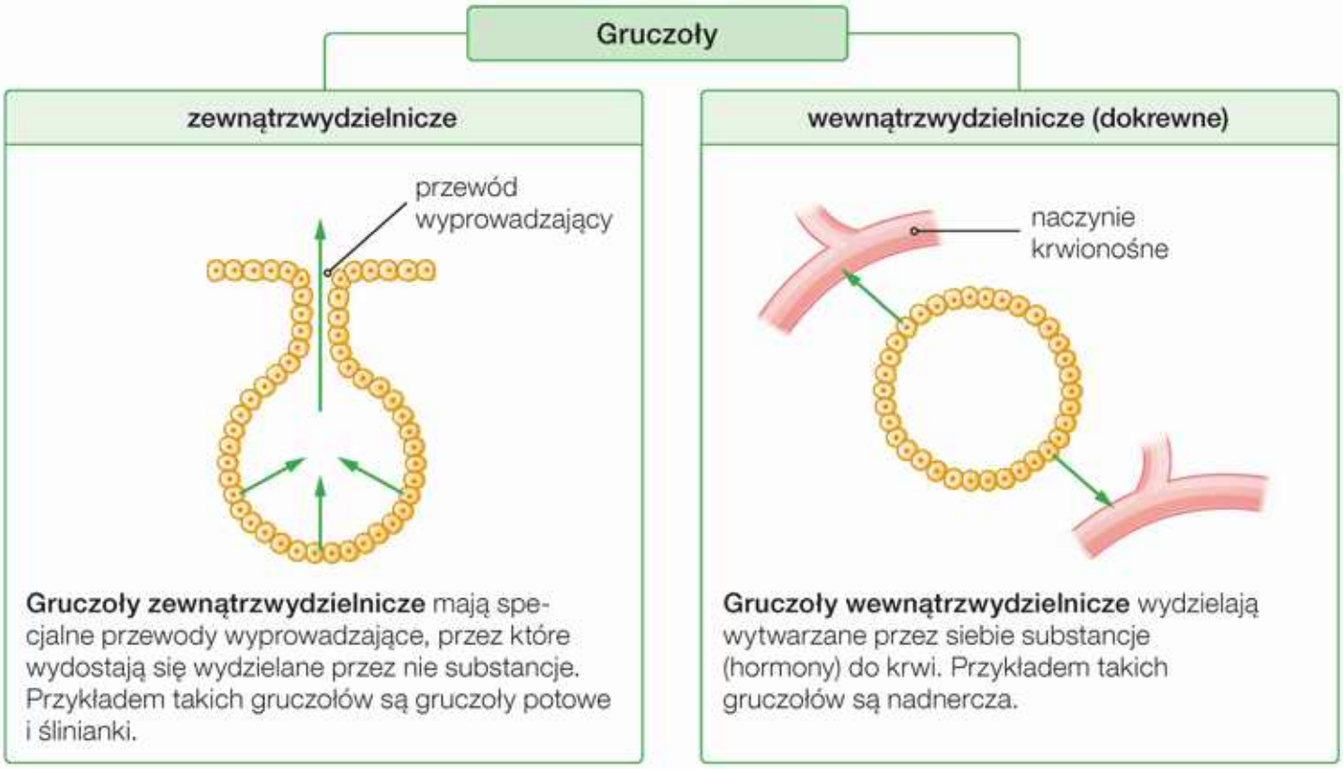
Układ nerwowy reguluje pracę narządów za pomocą impulsów nerwowych przekazywanych przez neurony. Regulacja ta jest szybka, ale krótkotrwała. Regulacja hormonalna natomiast odbywa się za pomocą związków chemicznych. Zachodzi wolnej, ale jej efekt trwa znacznie dłużej.

Jak jest zbudowany układ hormonalny?

Układ hormonalny składa się z **gruczołów dokrewnych** i **komórek wydzielniczych** (komórek gruczołowych) występujących w innych narządach. Zarówno gruczoły, jak i komórki wydzielają substancje nazywane **hormonami**, które stymulują lub hamują czynności wybranych komórek organizmu.

Gruczoły dokrewne określamy też mianem gruczołów wewnątrzwydzielniczych, ponieważ wydzielane przez nie do krwi substancje krążą wewnątrz ciała. W naszym organizmie znajdują się także gruczoły zewnątrzwydzielnicze, które nie są częścią układu hormonalnego.

Budowa gruczołów zewnątrzwydzielniczych i wewnątrzwydzielniczych

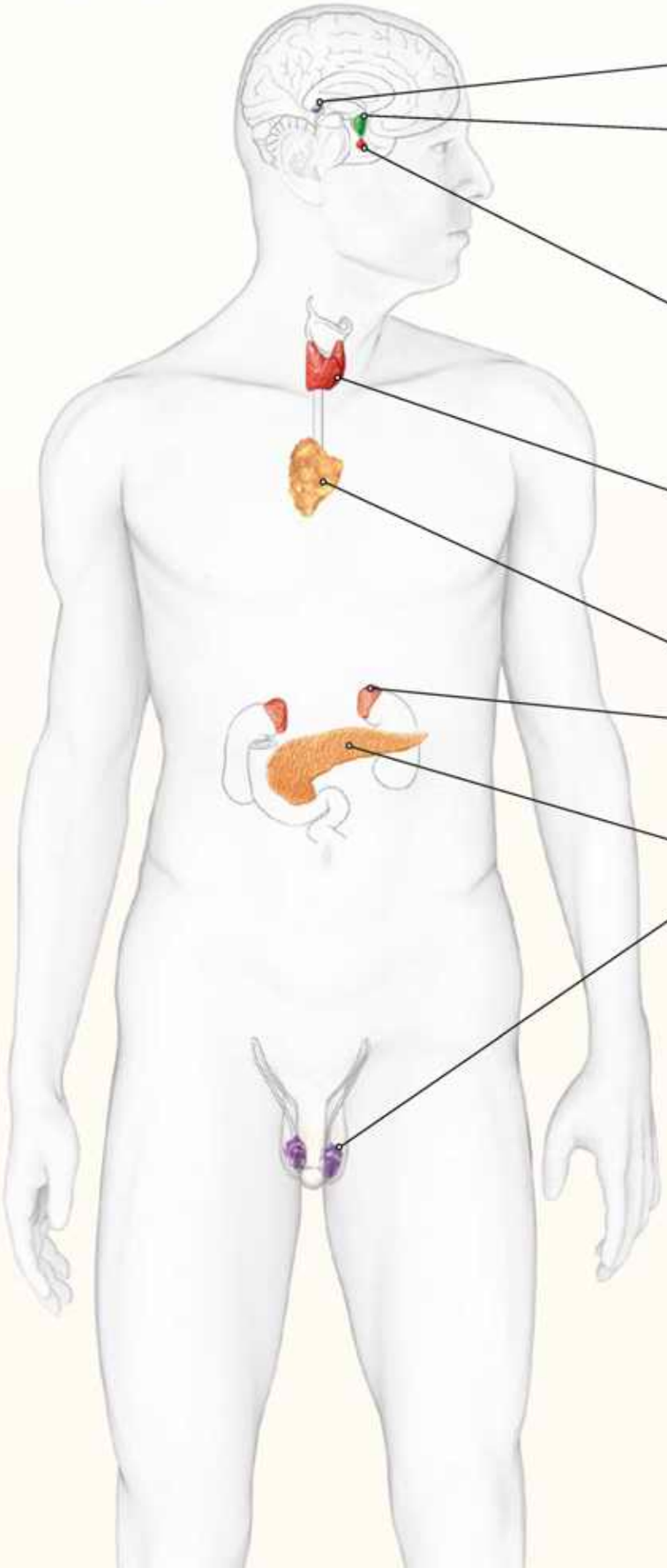


Gruczoły zewnątrzwydzielnicze mają specjalne przewody wyprowadzające, przez które wydostają się wydzielane przez nie substancje. Przykładem takich gruczołów są gruczoły potowe i ślinianki.

Gruczoły wewnątrzwydzielnicze wydzielają wytwarzane przez siebie substancje (hormony) do krwi. Przykładem takich gruczołów są nadnercza.

Gruczoły dokrewne i wydzielane przez nie hormony

Gruczoły dokrewne znajdują się w różnych miejscach naszego organizmu i nie są ze sobą bezpośrednio połączone. Łącznikiem pomiędzy nimi jest układ krwionośny, który transportuje wydzielane przez nie hormony w obrębie całego organizmu. Praca układu hormonalnego jest regulowana przez układ nerwowy za pośrednictwem podwzgórza.



Szyszynka wydziela melatoninę.

Podwzgórze to część mózgowia, która łączy układ nerwowy z układem hormonalnym i steruje funkcją wydzielniczą przysadki. Wytwarza też hormon antydiuretyczny i oksytocynę, które są transportowane do przysadki i z niej uwalniane.

Przysadka wydziela hormony tropowe oraz prolaktynę i hormon wzrostu. Magazynuje również i uwalnia hormony wytwarzane przez podwzgórze.



Tarczyca wydziela tyroksynę, trójjodotyroninę i kalcytoninę.

Przytarczyce wydzielają parathormon.

Grasica wydziela tymozynę.

Nadnercza są zbudowane z kory i rdzenia. Kora nadnerczy wydziela m.in. kortyzol, a rdzeń nadnerczy – adrenalinę.

Trzustka wydziela insulinę oraz glukagon.

Jądra wydzielają testosteron.



Jajniki wydzielają estrogeny oraz progesteron.

Przykłady działania wybranych hormonów wydzielanych przez gruczoły dokrewne

Gruczoły	Wydzielane hormony	Działanie hormonów
Przysadka 	**Hormony wydzielane przez przysadkę**	
	hormon wzrostu	Pobudza przemianę białek, tłuszczów i węglowodanów we wszystkich komórkach, stymuluje wzrost organizmu.
	prolaktyna (PRL)	Pobudza gruczoły mlekowe u kobiet po porodzie do wytwarzania mleka, hamuje owulację.
	hormony tropowe: TSH, ACTH, FSH i LH	Stymulują tarczycę (TSH), korę nadnerczy (ACTH) i gonady (FSH i LH) do wydzielania hormonów.
	Hormony podwzgórza, magazynowane i uwalniane przez przysadkę	
	hormon antydiuretyczny (wazopresyna, ADH)	Reguluje gospodarkę wodną przez sterowanie procesem zagęszczenia moczu.
	oksytocyna	U kobiet wywołuje skurcze macicy podczas porodu oraz wydzielanie mleka po porodzie, a u mężczyzn – skurcze nasieniowodów podczas ejakulacji.
Szyszynka 	melatonina	Reguluje rytm snu i czuwania.
Tarczyca 	kalcytonina	Zmniejsza stężenie wapnia we krwi przez blokowanie uwalniania wapnia z kości.
	tyroksyna i trójjodotyronina	Pobudzają metabolizm, ułatwiają wchłanianie glukozy z przewodu pokarmowego.
Przytarczyce 	parathormon	Zwiększa stężenie wapnia we krwi przez uwalnianie go z kości i wzmożone wchłanianie z przewodu pokarmowego.
Grasica 	tymozyna	Przyspiesza dojrzewanie limfocytów T.
Nadnercza 	adrenalina	Powoduje wzrost: ciśnienia krwi, częstotliwości skurczów serca, stężenia glukozy we krwi oraz częstotliwości oddechów.
	kortyzol	Powoduje wzrost stężenia glukozy we krwi, działa przeciwzapalnie, obniża odporność organizmu.
Trzustka 	insulina	Zmniejsza stężenie glukozy we krwi i powoduje jej gromadzenie w wątrobie w postaci glikogenu.
	glukagon	Podwyższa poziom glukozy we krwi przez stymulację rozkładu glikogenu występującego w wątrobie.
Jądra 	testosteron	Powoduje rozwój męskich narządów rozrodczych i zwiększenie masy mięśniowej, odpowiada za męską budowę ciała, męski typ owłosienia oraz rozrost krtani.
Jajniki 	estrogeny	Powodują rozwój żeńskich narządów rozrodczych, odpowiadają za żeńskie proporcje ciała, barwę głosu, żeński typ owłosienia oraz zmiany zachodzące w macicy podczas cyklu miesiączkowego.
	progesteron	Powoduje pogrubianie się błony śluzowej macicy podczas cyklu miesiączkowego, umożliwia prawidłowy przebieg ciąży.

Kryteria podziału hormonów

Jednym z kryteriów podziału hormonów jest ich budowa chemiczna. Ze względu na nią wyróżniamy:

- **hormony steroidowe**, które są syntetyzowane z cholesterolu (np. testosteron);
- **hormony niesteroidowe**, które są zbudowane z aminokwasów lub są ich pochodnymi (np. insulina).

Hormony dzielimy też ze względu na miejsce ich wytwarzania i działania. Biorąc pod uwagę to kryterium, wyróżniamy:

- **hormony wydzielane przez gruczoły dokrewne** – są one uwalniane do krwi i wraz z nią docierają do wszystkich komórek organizmu. Przykłady tych hormonów omówiliśmy na poprzedniej stronie;
- **hormony tkankowe** – wydzielane przez komórki gruczołowe, które nie tworzą osobnego narządu, tylko występują w obrębie innych narządów, np. żołądka, jelit czy nerek. Hormony te mogą oddziaływać na komórki znajdujące się w sąsiedztwie komórek gruczołowych albo docierać do komórek docelowych wraz z krwią. Do hormonów tkankowych należą m.in.: **gastryna**, **erytropoetyna** i **histamina**. Miejsca wydzielania i działanie tych hormonów omówiliśmy w tabeli na dole strony.

Rytmy biologiczne a hormony

Rytmy biologiczne to cykliczne zmiany zachodzące w organizmie. Zmiany te wpływają na homeostazę organizmu i są regulowane m.in. przez hormony. Przykładem **rytmu biologicznego** jest **rytm dobowy** spowodowany ruchem obrotowym Ziemi i wynikającymi z niego okresami światła (dzień) i ciemności (noc). Rytm ten wyznacza zmiany zachodzące w organizmie w ciągu doby. U człowieka podlegają mu m.in.:

- temperatura ciała,
- ciśnienie krwi,
- działanie autonomicznego układu nerwowego,
- sekwencja snu i czuwania.

Rolę hormonów w regulacji rytmu dobowego omówiliśmy na następnej stronie.

Oprócz zmian wynikających z rytmu dobowego w naszym organizmie zachodzą też inne cykliczne zmiany regulowane hormonalnie. Przykładem jest występujący u kobiet cykl miesiączkowy, regulowany przez estrogeny, progesteron oraz hormony tropowe przysadki. Również poszczególne narządy naszego ciała mają własne rytmy, np. wątroba najintensywniej pracuje między pierwszą a trzecią w nocy, z kolei nerki największą aktywność wykazują w godzinach wieczornych.

Wybrane hormony tkankowe i ich działanie

Nazwa hormonu	Miejsce wydzielania	Działanie
Gastryna	błona śluzowa żołądka i dwunastnicy	Zwiększa wydzielanie kwasu solnego i pepsyny (enzymu trawiennego) w żołądku oraz regenerację błony śluzowej żołądka, dwunastnicy i jelita grubego. Pobudza pracę przewodu pokarmowego.
Erytropoetyna	nerki, wątroba	Pobudza wytwarzanie erytrocytów i syntezę hemoglobiny w szpiku kostnym czerwonym.
Histamina	różne komórki i tkanki organizmu, m.in. leukocyty i błona śluzowa przewodu pokarmowego	Bierze udział w powstawaniu stanu zapalnego. W efekcie jej działania następuje skurcz mięśni gładkich oskrzeli, skurcz mięśni przewodu pokarmowego i rozszerzenie naczyń krwionośnych.

Rola hormonów w regulacji rytmu dobowego, tempa metabolizmu i wzrostu

Hormony regulują wiele ważnych i długotrwałych procesów oraz zjawisk zachodzących w naszym ciele, takich jak rytm dobowy, metabolizm i wzrost.

Regulacja rytmu dobowego



Za regulację aktywności dobowej organizmu odpowiada **szyszynka**. Wydziela ona **melatoninę**, która sprawia, że jesteśmy aktywni za dnia, a ospali nocą. Jak to możliwe? W naszych oczach, w siatkówce, znajdują się receptory, które są pobudzane przez światło. Pobudzenie receptorów powoduje zahamowanie produkcji melatoniny oraz wzmożenie aktywności naszego organizmu. W ciemności, gdy receptory znajdujące się w oczach nie zostają pobudzone, szyszynka zaczyna wydzielać melatoninę. Wysokie stężenie tego hormonu jest dla naszego organizmu sygnałem do spowolnienia aktywności.

Regulacja tempa metabolizmu



Za regulację tempa metabolizmu w głównej mierze odpowiada **tarczyca**. Za sprawą wytwarzanych przez siebie hormonów: **tyroksyny** i **trójjodotyroniny** stymuluje ona metabolizm m.in. przez:

- zwiększenie produkcji ciepła w tkankach,
- zwiększenie stężenia kwasów tłuszczowych we krwi i stymulację ich utleniania w komórkach,
- stymulację wnikania glukozy do wnętrza komórek,
- przyspieszanie czynności serca i zwiększanie przepływu krwi przez narządy ciała.

Ponadto odpowiednie stężenie hormonów tarczycy jest niezbędne do prawidłowej pracy układu nerwowego i rozrodczego.

Regulacja wzrostu organizmu



Wzrost organizmu jest związany z funkcjonowaniem przysadki – gruczołu dokrewnego zlokalizowanego wewnątrz czaszki, który wytwarza m.in. hormon wzrostu. Hormon ten pobudza komórki do przeprowadzania takich procesów niezbędnych do zwiększania rozmiarów ciała, jak:

- rozrost kości,
- utlenianie kwasów tłuszczowych i pozyskiwanie z nich energii,
- synteza białek w tkankach, głównie w tkance kostnej i tkance mięśniowej.

Jasny ekran – „morderca" spokojnego snu?

Bliżej życia

Przed snem często korzystamy z urządzeń elektronicznych. Może to zaburzyć nasz późniejszy sen, ponieważ jasny ekran emituje duże ilości światła blokującego wydzielanie melatoniny. Największe znaczenie dla produkcji tego hormonu ma niebieska część widma świetlnego. Dlatego w telefonach komórkowych są dostępne aplikacje, które wieczorami blokują albo ograniczają emitowanie tego rodzaju światła. Coraz popularniejsze są również programy,które w odpowiednim czasie włączają w monitorach tryb pracy nocnej.



W skrócie

- **Układ hormonalny** jest zbudowany z **gruczołów dokrewnych**, które regulują pracę organizmu za pomocą wydzielanych przez siebie hormonów.
- Do gruczołów dokrewnych należą: **przysadka**, **szyszynka**, **tarczyca**, **przytarczyce**, **grasica**, **trzustka**, **nadnercza**, **jajniki** (u kobiet) oraz **jądra** (u mężczyzn). Pracę przysadki regulują hormony wytwarzane przez **podwzgórze**. Podwzgórze wytwarza także hormony – oksytocynę i hormon antydiuretyczny, które są transportowane do przysadki i przez nią uwalniane.
- **Hormony** to substancje chemiczne, które wpływają na funkcjonowanie komórek organizmu. Wyróżniamy: **hormony steroidowe**, które są syntetyzowane z cholesterolu, i **hormony niesteroidowe**, które są zbudowane z aminokwasów lub są ich pochodnymi.
- **Hormony tkankowe** są wydzielane przez komórki narządów niebędących gruczołami. Należą do nich:
  - **gastryna** – wytwarzana przez komórki żołądka. Jest ona odpowiedzialna za: wydzielanie kwasu solnego oraz pepsyny w żołądku, regenerację błony śluzowej żołądka, dwunastnicy i jelita grubego oraz pobudzanie pracy przewodu pokarmowego;
  - **erytropoetyna** – produkowana przez wątrobę i nerki. Jest ona odpowiedzialna m.in. za powstawanie erytrocytów;
  - **histamina** – wytwarzana przez różne komórki i tkanki. Jest ona odpowiedzialna za inicjację stanu zapalnego.
- Układ hormonalny odpowiada m.in. za **regulację**: **rytmu dobowego**, **tempa metabolizmu** oraz **wzrostu organizmu**.

Polecenia kontrolne

1. Wymień nazwy gruczołów układu hormonalnego i podaj przykłady wydzielanych przez nie hormonów.
2. Podaj po jednym przykładzie funkcji gastryny, erytropoetyny i histaminy.
3. Wyjaśnij, w jaki sposób układ hormonalny kontroluje rytm dobowy, tempo metabolizmu oraz wzrost organizmu.

11.2. Regulacja wydzielania hormonów

Zwróć uwagę na:

- nadrzędną rolę podwzgórza i przysadki w koordynowaniu pracy układów: nerwowego i hormonalnego,
- mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji wydzielania hormonów,
- antagonistyczne działanie hormonów na przykładach regulacji poziomów glukozy i wapnia we krwi.

Funkcją układu hormonalnego jest regulacja procesów zachodzących w organizmie. Dzieje się to za sprawą hormonów wydzielanych do krwi przez narządy tego układu, czyli gruczoły dokrewne. Aby organizm funkcjonował prawidłowo, hormony muszą być wydzielane w dokładnie takiej ilości, w jakiej są w danym momencie potrzebne. Dlatego działanie układu hormonalnego również musi być regulowane. Strukturami pełniącymi to zadanie są podwzgórze i przysadka.

Funkcje podwzgórza

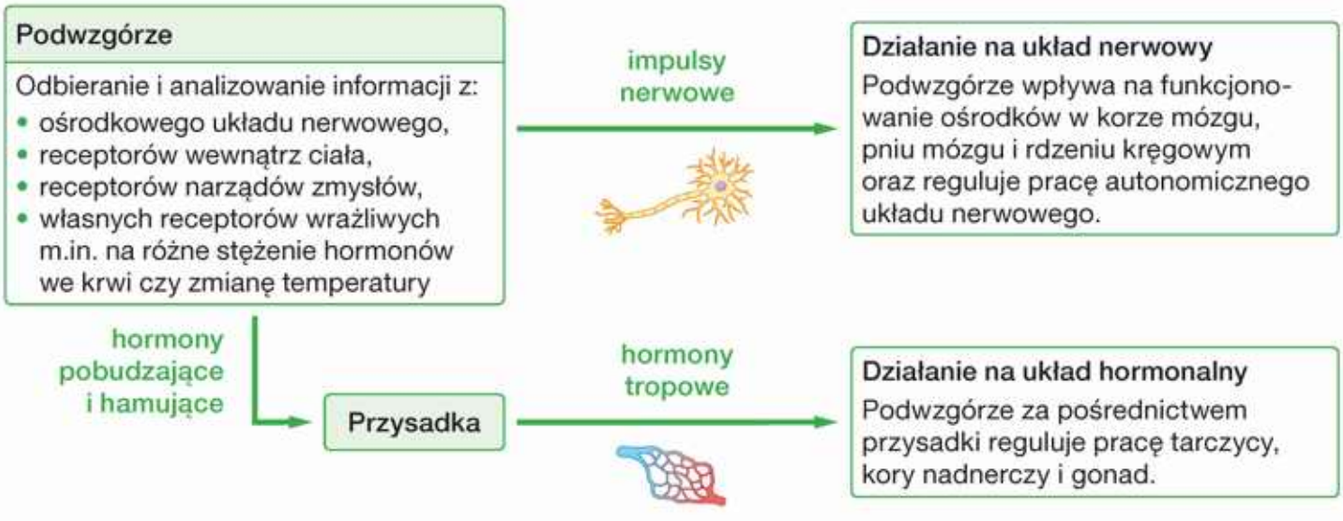
Podwzgórze to część mózgowia, która otrzymuje informacje o wszystkich zmianach zachodzących w środowisku zewnętrznym i wewnątrz organizmu. Integruje ono i analizuje docierające do niego informacje, a następnie modyfikuje pracę układów nerwowego i hormonalnego w taki sposób, aby organizm mógł utrzymać homeostazę.

Jak podwzgórze i przysadka regulują pracę układu hormonalnego?

Podwzgórze za pośrednictwem przysadki koordynuje pracę gruczołów dokrewnych. Odbiera ono informacje dotyczące funkcjonowania naszego ciała, a następnie wydziela hormony, za pomocą których steruje zadaniami przysadki. W zależności od rodzajów hormonów wydzielanych przez podwzgórze (pobudzających lub hamujących) przysadka zaczyna lub przestaje wydzielać określone hormony.

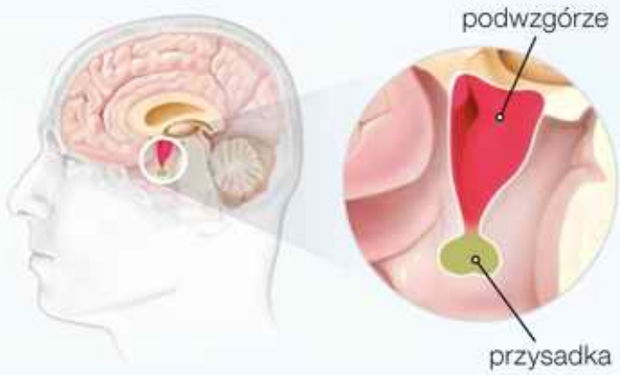
Podwzgórze wpływa na wydzielanie wszystkich hormonów przysadki, w tym **hormonów tropowych**, które pobudzają gruczoły dokrewne kontrolowane przez przysadkę do wydzielania ich hormonów. Taki mechanizm regulacji wydzielania hormonów nazywamy regulacją na osi: podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny.

Rola podwzgórza i przysadki w utrzymywaniu homeostazy



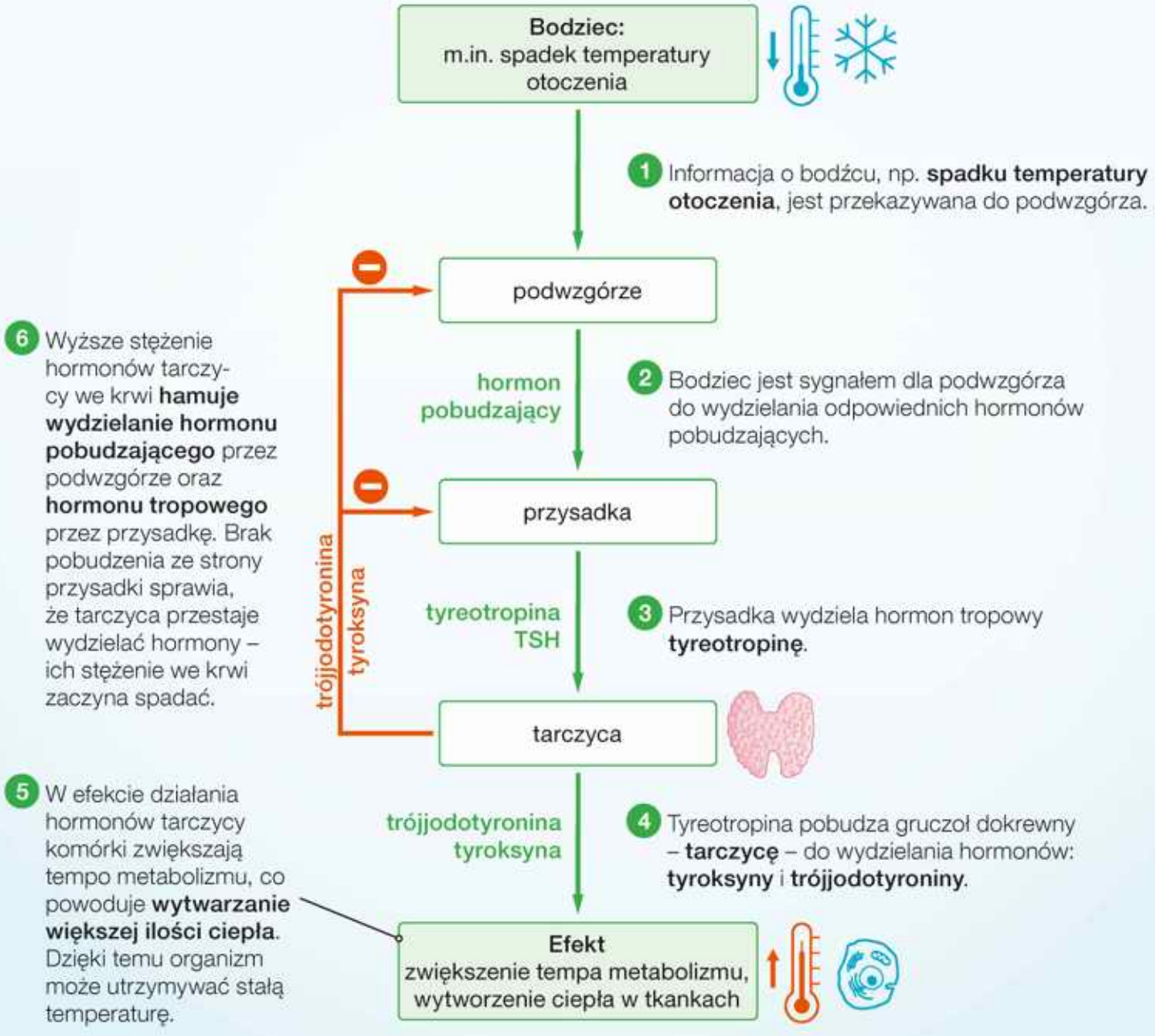
Regulacja wydzielania hormonów przez ujemne sprzężenie zwrotne

W regulacji wydzielania hormonów przez gruczoły dokrewne, na osi: podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny, występuje mechanizm ujemnego sprzężenia zwrotnego. Polega on na tym, że efekt końcowy danego procesu prowadzi do zahamowania tego procesu. Dokładniej mechanizm działania ujemnego sprzężenia zwrotnego poznasz na przykładach wydzielania hormonów: tarczycy, kory nadnerczy i gonad (jąder i jajników).

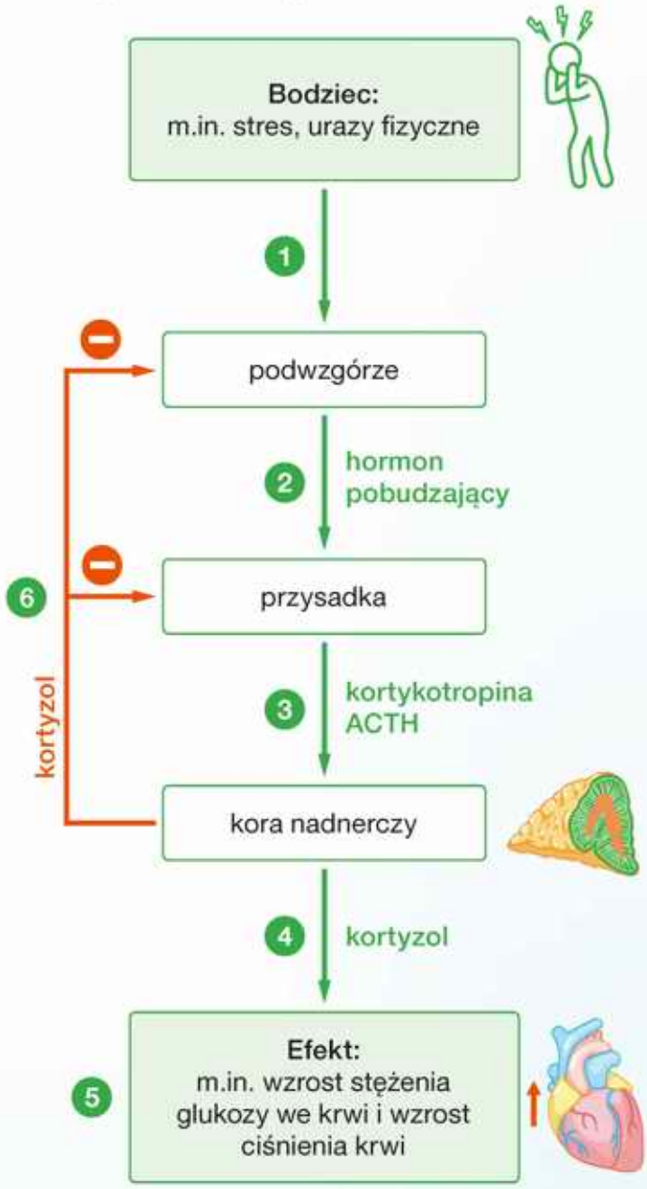


Podwzgórze to część mózgowia kontrolująca pracę przysadki, która z kolei m.in. steruje pracą niektórych gruczołów dokrewnych.

Ujemne sprzężenie zwrotne w regulacji wydzielania hormonów tarczycy

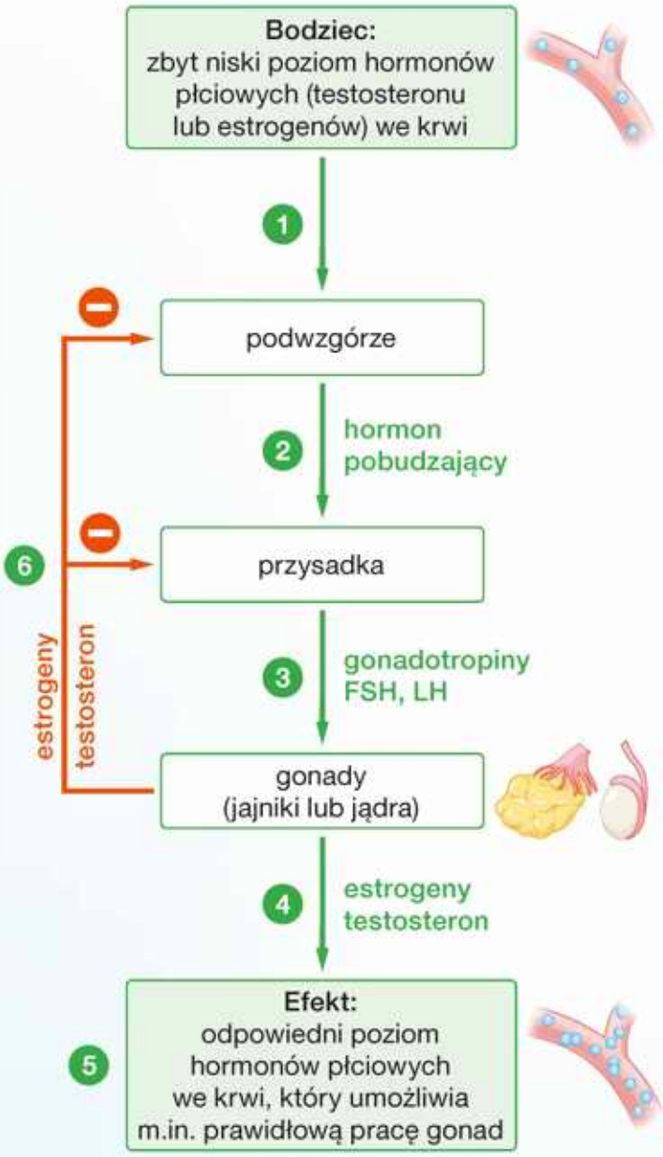


Ujemne sprzężenie zwrotne w regulacji wydzielania hormonów kory nadnerczy



1. Informacja o **bodźcu**, np. urazie fizycznym lub silnym stresie, zostaje przekazana do podwzgórza.
2. Pod wpływem bodźca podwzgórze wydziela **hormon pobudzający**.
3. Pobudza on przysadkę do wydzielania **kortykotropiny**.
4. Pod wpływem kortykotropiny **kora nadnerczy** zwiększa wydzielanie **kortyzolu**.
5. Wzrost stężenia kortyzolu we krwi powoduje m.in. **wzrost stężenia glukozy we krwi i wzrost ciśnienia krwi**.
6. Wysokie stężenie kortyzolu we krwi jest **sygnałem hamującym** dla podwzgórza i przysadki, które **wstrzymują wydzielanie** swoich hormonów.

Ujemne sprzężenie zwrotne w regulacji wydzielania hormonów gonad



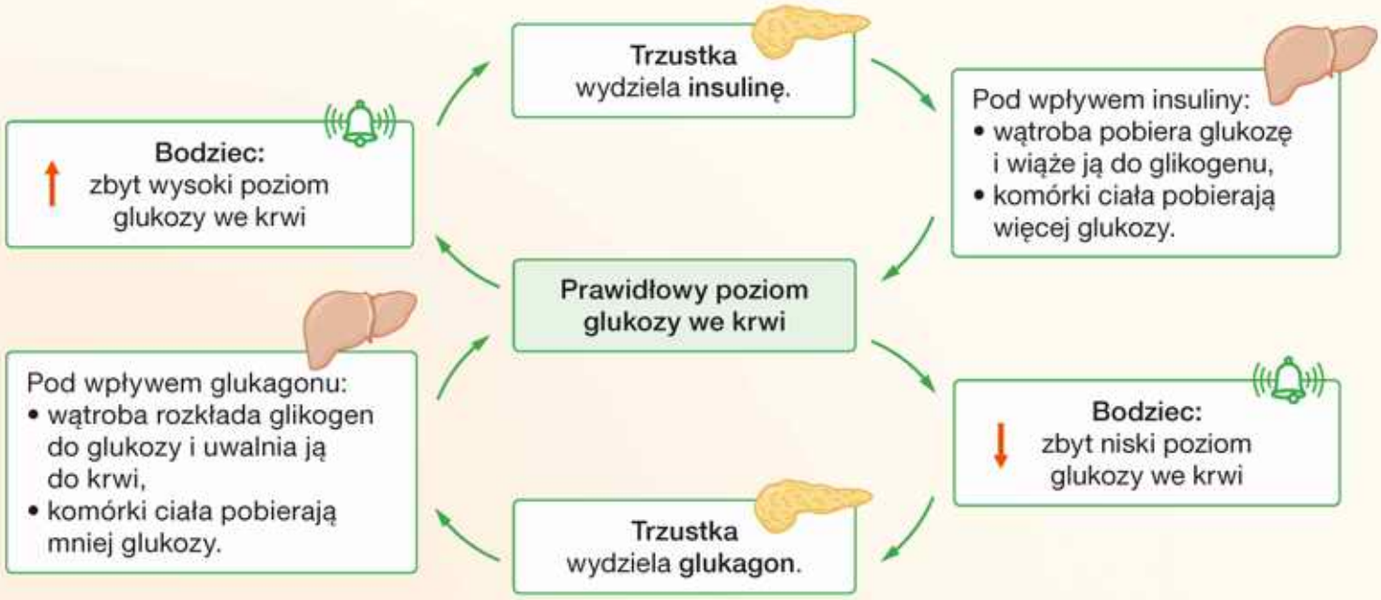
1. Informacja o **bodźcu**, np. o nadmiernym spadku stężenia hormonów płciowych we krwi, zostaje przekazana do podwzgórza.
2. Pod wpływem bodźca podwzgórze wydziela **hormon pobudzający**.
3. Pobudza on przysadkę do wydzielania **gonadotropin**.
4. Pod wpływem gonadotropin **jądra** (u mężczyzn) lub **jajniki** (u kobiet) zwiększają wydzielanie hormonów płciowych: jądra – **testosteronu**, a jajniki – **estrogenów**.
5. Wzrost stężenia hormonów płciowych we krwi umożliwia **prawidłową pracę układu rozrodczego**.
6. Hormony płciowe **działają hamująco** na podwzgórze i przysadkę, które **wstrzymują wydzielanie** swoich hormonów.

Antagonistyczne działanie hormonów

Antagonistyczne działanie hormonów jest drugim sposobem regulacji ich wydzielania. Polega ono na tym, że za utrzymanie określonego stanu organizmu, np. odpowiedniego stężenia jakiegoś związku we krwi, odpowiadają dwa antagonistycznie (przeciwstawnie) działające hormony.

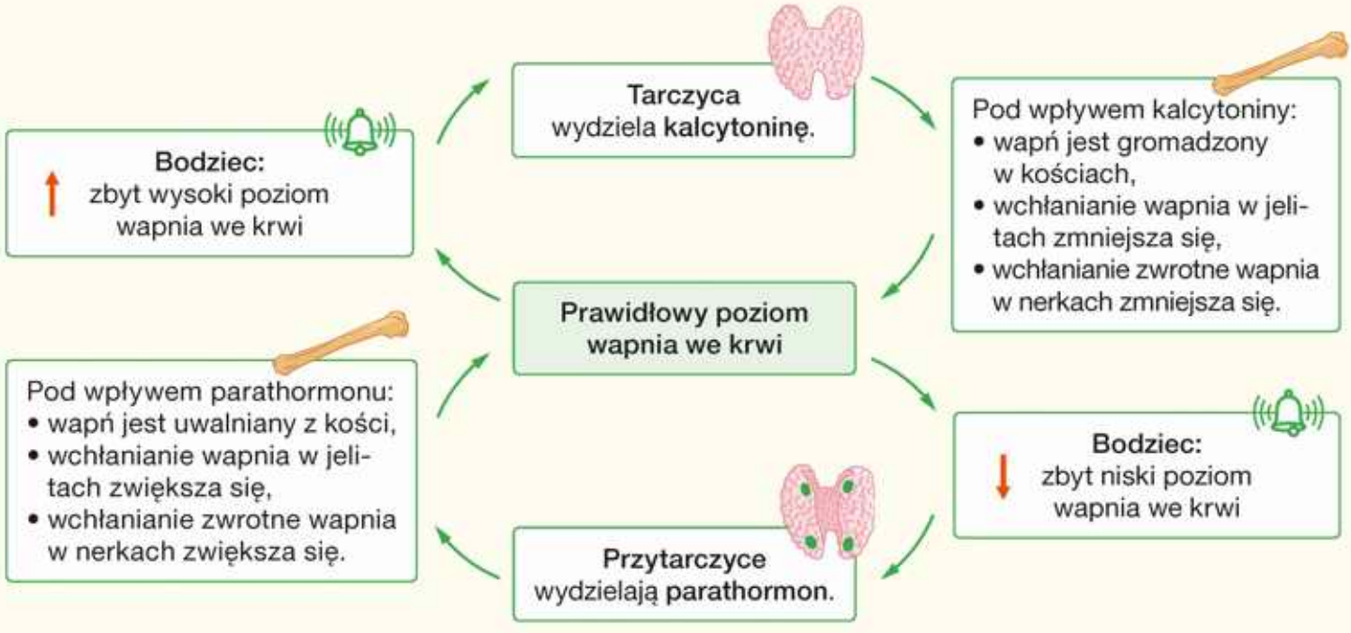
Regulacja poziomu glukozy we krwi

W utrzymaniu właściwego poziomu glukozy we krwi biorą udział dwa hormony **trzustki** – **insulina** i **glukagon**. Insulina powoduje obniżenie poziomu glukozy we krwi, a glukagon odpowiada za podwyższenie poziomu glukozy we krwi.



Regulacja poziomu wapnia we krwi

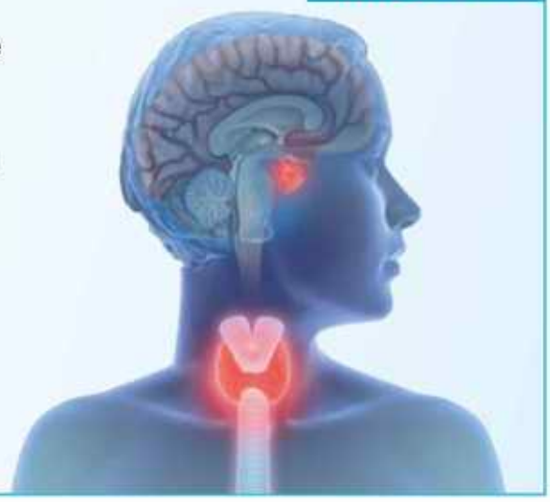
W regulacji poziomu wapnia we krwi biorą udział dwa hormony: **kalcytonina** wydzielana przez **tarczycę** i **parathormon** wydzielany przez **przytarczyce**. Kalcytonina jest odpowiedzialna za obniżanie poziomu wapnia we krwi, natomiast parathormon – za jego podwyższanie.



Czy można żyć bez przysadki?

Bliżej życia

W niektórych chorobach przysadki, np. nowotworach, konieczne jest chirurgiczne usunięcie części lub całości tego gruczołu. Pacjenci przyjmują wtedy hormony gruczołów dokrewnych kontrolowanych przez przysadkę. Na przykład po usunięciu guza przysadki wydzielającego TSH (hormon tyreotropowy), lekarze przepisują chorym tyroksynę i trójjodotyroninę. Przy właściwie dobranych dawkach hormonów pacjenci mogą normalnie żyć.



Guzy przysadki wydzielające TSH występują niezwykle rzadko – rocznie odnotowuje się jeden przypadek zachorowania na milion osób.

W skrócie

- **Podwzgórze** i **przysadka** pełnią nadrzędną funkcję w koordynowaniu pracy układów: nerwowego i hormonalnego.
- Mechanizm **sprzężenia zwrotnego ujemnego** występuje na osi: podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny. Reguluje on m.in. wydzielanie hormonów przez: **tarczycę**, **korę nadnerczy** oraz gonady – **jajniki** i **jądra**.
- Etapy regulacji wydzielania hormonów przez ujemne sprzężenie zwrotne:
  - podwzgórze wydziela hormony pobudzające przysadkę do wydzielenia **hormonów tropowych**,
  - hormony tropowe pobudzają podległy im gruczoł dokrewny do wydzielania własnych hormonów,
  - wzrost stężenia hormonów podległego gruczołu dokrewnego we krwi zwrotnie hamuje wydzielanie hormonów podwzgórza i przysadki,
  - w efekcie niepobudzany gruczoł dokrewny przestaje wydzielać własne hormony i ich stężenie we krwi zaczyna maleć.
- **Antagonistyczne działanie hormonów** to drugi sposób regulacji ilości wydzielanych hormonów. Występuje on w kontroli poziomu glukozy i poziomu wapnia we krwi.
- W regulacji poziomu **glukozy** we krwi uczestniczą dwa hormony trzustki: insulina i glukagon. **Insulina** powoduje obniżenie, a **glukagon** – podwyższenie poziomu glukozy we krwi.
- W regulacji poziomu **wapnia** we krwi uczestniczą: **kalcytonina**, która jest wydzielana przez tarczycę, oraz **parathormon**, który jest wydzielany przez przytarczyce. Kalcytonina obniża poziom wapnia we krwi, a parathormon go podwyższa.

Polecenia kontrolne

1. Opisz nadrzędną rolę podwzgórza w koordynowaniu pracy układów: nerwowego i hormonalnego.
2. Przedstaw sposób działania mechanizmu ujemnego sprzężenia zwrotnego na osi: podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny.
3. Uzasadnij, że poziom glukozy i poziom wapnia we krwi muszą podlegać ścisłej regulacji. Uwzględnij funkcje glukozy i wapnia w organizmie.
4. Wyjaśnij, na czym polega antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy we krwi.

11.3. Nadczynność i niedoczynność gruczołów dokrewnych. Stres

Zwróć uwagę na:
- skutki niedoczynności i nadczynności gruczołów dokrewnych,
- rolę hormonów w reakcji na stres.

Aby hormony mogły we właściwy sposób regulować pracę organizmu, muszą być wydzielane w odpowiedniej ilości. Zbyt mała lub zbyt duża ilość hormonów może zaburzyć równowagę organizmu i doprowadzić do poważnych skutków zdrowotnych. Stan, w którym gruczoł wydziela zbyt dużo hormonów, nazywamy **nadczynnością gruczołu**. Natomiast stan, w którym gruczoł wydziela zbyt mało hormonów, określamy mianem **niedoczynności gruczołu**.

Nadczynność i niedoczynność przysadki

Przysadka wydziela m.in. hormony tropowe oraz hormon wzrostu. Zaburzenia wydzielania **hormonów tropowych** stanowią jedną z przyczyn wystąpienia objawów niedoczynności lub nadczynności kontrolowanych przez przysadkę gruczołów dokrewnych. Objawy te opisaliśmy na następnych stronach. Natomiast skutki zaburzeń wydzielania **hormonu wzrostu** możesz prześledzić na schemacie.

Skutki zaburzeń wydzielania hormonu wzrostu przez przysadkę

Zburzenia wydzielania hormonu wzrostu wynikające z:

niedoczynności przysadki

Karłowatość
Występuje wtedy, gdy w okresie wzrostu organizmu przysadka wydziela zbyt mało hormonu wzrostu. Osoby z karłowatością przysadkową mają niski wzrost i krępą budowę ciała.



nadczynności przysadki

Gigantyzm
Występuje wtedy, gdy w okresie wzrostu organizmu przysadka wydziela za dużo hormonu wzrostu. Osoby z gigantyzmem są bardzo wysokie i mają zachowane proporcje ciała.



Akromegalia
Występuje wtedy, gdy przysadka wydziela za dużo hormonu wzrostu po zakończeniu wzrostu organizmu. U osób z akromegalią następuje nadmierny wzrost niektórych części ciała, np. nosa i warg.



Skutki niedoczynności i nadczynności pozostałych gruczołów dokrewnych

	Niedoczynność ▼	Nadczynność ▲
Tarczyca Hormony: • tyroksyna, • trójjodotyronina, • kalcytonina. 	• U dzieci prowadzi do kretynizmu – opóźnienia rozwoju psycho-ruchowego. • U osoby dorosłej powoduje: powiększenie tarczycy, suchą i szorstką skórę, obwisłe powieki, zwiększenie masy ciała i zmęczenie. • Niedobór kalcytoniny może prowadzić do zwiększenia ilości wapnia we krwi.	• Może być związana z chorobą Gravesa–Basedowa. Objawy tej choroby to m.in.: przyspieszone tempo przemiany materii, utrata masy ciała, powiększenie tarczycy, wytrzeszcz gałek ocznych, drżenie rąk, ogólne osłabienie i bezsenność.
Przytarczyce Hormon: • parathormon. 	• Zmniejszenie ilości wapnia we krwi, uczucie mrowienia, tężyczka – nadmierne skurcze mięśni szkieletowych, a niekiedy też oddechowych. 	• Odwapnienie kości prowadzące do zmiany ich struktury. Jest to przyczyną bólów kości i problemów z chodzeniem. 
Grasica Hormon: • tymozyna. 	• Zaburzenie odporności oraz zbyt mała liczba limfocytów we krwi.	• Grasica powinna zanikać po okresie dojrzewania. Jej obecność u osób dorosłych może prowadzić do miastenii – choroby, w której występuje nadmierna męczliwość mięśni.



Wole to charakterystyczny objaw zarówno niedoczynności, jak i nadczynności tarczycy.

	Niedoczynność ▼	Nadczynność ▲
Nadnercza Hormony: • kortyzol (wydzielany przez korę nadnerczy), • adrenalina (wydzielana przez rdzeń nadnerczy). 	• Niedobór kortyzolu powoduje zaburzenia metabolizmu, zwłaszcza węglowodanów i tłuszczów. • Niedoczynność rdzenia nadnerczy zwykle przebiega bezobjawowo. **Charakterystyczne objawy niedoczynności kory nadnerczy:**  zmniejszenie masy ciała  przebarwienia skóry  bóle brzucha  brak łaknienia	• Nadmiar kortyzolu powoduje zaburzenia gospodarki tłuszczowej i węglowodanowej oraz odkładanie się tkanki tłuszczowej. • Nadmiar adrenaliny powoduje m.in. nagłe, krótkotrwałe podwyższenie ciśnienia tętniczego, a także zbyt wysoki poziom glukozy we krwi. **Charakterystyczne objawy nadczynności kory nadnerczy:**  nadciśnienie tętnicze  otyłość  osłabienie siły mięśni
Trzustka Hormony: • insulina, • glukagon. 	• Niedobór insuliny powoduje cukrzycę typu I – chorobę metaboliczną, w której obserwuje się podwyższony poziom glukozy we krwi.	–
Jądra Hormon: • testosteron. 	• W okresie dojrzewania obniżony poziom testosteronu może powodować słaby rozwój typowo męskich cech budowy ciała. • W okresie dorosłości niedobór testosteronu może prowadzić m.in. do obniżenia popędu płciowego i zaburzeń płodności.	–
Jajniki Hormony: • progesteron, • estrogeny. 	• W okresie dojrzewania może powodować brak wykształcenia typowo kobiecych cech budowy ciała. • W dorosłości może powodować m.in. zaburzenia miesiączkowania i płodności.	• Powoduje zaburzenia miesiączkowania i płodności, bóle brzucha oraz nadmierny rozrost narządów rozrodczych.

Cukrzyca – dwa oblicza choroby

Cukrzyca to choroba metaboliczna, której głównym objawem jest stale podwyższony poziom glukozy we krwi. Powoduje to nieprawidłową pracę wielu narządów ciała, w tym oczu, nerek i serca. Ze względu na przyczynę wyróżniamy cukrzycę typu I oraz cukrzycę typu II.

Cukrzyca typu I

Cukrzyca typu I jest spowodowana niedoborem insuliny we krwi, wynikającym najczęściej z uszkodzenia komórek trzustki odpowiedzialnych za wydzielanie tego hormonu. Choroba ta ujawnia się w dzieciństwie.

Objawy cukrzycy typu I

Poza podwyższonym stężeniem glukozy we krwi u osób z cukrzycą typu I obserwuje się:

- senność i uczucie zmęczenia,
- problemy z widzeniem,
- częste pragnienie i głód przy jednoczesnej utracie wagi,
- częste oddawanie moczu,
- nudności.

Cukrzyca typu II

Cukrzyca typu II jest spowodowana nieprawidłowym działaniem insuliny, zwykle wynikającym z oporności komórek na ten hormon. Choroba ta rozwija się wolno i ujawnia się najczęściej u starszych osób. Na jej wystąpienie duży wpływ ma styl życia – często obserwuje się ją u osób otyłych.

Objawy cukrzycy typu II

Poza podwyższonym stężeniem glukozy we krwi u osób z cukrzycą typu II obserwuje się:

- uczucie zmęczenia i senność – w skrajnych przypadkach, przy bardzo wysokim stężeniu glukozy we krwi, może wystąpić nawet utrata przytomności,
- problemy z widzeniem,
- wzmożone pragnienie i odczuwanie głodu,
- częste oddawanie moczu,
- nudności i bóle brzucha.

Diagnostyka:

Diagnostyka cukrzycy polega na określeniu stężenia glukozy we krwi. Stężenie to podaje się w mg na 100 ml (1 dl) krwi. Prawidłowe stężenie glukozy na czczo powinno wynosić 70–99 mg/dl krwi oraz poniżej 140 mg/dl krwi po podaniu doustnym glukozy. Stan przedcukrzycowy diagnozuje się, jeśli na czczo stężenie glukozy wynosi 100–125 mg/dl, a po podaniu glukozy – 140–199 mg/dl.

Cukrzycę stwierdza się, jeśli:

- stężenie glukozy we krwi w dowolnym momencie przekracza 200 mg/dl,
- przy dwukrotnym pomiarze stężenie glukozy we krwi na czczo przekracza ono 126 mg/dl,
- stężenie glukozy we krwi po podaniu doustnym glukozy przekracza 200 mg/dl.

Osoby z cukrzycą typu I i typu II muszą często sprawdzać stężenie glukozy we krwi. Do tego celu służy glukometr.





O tym się mówi!

Za i przeciw hormonalnej terapii zastępczej

Hormonalna terapia zastępcza (HTZ) to metoda ograniczania uciążliwych objawów menopauzy, takich jak uderzenia gorąca czy nocne pocenie się. Podczas tej terapii pacjentki przyjmują środki z hormonami kobiecymi. Czy stosowanie hormonów w czasie menopauzy jest bezpieczne dla zdrowia kobiet?

1 „Długotrwała hormonalna terapia zastępcza zwiększa ryzyko nowotworu mózgu u kobiet. Udowodniły to nowe badania dotyczące raka mózgu. U kobiet, które brały hormony przez okres dziesięciu lat, ryzyko zachorowania może wynosić nawet 70%. Znacznie częściej występują nowotwory łagodne. Przy tych najcięższych schorzeniach złośliwych, jak oponiak, ryzyko wynosi 15%. [...] Jednak przy dokładnie dobranej dawce i krótkim czasie leczenia hormonami, możliwości rozwoju raka są małe".

K. Antos, *Czy hormonalna terapia zastępcza zwiększa ryzyko nowotworu mózgu?*; https://www.menopauza.pl/czy-hormonalna-terapia-zastepcza-zwieksza-ryzyko-nowotworu-mozgu/

2 „Wiele kobiet – lecz nie wszystkie – w momencie, gdy osiąga wiek menopauzalny, cierpi z powodu licznych dolegliwości. Obejmują one uderzenia gorąca, nocne poty, suchość pochwy, wahania nastroju, spadek libido, brak energii. HTZ może osłabić te objawy, ale nie odwraca procesu starzenia.
Jakie są długoterminowe korzyści? Istnieją dowody na to, że stosowanie HTZ przez pięć lat zmniejsza ryzyko złamań kości w następstwie osteoporozy oraz ryzyko raka jelita grubego.
A jakie są zagrożenia? Badania wykazały zwiększone ryzyko choroby serca, udaru, raka piersi i jajnika. Najnowsze badanie wykazało, że zagrożenie to utrzymuje się kilka lat po zaprzestaniu stosowania HTZ".

N. Hawkes, *Za i przeciw terapii hormonalnej*; https://kobieta.onet.pl/zdrowie/profilaktyka/za-i-przeciw-terapii-hormonalnej/pzl9r

3 „Kobiety po menopauzie, które stosują hormonalną terapię zastępczą (HTZ), nie są bardziej narażone na przedwczesny zgon niż ich rówieśniczki niekorzystające z HTZ – wynika z analizy danych dużego badania, którą publikuje czasopismo „JAMA". [...]
– Najnowsze badanie powinno złagodzić obawy, [...] że wzrost ryzyka raka piersi czy zawału serca, związany z terapią hormonalną, może przełożyć się na zwiększoną długofalową śmiertelność kobiet – podkreśliła w komentarzu odredakcyjnym dr Melissa McNeil z University of Pittsburgh".

PAP/Rynek Zdrowia, *Badania: terapia hormonalna jest bezpieczna dla kobiet po menopauzie* http://www.rynekzdrowia.pl/Badania-i-rozwoj/Badania-terapia-hormonalna-jest-bezpieczna-dla-kobiet-po-menopauzie,176350,11,1.html

1 Wymień przedstawione w artykułach argumenty za i przeciw hormonalnej terapii zastępczej.

2 Na podstawie wymienionych wcześniej argumentów zajmij stanowisko w sprawie wpływu terapii hormonalnej na zdrowie kobiet.

Co wiesz o chorobie Hashimoto?

Bliżej życia

Choroba Hashimoto to najczęstsza przyczyna niedoczynności tarczycy. Jest to choroba autoimmunologiczna, co oznacza, że w jej przebiegu układ odpornościowy atakuje własne tkanki – w tym przypadku tkanki tarczycy. Objawy tej choroby nie są specyficzne, dlatego łatwo je zlekceważyć lub pomylić z objawami innych chorób.

Fakty o chorobie Hashimoto:

- najczęściej występuje pomiędzy 30. a 50. rokiem życia,
- 80% chorujących na nią osób to kobiety,
- jest najczęstszą chorobą układu hormonalnego,
- szacuje się, że choroba Hashimoto występuje u ok. 5% populacji świata,
- do czynników ryzyka zachorowania na chorobę Hashimoto zalicza się m.in.: predyspozycje genetyczne, nadmiar jodu i niedobór selenu w diecie oraz infekcje.

Objawy choroby Hashimoto



Czym jest stres?

Stres jest fizjologiczną i psychologiczną reakcją organizmu na działanie stresorów, czyli zewnętrznych lub wewnętrznych czynników, powodujących zmianę funkcjonowania organizmu.

W wyniku działania stresorów dochodzi do **zaburzenia homeostazy**, co wymusza mobilizację organizmu w celu dostosowania się do nowej sytuacji.



Czy wiesz, że...

Stres mogą powodować również sytuacje odbierane przez nas jako pozytywne, np. święta, urodziny czy spotkanie rodzinne.

„Dobry" i „zły" stres

„Dobry" i „zły" stres to pojęcia potoczne, odnoszące się jednak do rzeczywistych rodzajów stresu – krótkotrwałego i długotrwałego. **Stres krótkotrwały** działa na nas mobilizująco – dzięki niemu np. jesteśmy w stanie nauczyć się na sprawdzian. W przypadku tego rodzaju stresu po ustąpieniu stresora nasz organizm wraca do wcześniejszego sposobu funkcjonowania. **Stres długotrwały** natomiast upośledza nasze działanie – zaburza koncentrację, zapamiętywanie i zdolność do podejmowania decyzji. Trudniej jest nam przez to poradzić sobie z nową sytuacją. Ponadto ten rodzaj stresu działa szkodliwie na nasz organizm. Może on prowadzić do przewlekłego zmęczenia, depresji, nadciśnienia tętniczego, miażdżycy czy choroby wrzodowej żołądka. Podczas długotrwałego stresu spada też nasza odporność, przez co jesteśmy bardziej podatni na infekcje. W skrajnych przypadkach utrzymujący się długotrwale stres może nawet doprowadzić do śmierci.

Rola podwzgórza w reakcji stresowej

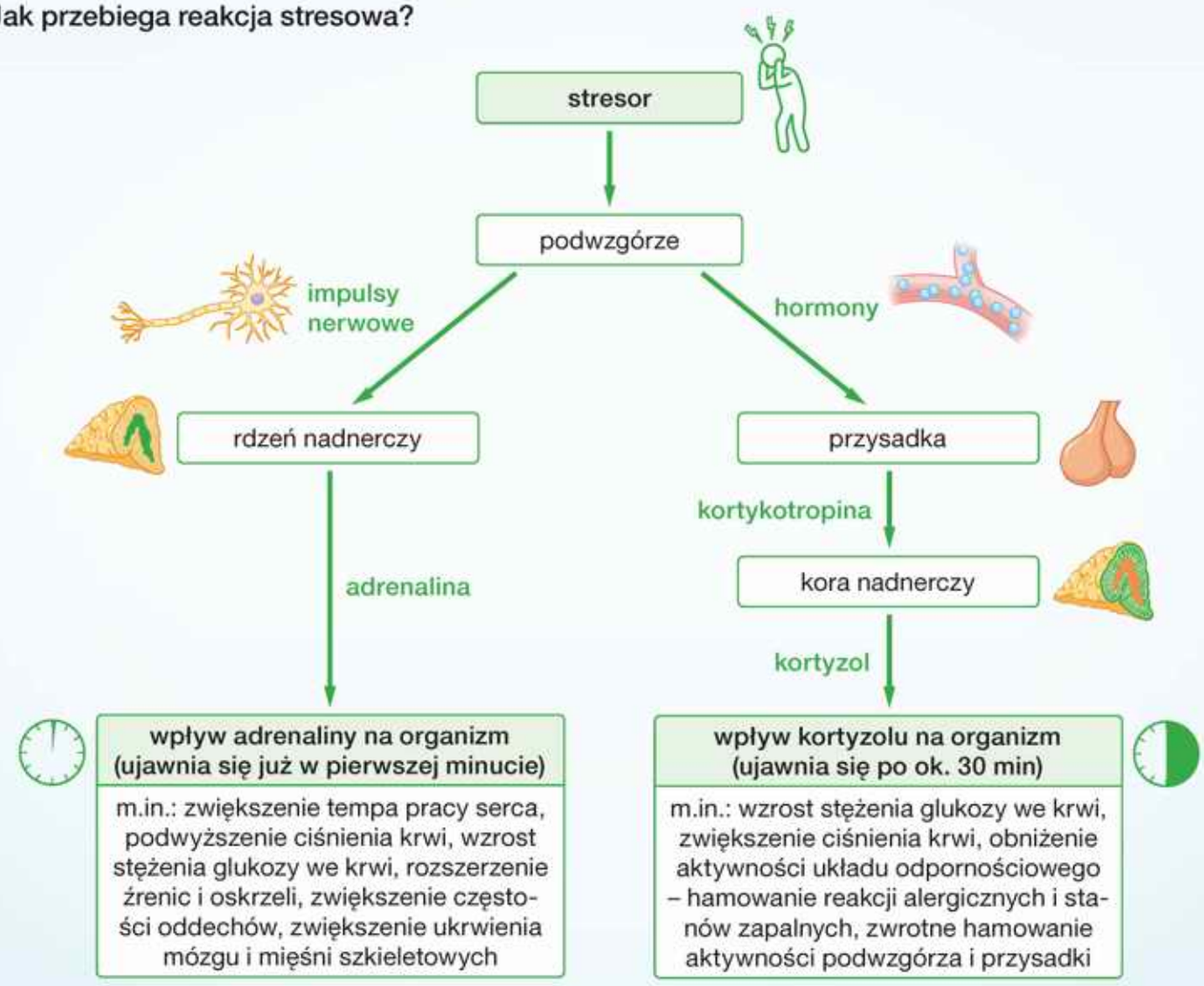
Najważniejszą strukturą stojącą na straży homeostazy jest **podwzgórze**. Kontroluje ono reakcje organizmu na stresor dwiema drogami. Drogą neuronalną – przez działanie na **współczulny układ nerwowy** – i drogą hormonalną – przez działanie na **przysadkę**.

Funkcje podwzgórza

Podwzgórze:

- za pomocą impulsów nerwowych aktywuje współczulny układ nerwowy, który pobudza **rdzeń nadnerczy** do wydzielania **adrenaliny**,
- za pomocą hormonów pobudza przysadkę do wydzielania hormonu tropowego, który stymuluje **korę nadnerczy** do wydzielania **kortyzolu**.

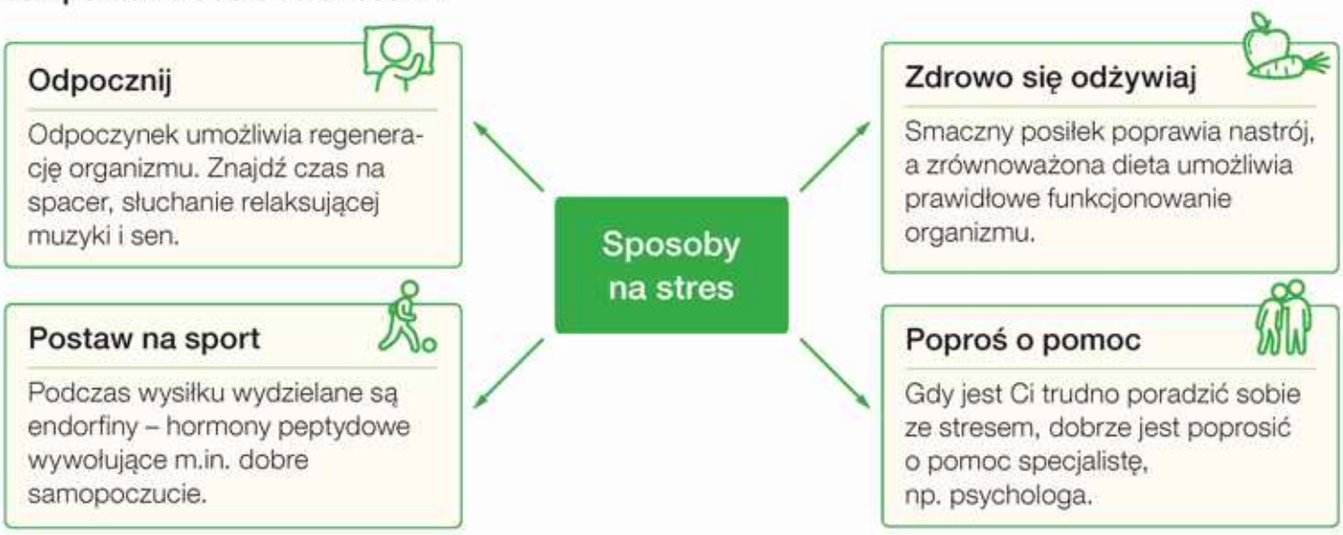
Jak przebiega reakcja stresowa?



Długotrwały stres a działanie kortyzolu

W początkowej fazie stresu kortyzol wpływa korzystnie na organizm: mobilizuje go do działania, odpowiada też za regulację i wyciszanie reakcji stresowej. W przypadku długotrwałego stresu nie następuje jednak zahamowanie reakcji stresowej, a wysoki poziom kortyzolu utrzymuje się we krwi przez długi czas. Taki stan nie jest korzystny dla naszego organizmu – długotrwały nadmiar kortyzolu prowadzi m.in. do: bezsenności, zaburzeń metabolizmu glukozy, nadciśnienia tętniczego i osłabienia siły mięśni.

Jak poradzić sobie ze stresem?



W skrócie

- **Przykłady skutków niedoczynności lub nadczynności gruczołów dokrewnych**

Gruczoły dokrewne	Skutki niedoczynności	Skutki nadczynności
Przysadka	karłowatość przysadkowa	gigantyzm, akromegalia
Tarczyca	u dzieci – kretynizm, u dorosłych m.in. zwiększenie masy ciała i zmęczenie	choroba Gravesa–Basedowa
Przytarczyce	m.in. tężyczka	m.in. odwapnienie kości
Grasica	zaburzenia odporności	miastenia
Nadnercza	kora nadnerczy – zmniejszenie masy ciała, przebarwienia skóry, bóle brzucha, brak łaknienia; rdzeń nadnerczy – zwykle nie daje objawów	kora nadnerczy – nadciśnienie tętnicze, otyłość, osłabienie siły mięśni; rdzeń nadnerczy – napady nadciśnienia, zbyt wysoki poziom glukozy we krwi
Trzustka (komórki wydzielające insulinę)	cukrzyca	–
Jądra i jajniki	m.in. zaburzenia płodności	m.in. zaburzenia płodności

- **Stres** jest fizjologiczną i psychologiczną reakcją organizmu na działanie **stresorów** – zewnętrznych lub wewnętrznych czynników, powodujących zmianę funkcjonowania organizmu.
- W sytuacji zadziałania bodźca stresowego podwzgórze za pomocą nerwów układu współczulnego pobudza rdzeń nadnerczy do wydzielania **adrenaliny**, a za pomocą hormonów stymuluje przysadkę do pobudzania kory nadnerczy do wydzielania **kortyzolu**.

Polecenia kontrolne

1. Opisz możliwe skutki zaburzeń wydzielania hormonu wzrostu.
2. Porównaj skutki niedoczynności i nadczynności przytarczyc.
3. Omów różnice między cukrzycą typu I a cukrzycą typu II.
4. Wyjaśnij, czym jest stres. Omów mechanizm reakcji stresowej.

Podsumowanie

1 Porównanie układu nerwowego z układem hormonalnym

Układ nerwowy	Układ hormonalny
• reguluje pracę narządów za pomocą impulsów nerwowych • regulacja jest szybka i krótkotrwała	• reguluje pracę narządów za pomocą związków chemicznych – hormonów • regulacja jest wolna i długotrwała

2 Hormony – substancje chemiczne, które stymulują lub hamują czynności wybranych komórek organizmu.

3 Podział gruczołów

Gruczoły

zewnątrzwydzielnicze
- mają przewód wyprowadzający, przez który wydostają się wydzielane przez nie substancje

wewnątrzwydzielnicze
- wydzielają wytwarzane przez siebie substancje (hormony) bezpośrednio do krwi

4 Rodzaje hormonów wydzielanych przez gruczoły

Gruczoły	Wydzielane hormony
Przysadka	hormon wzrostu
	prolaktyna (PRL)
	hormony tropowe: TSH, ACTH, FSH i LH
Szyszynka	melatonina
Tarczyca	kalcytonina
	tyroksyna, trójjodotyronina
Przytarczyce	parathormon
Grasica	tymozyna
Nadnercza	adrenalina
	kortyzol
Trzustka	insulina
	glukagon
Jądra	testosteron
Jajniki	estrogeny
	progesteron

5 Hormony tkankowe – hormony wydzielane przez komórki występujące w obrębie różnych narządów. Należą do nich: gastryna, erytropoetyna i histamina.

6 Sposoby regulacji wydzielania hormonów

Ujemne sprzężenie zwrotne	Antagonistyczne wydzielanie hormonów
• utrzymuje odpowiednie stężenie danego hormonu we krwi na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny. • zwiększenie stężenia produktu, w tym przypadku hormonu, powoduje zmniejszenie jego wytwarzania • przykład: regulacja wydzielania hormonów tarczycy, kory nadnerczy, gonad	• za utrzymanie odpowiedniego stężenia danego związku we krwi odpowiadają dwa hormony działające przeciwstawnie • przykład: regulacja poziomu glukozy i wapnia we krwi

7 Skutki niedoczynności i nadczynności gruczołów dokrewnych

Niedoczynność	Nadczynność
przysadka	
• zbyt niski poziom hormonu wzrostu – karłowatość przysadkowa	• zbyt wysoki poziom hormonu wzrostu – gigantyzm, akromegalia
tarczyca	
• kretynizm • powiększenie tarczycy, sucha i szorstka skóra, obwisłe powieki, zwiększenie masy ciała i zmęczenie • zwiększenie poziomu wapnia we krwi	• choroba Gravesa–Basedowa (wytrzeszcz gałek ocznych, drżenie rąk)
przytarczyce	
• zmniejszenie poziomu wapnia we krwi • uczucie mrowienia, tężyczka	• zwiększenie poziomu wapnia we krwi, odwapnienie kości • bóle kości, problemy z chodzeniem
grasica	
• zaburzenia odporności • zbyt mała liczba limfocytów we krwi	• jeżeli nie zaniknęła po okresie dojrzewania, jej obecność prowadzi do miastenii
nadnercza	
• niedobór kortyzolu: zmniejszenie masy ciała, przebarwienia skóry, bóle brzucha, brak łaknienia • niedobór adrenaliny – zwykle nie daje objawów	• nadmiar kortyzolu: nadciśnienie tętnicze, otyłość, osłabienie siły mięśni • nadmiar adrenaliny: napady nadciśnienia, zbyt wysoki poziom glukozy we krwi
trzustka	
• niedobór insuliny – podwyższony poziom glukozy we krwi, cukrzyca typu I	–
jądra	
• słaby rozwój typowo męskich cech budowy ciała, obniżony popęd płciowy, zaburzenia płodności	–
jajniki	
• niewykształcenie typowo kobiecych cech budowy ciała, zaburzenia miesiączkowania i płodności	• zaburzenia miesiączkowania i płodności, bóle brzucha, rozrost narządów rozrodczych

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Przerysuj tabelę do zeszytu tak, aby w kolumnach dotyczących układów nerwowego i hormonalnego znalazły się poprawne informacje. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.** (3 p.)

Porównywana cecha	Układ nerwowy	Układ hormonalny
Szybkość przekazywania informacji	duża / mała	duża / mała
Sposób przekazywania informacji	przez hormony / przez impuls nerwowy	przez hormony / przez impuls nerwowy
Trwałość efektu działania	długotrwały / krótkotrwały	długotrwały / krótkotrwały

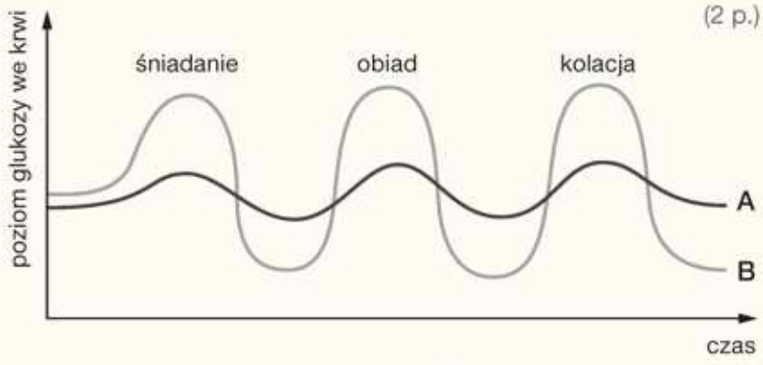
2 **Porównaj gruczoły zewnątrzwydzielnicze i wewnątrzwydzielnicze pod względem ich budowy i działania. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (2 p.)

3 **Podaj nazwy hormonów, których dotyczą poniższe opisy. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (5 p.)

A. Reguluje rytm snu i czuwania.
B. Zmniejsza stężenie wapnia we krwi przez blokowanie uwalniania go z kości.
C. Wywołuje skurcze macicy podczas porodu, a także wydzielanie mleka po porodzie.
D. Bierze udział w reakcji stresowej, powoduje wzrost stężenia glukozy we krwi i zwiększa ciśnienie krwi.
E. Reguluje gospodarkę wodną przez sterowanie procesem zagęszczania moczu.

4 (2 p.)

Indeks glikemiczny (IG) to wskaźnik, który pokazuje, jak wzrośnie poziom glukozy we krwi po spożyciu danego pokarmu. Zjedzenie produktów o wysokim IG, np. frytek, białego pieczywa czy słodkich płatków śniadaniowych, powoduje gwałtowny wzrost poziomu glukozy we krwi, a następnie jego gwałtowny spadek. Może to prowadzić do obniżenia nastroju, trudności z koncentracją i napadów senności. Natomiast spożycie produktów o niskim IG, np. grejpfruta, chleba żytniego i jogurtów naturalnych, powoduje powolny i niewielki wzrost poziomu glukozy we krwi, a następnie łagodny spadek – dzięki temu mamy poczucie sytości na dłużej, łatwiej jest nam się skoncentrować i nie czujemy senności po zjedzeniu posiłku.

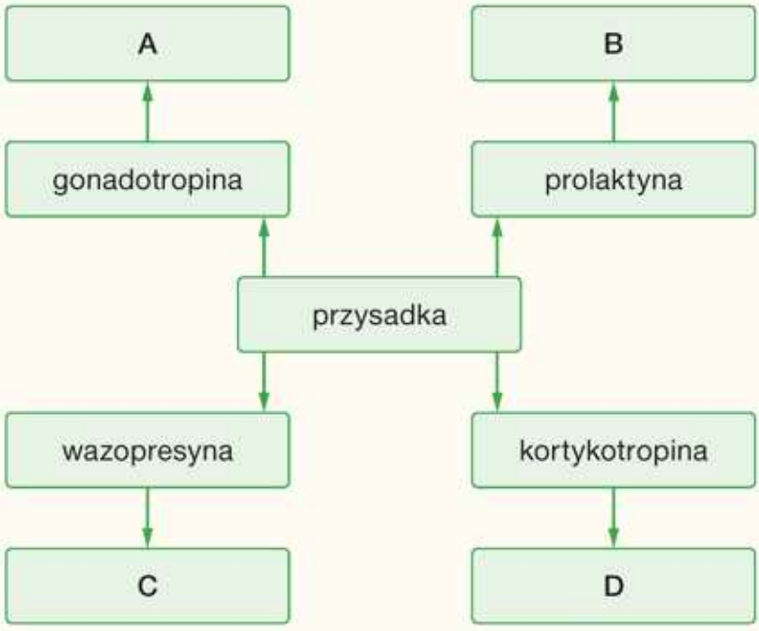


Na wykresie przedstawiono wpływ posiłków o różnym indeksie glikemicznym na poziom glukozy we krwi.

a) **Przeanalizuj wykres i określ, która linia (A czy B) wyznacza zmiany poziomu glukozy we krwi po zjedzeniu posiłku o wysokim indeksie glikemicznym. Uzasadnij swoją odpowiedź i zapisz ją w zeszycie.**

b) **Podaj nazwy dwóch hormonów produkowanych przez trzustkę, które wpływają na stężenie glukozy we krwi. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

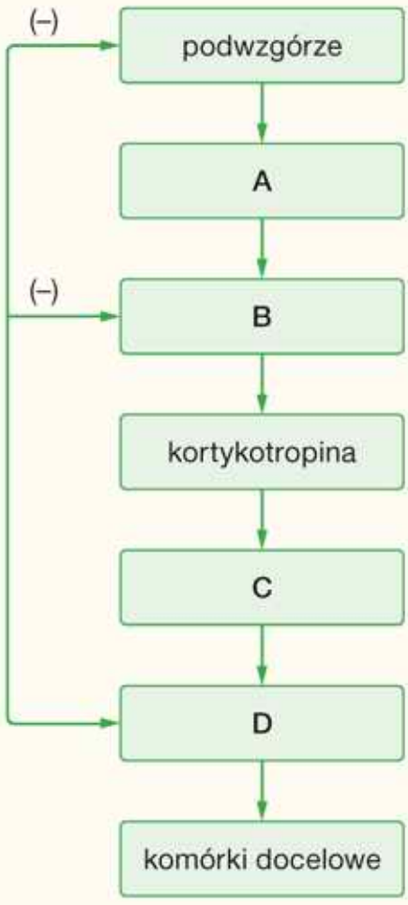
5 **Podaj nazwy narządów (A–D), których praca jest regulowana przez wymienione na schemacie hormony wydzielane przez przysadkę. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (4 p.)



6 Schemat przedstawia regulację działania jednego z gruczołów dokrewnych. (5 p.)

a) Podaj nazwy hormonów i narządów oznaczonych na schemacie literami A–D. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

b) Podaj nazwę przedstawionego na schemacie mechanizmu regulacji czynności gruczołów. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



7 **Wybierz dwa zdania, które poprawnie opisują działanie hormonów. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (2 p.)

A. Niski poziom glukozy we krwi pobudza komórki trzustki do wydzielania insuliny, dzięki czemu zostaje przywrócony prawidłowy poziom glukozy we krwi.

B. Zbyt wysoki poziom glukozy we krwi pobudza komórki trzustki do wydzielania insuliny, przez co poziom glukozy we krwi się obniża.

C. Niski poziom wapnia we krwi pobudza komórki tarczycy do wydzielania parathormonu, który podwyższa stężenie wapnia we krwi.

D. Wysoki poziom wapnia we krwi pobudza komórki trzustki do wydzielania kalcytoniny, co zmniejsza stężenie wapnia we krwi.

E. Zbyt wysoki poziom wapnia we krwi pobudza komórki tarczycy do wydzielania kalcytoniny, która zmniejsza stężenia wapnia we krwi.

8 **Określ, jakie konsekwencje dla organizmu człowieka może mieć długotrwały stres. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)



12. Rozmnażanie i rozwój człowieka

To było w szkole podstawowej!

☑

Budowa układu rozrodczego

męskiego

- **Zewnętrzne narządy rozrodcze:**
  - prącie
  - moszna
- **Wewnętrzne narządy rozrodcze:**
  - jądra
  - najądrza
  - nasieniowody
  - gruczoł krokowy

żeńskiego

- **Zewnętrzne narządy rozrodcze:**
  - wzgórek łonowy
  - łechtaczka
  - wargi sromowe większe i mniejsze
- **Wewnętrzne narządy rozrodcze:**
  - jajniki
  - jajowody
  - macica
  - pochwa

12.1. Budowa i funkcje męskich narządów rozrodczych

Zwróć uwagę na:
- budowę i funkcje poszczególnych części męskiego układu rozrodczego,
- funkcje męskich hormonów płciowych,
- budowę gamety męskiej i przebieg spermatogenezy.

Ludzie są gatunkiem rozmnażającym się płciowo, a rola każdej z płci w tym procesie jest inna. U mężczyzn powstają gamety męskie, czyli plemniki, natomiast u kobiet – gamety żeńskie, czyli komórki jajowe. Istotą rozmnażania płciowego jest zapłodnienie – połączenie się plemnika z komórką jajową. To wtedy powstaje nowy organizm. Za tworzenie gamet u obu płci jest odpowiedzialny układ rozrodczy. Układ ten u każdej z płci pełni też inne, specyficzne dla niej funkcje. W dalszej części tekstu skupimy się na budowie i funkcjach męskiego układu rozrodczego oraz na męskich cechach płciowych.

Czym są cechy płciowe?

Cechy płciowe to cechy ciała, którymi mężczyźni i kobiety różnią się od siebie. Podzielono je na pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowe. Pierwszorzędowymi cechami płciowymi są **gonady**, czyli narządy odpowiedzialne za wytwarzanie gamet męskich lub żeńskich. Do drugorzędowych cech płciowych należą pozostałe narządy rozrodcze (płciowe). Trzeciorzędowe cechy płciowe to inne, niezwiązane bezpośrednio z rozrodem cechy charakterystyczne danej płci. Zaliczamy do nich np. odmienne proporcje ciała, różnicę w wysokości głosu czy obecność lub brak zarostu.

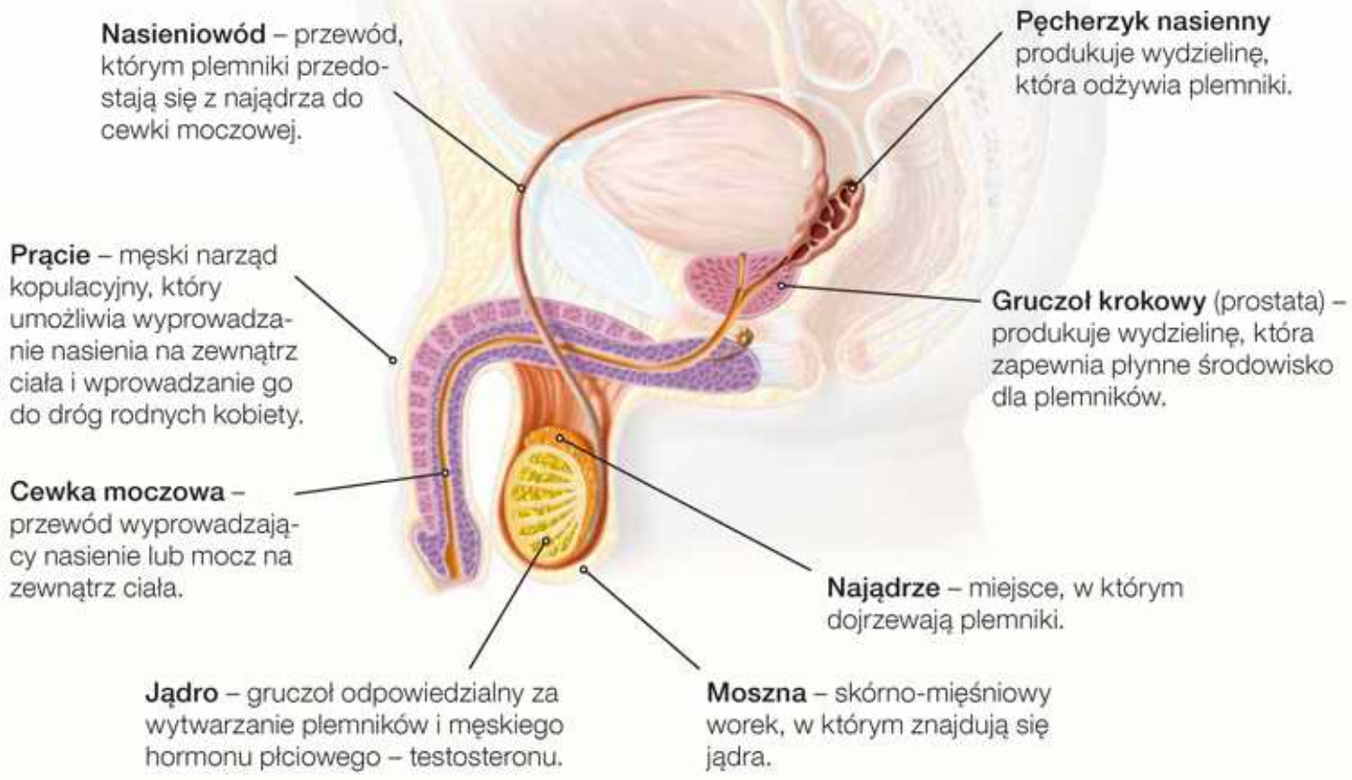
Męskie cechy płciowe

Męskie cechy płciowe to charakterystyczne cechy budowy ciała mężczyzny.



Budowa i funkcje męskiego układu rozrodczego

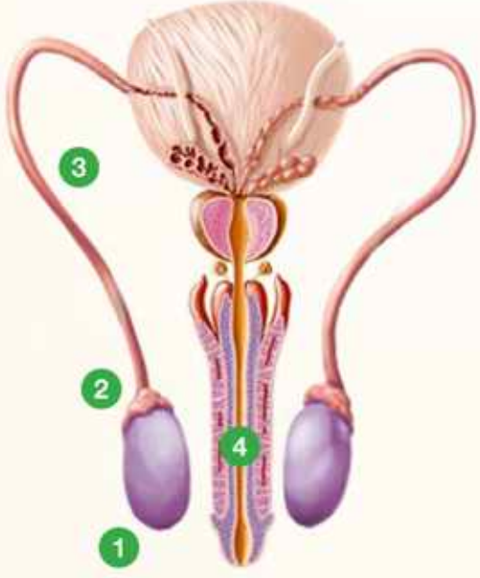
W męskim układzie rozrodczym występują narządy rozrodcze zewnętrzne i wewnętrzne. Do **narządów rozrodczych zewnętrznych** zaliczamy prącie i mosznę. **Narządy rozrodcze wewnętrzne** to: jądra, najądrza, nasieniowody, gruczoł krokowy (prostata), pęcherzyki nasienne oraz znajdująca się w prąciu cewka moczowa, która jest wspólną częścią układu rozrodczego i układu moczowego.



Funkcje męskiego układu rozrodczego

Główną funkcją męskich narządów rozrodczych jest produkcja i odżywianie plemników, magazynowanie ich oraz ostatecznie – wprowadzenie do dróg rodnych kobiety.

1. Plemniki powstają w jądrach. Na tym etapie nie są one jednak dojrzałe, a więc zdolne do zapłodnienia komórki jajowej.
2. Z jąder plemniki są transportowane do najądrzy. Tam dojrzewają, m.in. uzyskują pełną ruchliwość. W najądrzach plemniki są też magazynowane do momentu **ejakulacji** (wytrysku).
3. Podczas ejakulacji plemniki są uwalniane z najądrzy do nasieniowodów, którymi są kierowane do cewki moczowej. Podczas tej drogi płyn zawierający plemniki jest wzbogacany o wydzieliny pęcherzyków nasiennych i gruczołu krokowego. W ten sposób powstaje **nasienie**.
4. Cewką moczową nasienie wydostaje się z ciała mężczyzny do wnętrza dróg rodnych kobiety. Proces ten nazywamy **zaplemnieniem**.



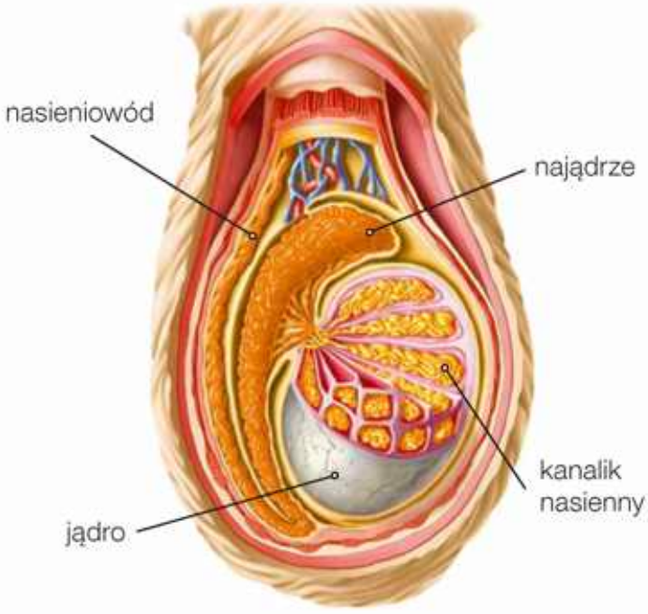
Budowa i funkcja gonad męskich – jąder

Jądra są zbudowane z segmentów, wewnątrz których znajdują się liczne, długie i poskręcane kanaliki nasienne. W ścianach **kanalików nasiennych** powstają **plemniki**, które są głównym składnikiem **nasienia** (spermy). Poza plemnikami nasienie zawiera wydzieliny gruczołów dodatkowych – **pęcherzyków nasiennych** i **prostaty**. W wydzielinie pęcherzyków nasiennych znajdują się m.in. białka zasadowe i fruktoza. Białka nadają nasieniu odpowiednie, lekko zasadowe pH, a fruktoza stanowi substancję odżywczą dla plemników. Z kolei wydzielina gruczołu krokowego zawiera enzymy, które upłynniają nasienie, co umożliwia plemnikom ruch.

Jądra wytwarzają i wydzielają męskie hormony płciowe, m.in. **testosteron**. Testosteron bezpośrednio wpływa na proces wytwarzania plemników. Stymuluje też rozwój pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych męskich cech płciowych.

Proces wytwarzania testosteronu jest kontrolowany przez podwzgórze i przysadkę. **Podwzgórze** wydziela hormony pobudzające **przysadkę** do wydzielenia jej własnych hormonów – gonadotropin. Gonadotropiny natomiast stymulują jądra do wytwarzania testosteronu.

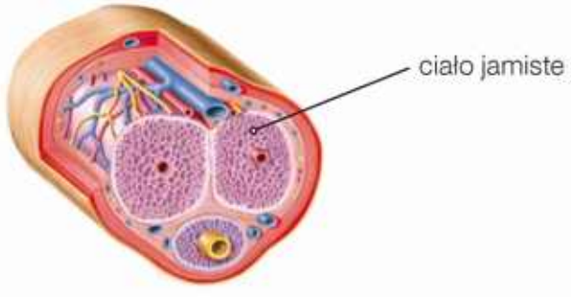
Budowa jądra



W jaki sposób prącie umożliwia dostarczanie plemników do organizmu kobiety?

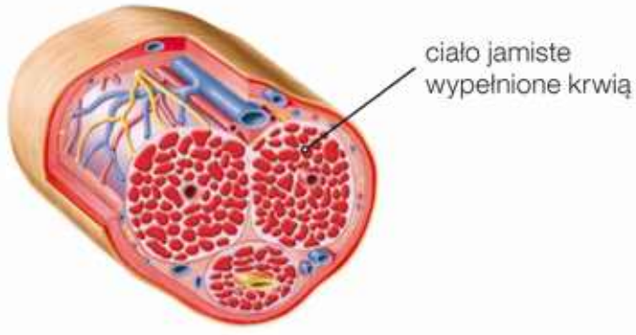
Prącie jest zbudowane z ciał jamistych – cylindrycznych struktur, które zawierają specjalną tkankę przypominającą strukturą gąbkę. Podczas aktu płciowego tkanka ta wypełnia się krwią. To sprawia, że dochodzi do **erekcji** prącia (staje się ono sztywne), dzięki czemu możliwe jest wprowadzenie nasienia do dróg płciowych kobiety.

Przekrój przez prącie w stanie spoczynku



W stanie spoczynku prącia ciała jamiste nie są wypełnione krwią.

Przekrój przez prącie podczas erekcji



Podczas wzwodu ciała jamiste wypełniają się krwią, przez co prącie staje się sztywne.

Powstawanie plemników

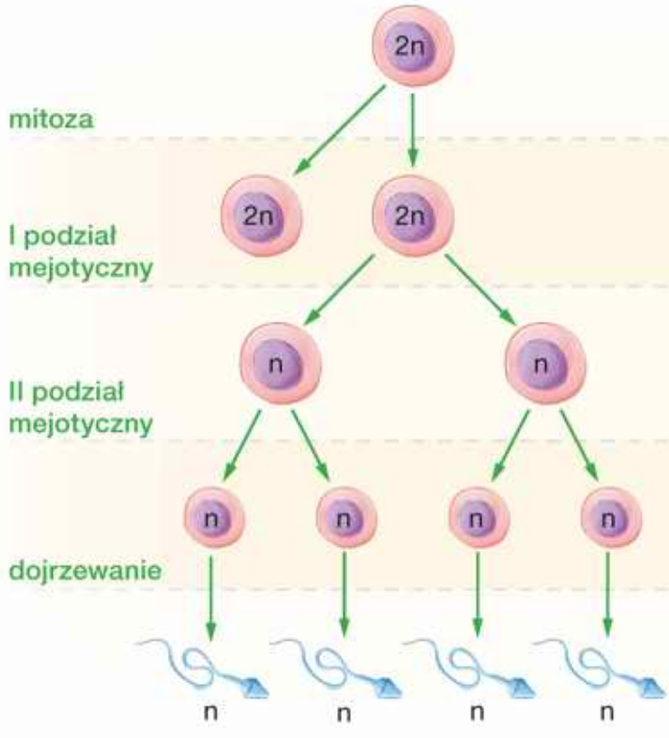
Proces powstawania plemników nazywamy **spermatogenezą**. Jak już wiesz, zachodzi on w jądrach. Po raz pierwszy do spermatogenezy dochodzi w okresie dojrzewania, gdy mężczyzna osiąga dojrzałość płciową. Od tego momentu proces ten trwa nieprzerwanie przez wiele lat.

Przyjrzyjmy się teraz bliżej przebiegowi spermatogenezy. W ścianach kanalików nasiennych obecne są komórki macierzyste gamet – **spermatogonia**. Komórki te są diploidalne, czyli podobnie jak inne komórki ciała człowieka mają 46 chromosomów – podwójny zestaw chromosomów, oznaczany symbolem 2n. Spermatogonia dzielą się mitotycznie, co umożliwia ciągłość zachodzenia spermatogenezy. Część komórek potomnych przechodzi kolejne podziały mitotyczne, a część przemieszcza się w kierunku światła kanalika nasiennego i przekształca w **spermatocyty I rzędu**. Spermatocyty I rzędu mają także 46 chromosomów i są diploidalne.

Przechodzą one **mejozę**, która składa się z dwóch etapów: pierwszego i drugiego podziału mejotycznego. W wyniku pierwszego podziału mejotycznego powstają dwa **spermatocyty II rzędu**. Mają one o połowę zredukowaną liczbę chromosomów, czyli 23 chromosomy. Są haploidalne, co oznacza, że mają pojedynczy zestaw chromosomów oznaczany symbolem 1n. Na tym etapie spermatogenezy każdy z chromosomów jest zbudowany z dwóch chromatyd. Spermatocyty II rzędu przechodzą następnie drugi podział mejotyczny, podczas którego chromatydy są rozdzielane na pojedyncze chromosomy i każdy z nich wędruje do odrębnych komórek potomnych – **spermatyd**. W ten sposób z jednego diploidalnego spermatocytu I rzędu powstają cztery haploidalne spermatydy.

Następnie spermatydy przekształcają się w **plemniki**. W procesie tym m.in. tracą większość cytozolu i organelli komórkowych oraz wykształcają struktury umożliwiające poruszanie się.

Przebieg spermatogenezy



Spermatogonium to diploidalna komórka macierzysta plemników. Dzieli się ona mitotycznie.

Spermatocyt I rzędu to komórka diploidalna, która ulega pierwszemu podziałowi mejotycznemu.

Spermatocyt II rzędu to komórka haploidalna, która ulega drugiemu podziałowi mejotycznemu.

Spermatydy to komórki powstałe w wyniku mejozy. Różnicują się one w plemniki.

Plemniki to dojrzałe gamety męskie.

Spermatogeneza trwa ok. 74 dni od rozpoczęcia podziału mejotycznego.

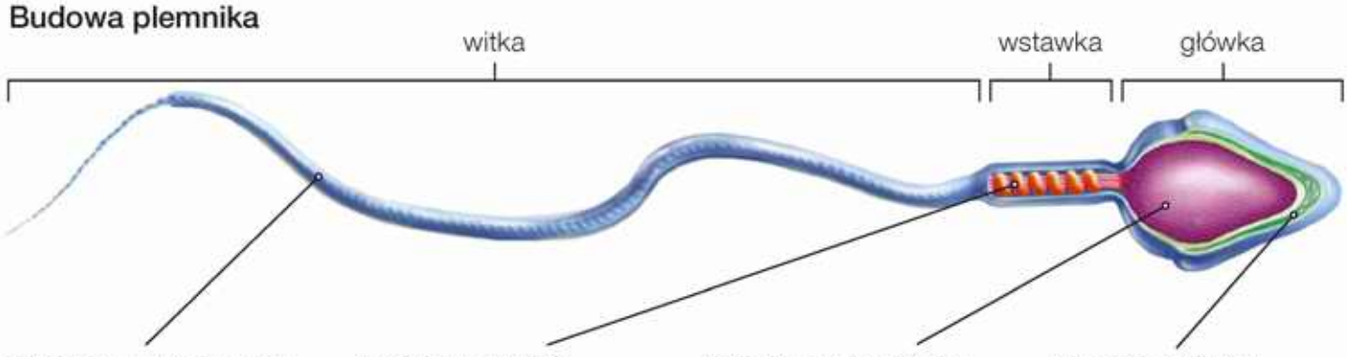
Budowa plemnika

Plemnik składa się z trzech części:

- **witki**, która umożliwia ruch;
- **wstawki**, w której znajdują się liczne mitochondria – zachodzące w nich oddychanie komórkowe dostarcza energii, niezbędnej m.in. do wykonywania ruchu przez witkę;
- **główki**, która zawiera jądro komórkowe z materiałem genetycznym.

Na szczycie główki plemnika znajduje się **akrosom**. Jest to struktura, która zawiera enzymy zdolne do trawienia osłonek otaczających komórkę jajową, co umożliwia zapłodnienie.

Budowa plemnika



Witka porusza się, dzięki czemu plemnik może się przemieszczać.

Wstawka zawiera mitochondria, które wytwarzają ATP niezbędny do ruchu witki.

Główka zawiera jądro komórkowe z haploidalnym zestawem chromosomów (1n = 23).

Akrosom zawiera enzymy, które pozwalają główce plemnika wniknąć do komórki jajowej.

W skrócie

- Główną funkcją układu rozrodczego jest umożliwianie **rozmnażania płciowego**.
- Do **wewnętrznych męskich narządów rozrodczych** zaliczamy:
  - **jądra**, w których są wytwarzane plemniki oraz męskie hormony płciowe, m.in. testosteron,
  - **najądrza**, gdzie plemniki dojrzewają i są magazynowane,
  - **nasieniowody**, które wyprowadzają plemniki z najądrzy do cewki moczowej,
  - **prostatę** i **pęcherzyki nasienne**, których wydzieliny wzbogacają nasienie,
  - **cewkę moczową**, która wyprowadza nasienie na zewnątrz organizmu mężczyzny.
- Do **zewnętrznych męskich narządów rozrodczych** zaliczamy **prącie**, które umożliwia wyprowadzanie nasienia na zewnątrz ciała i wprowadzanie go do dróg rodnych kobiety, oraz **moszną**, w której znajdują się jądra.
- Proces wytwarzania plemników, czyli **spermatogeneza**, zachodzi w jądrach. Jest on pobudzany przez męski hormon płciowy – **testosteron**.
- W wyniku spermatogenezy z jednej komórki macierzystej powstają **cztery plemniki** o **zredukowanej o połowę** ilości materiału genetycznego.

Polecenia kontrolne

1. Przedstaw drogę, którą pokonują plemniki od miejsca ich wytworzenia do ujścia cewki moczowej.
2. Określ, dlaczego jądra można nazwać zarówno gonadami, jak i narządami wydzielania wewnętrznego.
3. Opisz przebieg spermatogenezy. W odpowiedzi uwzględnij zmiany ilości DNA w komórkach.
4. Na podstawie dwóch dowolnych cech budowy plemnika uzasadnij, że jest on komórką przystosowaną do pełnienia swojej funkcji.

12.2. Budowa i funkcje żeńskich narządów rozrodczych

Zwróć uwagę na:

- budowę i funkcje poszczególnych części żeńskiego układu rozrodczego,
- funkcje żeńskich hormonów płciowych,
- budowę gamety żeńskiej oraz przebieg oogenezy,
- rolę syntetycznych żeńskich hormonów płciowych w regulacji cyklu menstruacyjnego.

Żeński układ rozrodczy różni się budową od męskiego układu rozrodczego. Wynika to przede wszystkim z odmiennych funkcji, które żeński układ rozrodczy pełni w procesie rozmnażania – to właśnie w organizmie kobiety dochodzi do zapłodnienia, a potem do rozwoju zarodka i płodu. Żeńskie narządy rozrodcze są również przystosowane do porodu, czyli wydawania na świat potomstwa. Jednak mimo różnic w budowie obu układów rozrodczych – męskiego i żeńskiego – można zauważyć pewne podobieństwa pełnionych przez nie funkcji. Oba układy m.in. wytwarzają gamety oraz hormony płciowe.

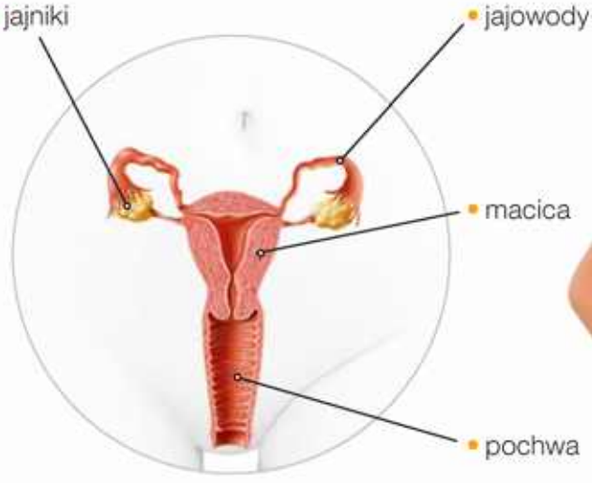


W ciele kobiety zachodzi rozwój młodego organizmu od momentu zapłodnienia aż do porodu.

Żeńskie cechy płciowe

Żeńskie cechy płciowe, tak jak męskie cechy płciowe, dzielimy na pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowe.

Pierwszorzędowe żeńskie cechy płciowe:



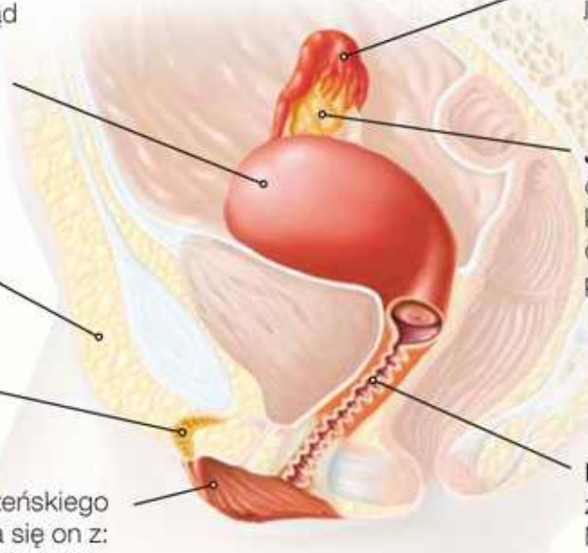
Drugorzędowe żeńskie cechy płciowe:

Trzeciorzędowe żeńskie cechy płciowe:



Budowa i funkcje żeńskiego układu rozrodczego

Żeński układ rozrodczy jest zbudowany z zewnętrznych i wewnętrznych narządów rozrodczych. Do **zewnętrznych narządów rozrodczych** zaliczamy srom, który tworzą: wzgórek łonowy, łechtaczka oraz wargi sromowe. Do **wewnętrznych narządów rozrodczych** należą: jajniki, jajowody, macica i pochwa.



Macica – umięśniony narząd wysłany błoną śluzową, w którym zachodzi rozwój zarodka, a potem – płodu.

Jajowód – przewód łączący jajnik z macicą.

Jajnik – gruczoł odpowiedzialny za wytwarzanie komórek jajowych oraz produkcję żeńskich hormonów płciowych – estrogenów.

wzgórek łonowy

łechtaczka

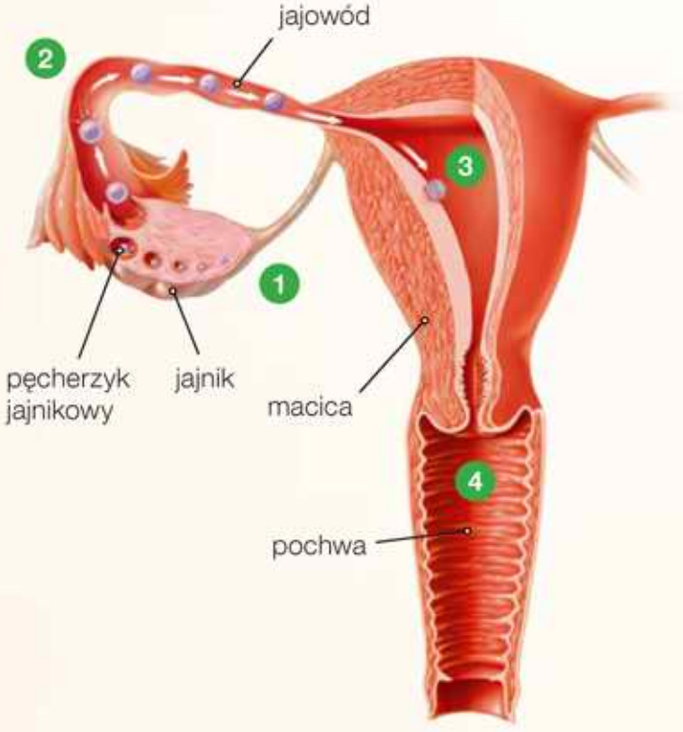
Srom – zewnętrzna część żeńskiego układu rozrodczego. Składa się on z: warg sromowych większych i mniejszych, wzgórka łonowego oraz łechtaczki. Srom wraz z przedsionkiem pochwy ochrania wejście do macicy.

Pochwa – przewód łączący macicę ze środowiskiem zewnętrznym. Ma ona umięśnione ściany, a jej wnętrze jest wysłane błoną śluzową. Za jej pośrednictwem do żeńskiego układu rozrodczego jest wprowadzane nasienie mężczyzny.

Funkcje żeńskiego układu rozrodczego

Do najważniejszych funkcji żeńskiego układu rozrodczego należą wytwarzanie komórek jajowych oraz stwarzanie dogodnych warunków do ich zapłodnienia, a następnie rozwoju zarodka i płodu.

1. W jajnikach znajdują się pęcherzyki jajnikowe, z których każdy zawiera niedojrzałą komórkę płciową. Podczas cyklu menstruacyjnego dochodzi do rozwoju jednego pęcherzyka – obecna w nim komórka płciowa dojrzewa i zostaje uwolniona do światła jajowodu. Proces uwalniania komórek jajowych do jajowodu nazywamy **owulacją**.
2. Jeśli w jajowodzie jest obecne męskie nasienie, może dojść do **zapłodnienia**. W efekcie tego procesu powstaje **zygota**, która następnie rozwija się w **zarodek**. Jeśli nie dojdzie do zapłodnienia, komórka jajowa obumiera i zostaje usunięta z organizmu kobiety.
3. W macicy dochodzi do zagnieżdżenia się zarodka i jego dalszego rozwoju.
4. Pochwa to kanał, przez który podczas porodu dziecko zostaje wydane na świat.

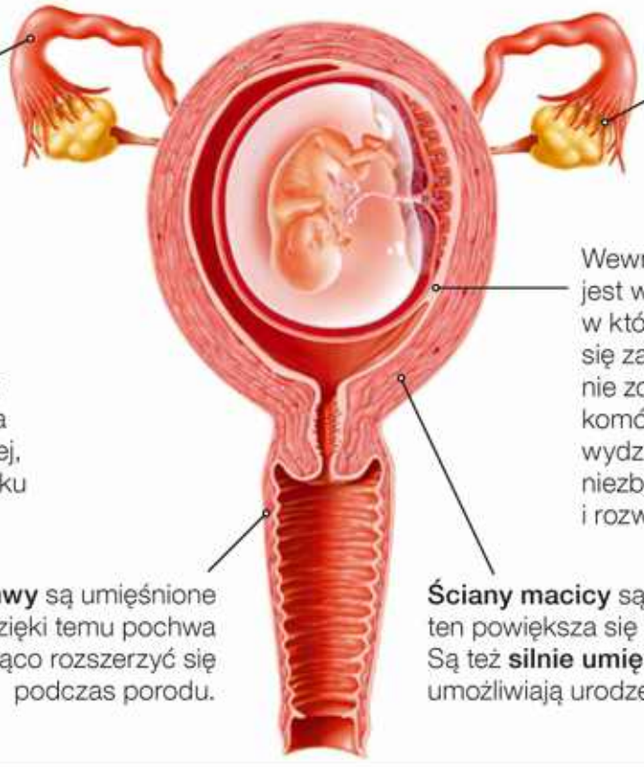


Jak żeński układ rozrodczy jest przystosowany do ciąży i porodu?

Budowa żeńskiego układu rozrodczego jest ściśle związana z wydawaniem potomstwa na świat. Przystosowania poszczególnych narządów do pełnienia tej funkcji możesz prześledzić na poniższej ilustracji.



Powierzchnia jajowodu jest wyścielona **orzęsionym nabłonkiem**. Ruchy rzęsek tego nabłonka pozwalają na przesuwanie komórki jajowej, a później zarodka, w kierunku macicy.



Jajowód ma palczaste wypustki, które ułatwiają wprowadzenie komórki jajowej do jego wnętrza.

Wewnętrzna powierzchnia **macicy** jest wyścielona **błoną śluzową**, w której dochodzi do zagnieżdżenia się zarodka. Dodatkowo, dopóki nie zostanie wykształcone łożysko, komórki błony śluzowej macicy wydzielają składniki odżywcze niezbędne zarodkowi do wzrostu i rozwoju.

Ściany pochwy są umięśnione i rozciągliwe. Dzięki temu pochwa może znacząco rozszerzyć się podczas porodu.

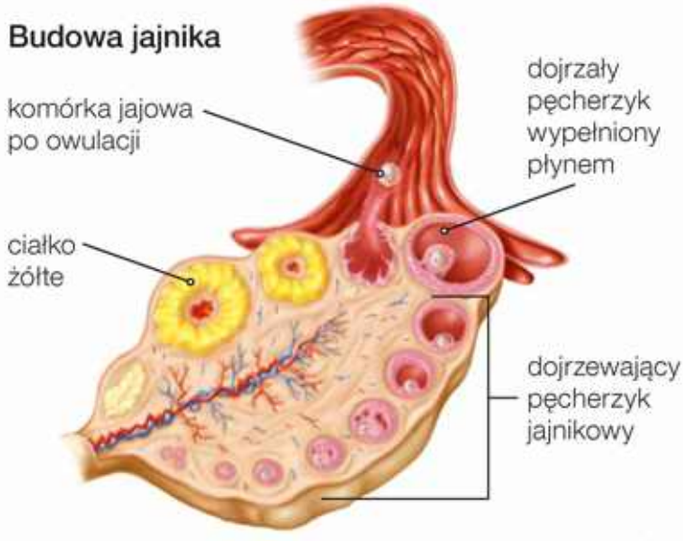
Ściany macicy są rozciągliwe, ponieważ narząd ten powiększa się wraz z rosnącym płodem. Są też **silnie umięśnione** – ich skurcze umożliwiają urodzenie dziecka.

Budowa i funkcje gonad żeńskich – jajników

W gonadach żeńskich, czyli jajnikach, występują **pęcherzyki jajnikowe**, wewnątrz których znajdują się niedojrzałe komórki płciowe. W trakcie cyklu miesiączkowego dochodzi do rozwoju jednego pęcherzyka. Obecna w nim komórka płciowa dojrzewa i jest uwalniana do światła jajowodu. Po jej uwolnieniu pęcherzyk jajnikowy przekształca się w **ciałko żółte**. Funkcją tej struktury jest wydzielanie żeńskiego hormonu płciowego – **progesteronu**.

W jajnikach zachodzi również synteza żeńskich hormonów płciowych – **estrogenów** – oraz w mniejszej ilości także **progesteronu**. Produkcja tych hormonów jest stymulowana przez działalność wydzielniczą **podwzgórza** i **przysadki**. Za sprawą hormonów pobudzających produkowanych przez podwzgórze przysadka wydziela hormony gonadotropowe: **hormon folikulotropowy (FSH)** oraz **hormon luteinizujący (LH)**. Oba te związki stymulują cykliczne dojrzewanie pęcherzyków jajnikowych oraz pobudzają jajniki do wytwarzania żeńskich hormonów płciowych. Zarówno hormony przysadki, jak i hormony jajników kontrolują prawidłowy przebieg cyklu miesiączkowego kobiety.

Budowa jajnika



Powstawanie komórek jajowych

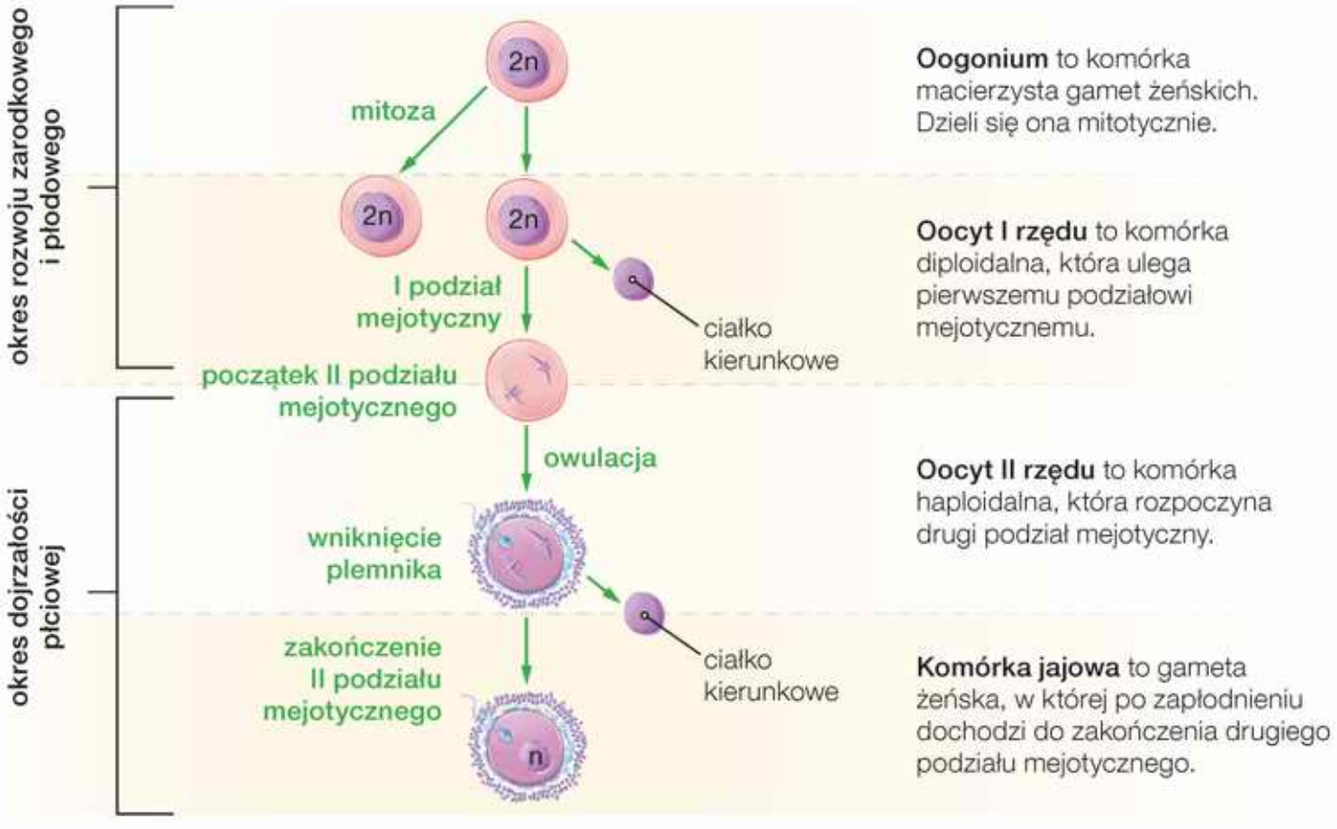
Proces powstawania komórek jajowych nazywamy **oogenezą**. Jak już wiesz, zachodzi on w jajnikach. Prześledźmy poszczególne etapy oogenezy, zaczynając od pojedynczej komórki macierzystej gamet żeńskich – **oogonium**.

Oogonium – tak jak reszta diploidalnych komórek człowieka – ma w swoim jądrze komórkowym 46 chromosomów (podwójny zestaw chromosomów, 2n). Na etapie życia zarodkowego kobiety oogonia przechodzą podziały mitotyczne, które pozwalają na zwiększenie ich ilości. Następnie, podczas rozwoju płodowego, komórki te przekształcają się w **oocyty I rzędu**. Rozpoczynają one **pierwszy podział mejotyczny**, który zostaje zatrzymany na początkowym etapie – dalszy ciąg podziału będzie mieć miejsce dopiero po uzyskaniu przez kobietę dojrzałości płciowej.

Wraz z nadejściem okresu dojrzewania jeden z oocytów I rzędu wznawia pierwszy podział mejotyczny. W jego wyniku powstaje **oocyt II rzędu**, który ma 23 chromosomy. Jest on więc komórką haploidalną i zawiera pojedynczy zestaw chromosomów (1n). Każdy z tych chromosomów jest zbudowany z dwóch chromatyd. Oocyt II rzędu **rozpoczyna drugi podział mejotyczny**, jednak on także zostaje zatrzymany na określonym etapie. Aby doszło do zakończenia podziału, niezbędne jest zapłodnienie. Oznacza to, że uwalniana podczas owulacji komórka jajowa jest jeszcze niedojrzała. Dopiero po wniknięciu do niej plemnika następuje dokończenie drugiego podziału mejotycznego i staje się ona dojrzałą **komórką jajową**. Komórka jajowa jest haploidalna, a każdy z jej chromosomów jest zbudowany z jednej chromatydy.

W wyniku podziału mejotycznego oocytu I rzędu powstają: jedna haploidalna komórka jajowa oraz mniejsze komórki potomne, które nazywamy **ciałkami kierunkowymi**. Zawierają one znikome ilości cytoplazmy i ulegają szybko degradacji.

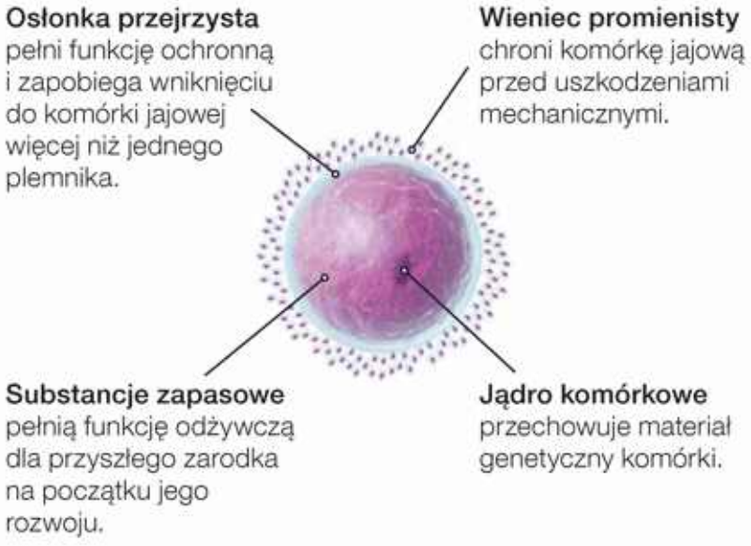
Przebieg oogenezy



Od momentu osiągnięcia dojrzałości płciowej organizm kobiety wytwarza jedną gametę żeńską na miesiąc.

Budowa komórki jajowej

Komórka jajowa nie ma zdolności ruchu i w porównaniu z innymi komórkami jest duża – można ją zobaczyć nieuzbrojonym okiem. W cytozolu tej komórki znajdują się substancje zapasowe oraz wszystkie niezbędne organelle komórkowe, które umożliwią rozwój przyszłemu zarodkowi. Komórka jajowa ma też – podobnie jak plemnik – pojedynczy zestaw chromosomów.



Przebieg cyklu menstruacyjnego

Cykl menstruacyjny (cykl miesiączkowy) to zespół cyklicznych i zależnych od siebie przemian zachodzących w organizmie kobiety, związanych z dojrzewaniem i uwalnianiem komórek jajowych. Po raz pierwszy cykl ten uruchamia się w momencie uzyskania przez kobietę dojrzałości płciowej. Wtedy zaczynają dojrzewać pęcherzyki jajnikowe, w których rozwijają się komórki jajowe. Proces ten powtarza się co miesiąc aż do wystąpienia **menopauzy**, czyli **okresu przekwitania**, po którym produkcja oocytów zostaje zatrzymana.

Cykl menstruacyjny trwa zwykle ok. 28 dni, ale może być on o kilka dni dłuższy lub krótszy. Można go podzielić na trzy fazy: fazę menstruacyjną, fazę pęcherzykową i fazę lutealną.

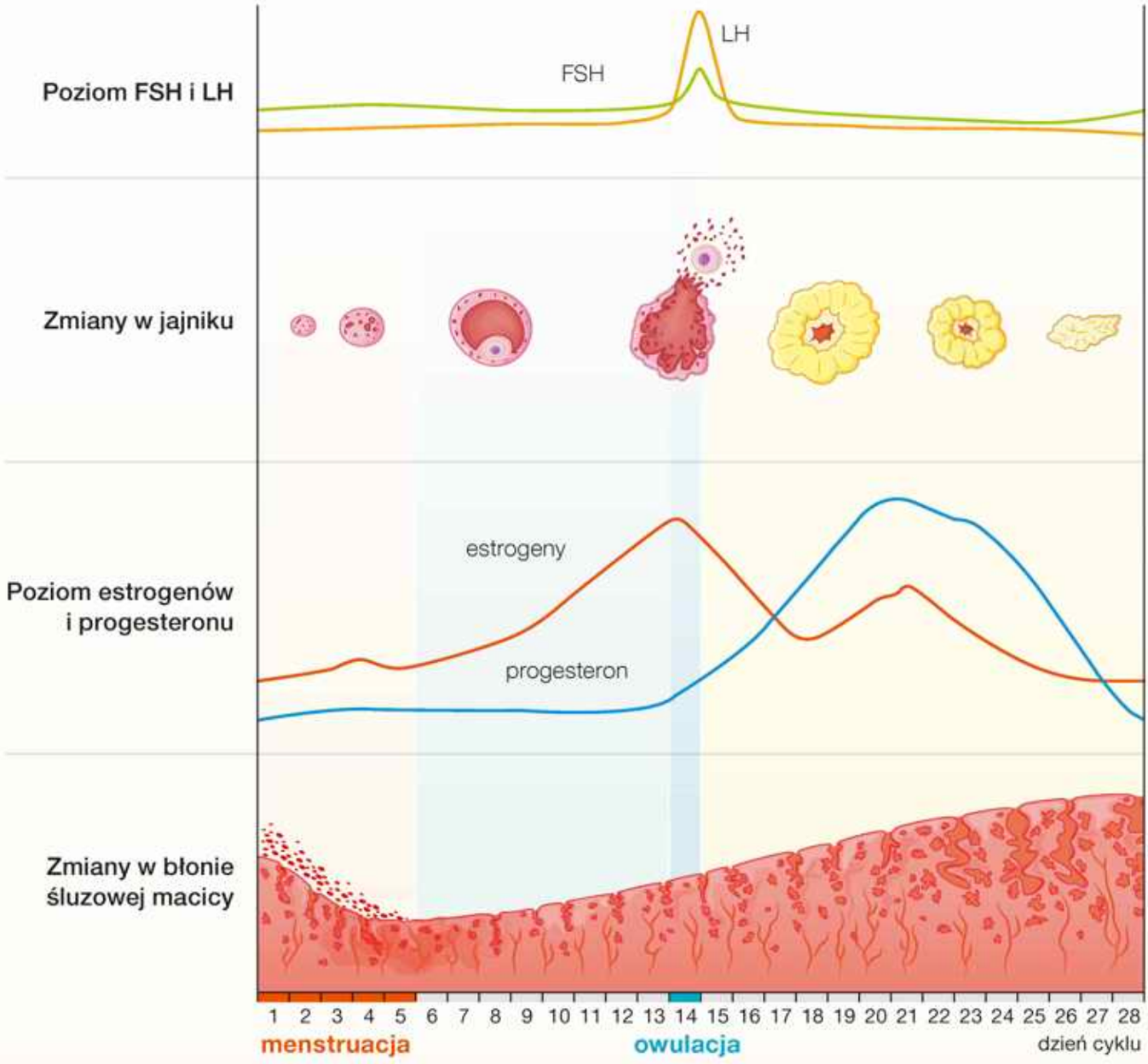
Faza menstruacyjna trwa od 1. do ok. 5. dnia cyklu. Podczas tego etapu następuje **krwawienie miesiączkowe** (menstruacja, miesiączka). Zachodzi ono w wyniku obumierania i złuszczania się błony śluzowej macicy, która rozbudowała się podczas poprzedniego cyklu. Wraz z obumarłą tkanką przez drogi rodne jest też usuwana krew. W tym samym czasie przysadka zaczyna wydzielać FSH, który stymuluje **rozwój pęcherzyków jajnikowych**.

Faza pęcherzykowa zachodzi między 6. a 14. dniem cyklu, po ustaniu krwawienia. W tym czasie jeden z pęcherzyków jajnikowych dojrzewa i zaczyna wytwarzać **estrogeny**. Dzięki temu następuje odbudowa i pogrubienie błony śluzowej macicy. Estrogeny pobudzają także **przysadkę** do wydzielania **LH**. W ok. 14. dniu cyklu wysoki poziom LH i FSH powoduje **owulację**. Uwolniona wtedy niedojrzała komórka jajowa (oocyt II rzędu) jest zdolna do zapłodnienia. Jeśli do niego nie dojdzie, komórka ta ulega degradacji.

Faza lutealna zachodzi między 15. a 28. dniem cyklu. W jej trakcie pozostałości po pękniętym pęcherzyku jajnikowym przekształcają się w **ciałko żółte**, które rozpoczyna produkcję **progesteronu**. Hormon ten powoduje dalsze pogrubianie się błony śluzowej macicy, dzięki czemu jest ona gotowa na przyjęcie zarodka i utrzymanie ewentualnej ciąży. Jeśli doszło do zapłodnienia, cykl menstruacyjny na pewien czas się zatrzymuje. W drogach rodnych kobiety następuje rozwój zarodka, a następnie – płodu. Jeśli natomiast nie doszło do zapłodnienia, ciałko żółte zanika, przez co poziom progesteronu spada. Powoduje to obumieranie i złuszczanie się nabłonka macicy i rozpoczęcie się kolejnego cyklu menstruacyjnego.

Cykl menstruacyjny

Jak już wiesz, cykl menstruacyjny składa się z trzech faz, podczas których w ciele kobiety zachodzą liczne zmiany. Zmiany te możesz prześledzić na poniższym schemacie.



Faza menstruacyjna

(1.–ok. 5. dzień cyklu)

W fazie tej następuje:

- złuszczanie się błony śluzowej macicy, co powoduje krwawienie z dróg rodnych,
- wydzielanie FSH przez przysadkę, co pobudza pęcherzyk jajnikowy do dojrzewania.

Faza pęcherzykowa

(ok. 6.–14. dzień cyklu)

W fazie tej następuje:

- dojrzewanie pęcherzyka jajnikowego, który wytwarza estrogeny,
- pogrubienie błony śluzowej macicy oraz wydzielanie LH przez przysadkę,
- owulacja, wynikająca ze szczytowo wysokich poziomów FSH i LH.

Faza lutealna

(ok. 15.–28. dzień cyklu)

W fazie tej następuje:

- powstanie (z pękniętego pęcherzyka) ciałka żółtego wydzielającego progesteron, który powoduje dalsze pogrubianie się błony śluzowej macicy,
- przy braku ciąży – stopniowe zanikanie ciałka żółtego, co powoduje spadek poziomu progesteronu.

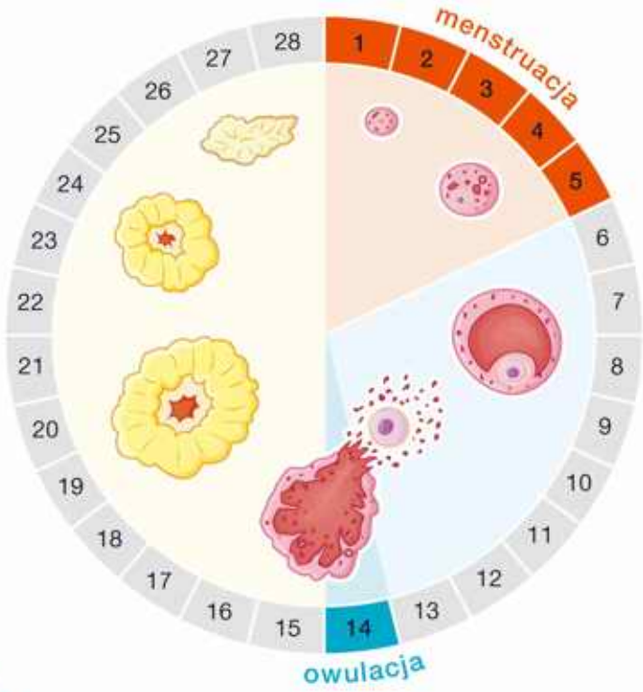
Regulacja cyklu menstruacyjnego

Cykl menstruacyjny jest regulowany przez układ nerwowy i układ hormonalny. Ośrodki zlokalizowane w obrębie **kory mózgu** wpływają na funkcję wydzielniczą **podwzgórza**, stymulując lub hamując wydzielanie przez nie hormonów pobudzających **przysadkę** do wydzielania **hormonu folikulotropowego** (FSH) i **hormonu luteinizującego** (LH). Oba hormony przysadki regulują szereg procesów zachodzących w jajnikach i nabłonku wyścielającym macicę – m.in. pobudzają jajniki do wydzielania **estrogenów** i **progesteronu**. Estrogeny działają z kolei hamująco na podwzgórze i przysadkę, co reguluje ich funkcje wydzielnicze.

Ponieważ na funkcjonowanie podwzgórza mają wpływ ośrodki zlokalizowane w korze mózgu, cykl menstruacyjny może zostać zaburzony lub nawet – zatrzymany przez silne przeżycia emocjonalne. Z tego względu, aby układ rozrodczy kobiety funkcjonował prawidłowo, musi ona również dbać o higienę psychiczną.

Rola syntetycznych żeńskich hormonów płciowych w regulacji cyklu menstruacyjnego

Syntetyczne żeńskie hormony płciowe to estrogeny i progesteron wytwarzane przez przemysł farmaceutyczny. Mogą być one stosowane w przypadku wystąpienia zaburzeń cyklu menstruacyjnego, m.in. wtedy, gdy cykle są nieregularne lub dochodzi do ich zatrzymania, a także w przypadku zbyt długiego i obfitego krwawienia miesiączkowego. Syntetyczne żeńskie hormony płciowe stosuje się również m.in. jako hormonalną terapię zastępczą w okresie menopauzy czy w antykoncepcji hormonalnej.



Prawidłowy cykl menstruacyjny trwa ok. 28 dni, z czego na pierwsze 4–6 dni przypada krwawienie miesiączkowe. Jeśli krwawienie trwa zbyt długo lub nie pojawia się wcale, należy skonsultować się z lekarzem ginekologiem.



Należy pamiętać, że źle dobrana dawka leku hormonalnego może zaburzyć funkcjonowanie organizmu. Dlatego stosowanie preparatów hormonalnych powinno nastąpić dopiero po konsultacji z lekarzem.

Zespół napięcia przedmiesiączkowego

Bliżej życia

Zespół napięcia przedmiesiączkowego (PMS, ang. *premenstrual syndrome*) to różne objawy fizyczne i psychiczne, które występują u niektórych kobiet w fazie lutealnej cyklu (czyli przed kolejną menstruacją). Do objawów tych należą: chwiejność emocjonalna, uczucie niepokoju, lęk oraz zmniejszona koncentracja. Część kobiet odczuwa także bóle podbrzusza, bóle głowy i piersi.



Podczas PMS warto stosować m.in. ciepłe okłady na obolałe miejsca, przyjmować leki rozkurczowe i przeciwbólowe, jak również dbać o odpowiednią ilość snu oraz dostarczanie organizmowi odpowiedniej ilości płynów.

W skrócie

- Do **zewnętrznych żeńskich narządów rozrodczych** zaliczamy srom, który pełni funkcje ochronne. Srom jest zbudowany ze **wzgórka łonowego**, **warg sromowych** i **łechtaczki**.
- Do **wewnętrznych żeńskich narządów rozrodczych** zaliczamy:
  - **jajniki**, które wytwarzają gamety żeńskie (komórki jajowe) oraz wydzielają żeńskie hormony płciowe,
  - **jajowody**, które transportują komórkę jajową i zarodek w kierunku macicy,
  - **macicę**, w której dochodzi do rozwoju zarodka, a potem płodu,
  - **pochwę**, za pośrednictwem której do organizmu kobiety dostaje się nasienie oraz przez którą dziecko wydostaje się na świat.
- Proces powstawania komórek jajowych, czyli **oogeneza**, zachodzi w jajnikach.
- W wyniku oogenezy, na drodze podziału mejotycznego, z jednej diploidalnej **komórki macierzystej gamet żeńskich (oogonium)** powstaje **jedna komórka jajowa** o zredukowanej o połowę ilości materiału genetycznego.
- Cykl miesięczny dzielimy na trzy fazy: fazę menstruacyjną, fazę pęcherzykową i fazę lutealną. Jest on regulowany przez hormony przysadki: **hormon folikulotropowy (FSH)** i **hormon luteinizujący (LH)** oraz hormony wydzielane przez jajniki: **estrogeny** i **progesteron**.

Polecenia kontrolne

1. Opisz budowę i funkcje poszczególnych narządów żeńskiego układu rozrodczego.
2. Przedstaw wpływ estrogenów na organizm kobiety.
3. Porównaj oogenezę ze spermatogenezą. Podaj podobieństwa i różnice między tymi procesami.
4. Opisz budowę komórki jajowej. Podaj funkcje, które pełnią poszczególne jej elementy.

12.3. Rozwój człowieka

Zwróć uwagę na:
- etapy rozwoju osobniczego (ontogenezę) człowieka,
- przebieg ciąży oraz funkcje błon płodowych i łożyska,
- znaczenie badań prenatalnych,
- skutki wydłużającego się okresu starości.

W ciągu życia cały czas się rozwijamy – zmienia się nasza budowa anatomiczna i fizjologia, a także – psychika. Rozwój ten zachodzący od początku życia organizmu aż do jego śmierci nazywamy **ontogenezą**. Dzieli się on na dwa główne okresy:

- **rozwój prenatalny**, zachodzący wewnątrz ciała matki,
- **rozwój postnatalny**, trwający od urodzenia do śmierci.

Największe zmiany w naszym organizmie zachodzą jeszcze podczas rozwoju prenatalnego, gdy z jednej komórki rozwija się organizm zawierający wszystkie układy narządów. Po urodzeniu następują kolejne fazy wzrostu i rozwoju, które prowadzą do osiągnięcia dojrzałości – zdolności do rozmnażania się, a następnie – starości.

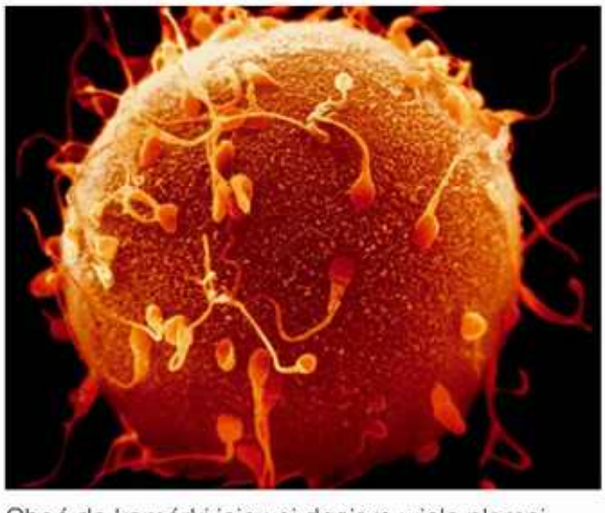
Zapłodnienie – początek nowego życia

Życie każdego człowieka rozpoczyna się w momencie **zapłodnienia**, czyli połączenia się komórki jajowej z plemnikiem. Wówczas niedojrzała komórka jajowa (oocyt II-rzędu) kończy zatrzymany wcześniej drugi podział mejotyczny. W wyniku połączenia się jąder komórkowych plemnika i komórki jajowej powstaje **zygota** – pierwsza komórka nowego organizmu.

Do zapłodnienia dochodzi zwykle w rozszerzonej części jajowodu, którą nazywamy bańką jajowodu. Aby tam dotrzeć, plemniki muszą pokonać drogę o długości ok. 18 cm. W jej trakcie, w wyniku działania enzymów znajdujących się w wydzielinach dróg rodnych kobiety, stają się zdolne do zapłodnienia.

Tylko jeden wygrywa!

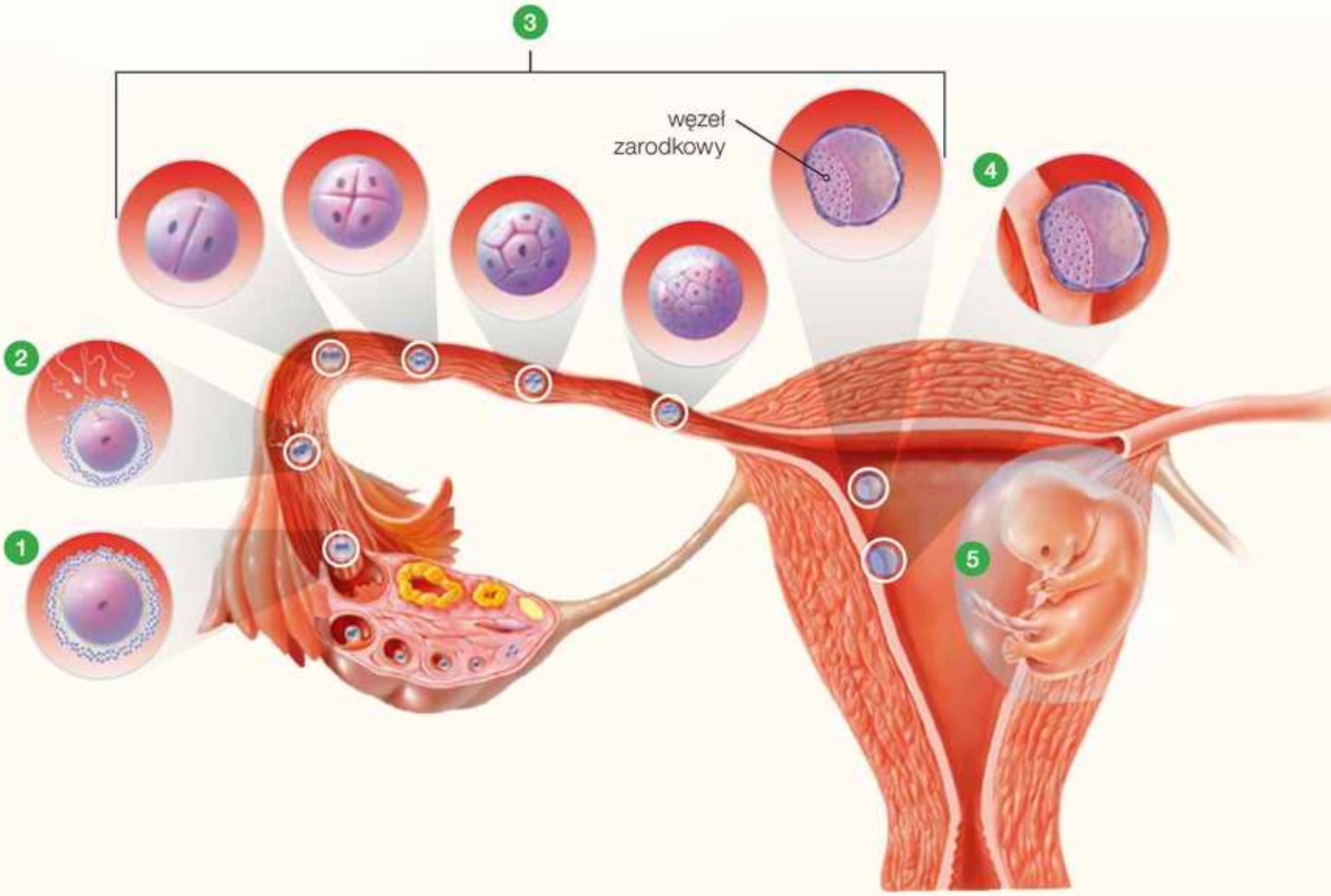
W jednej porcji nasienia może znajdować się nawet ponad 200 mln plemników, jednak tylko ok. 200 z nich dociera do miejsca zapłodnienia. Po drodze część plemników ginie w niesprzyjającym im kwaśnym środowisku pochwy. W ten sposób są usuwane m.in. plemniki nieprawidłowo wykształcone, martwe lub nieruchliwe. W macicy i jajowodzie plemniki przemieszczają się głównie dzięki skurczom mięśni tych narządów. Ich transport ułatwiają też ruchy rzęsek nabłonka jajowodu. Komórkę jajową (oocyt II rzędu) zapładnia tylko jeden plemnik. Dzięki temu zygota ma diploidalną liczbę chromosomów.



Choć do komórki jajowej dociera wiele plemników, może być ona zapłodniona tylko przez jeden z nich. Po wniknięciu do cytoplazmy komórki jajowej główki jednego plemnika, osłonka przejrzysta staje się nieprzepuszczalna dla pozostałych.

Rozwój zarodkowy i płodowy

Okres prenatalny człowieka trwa ok. 40 tygodni i dzielimy go na dwa główne etapy: **rozwój zarodkowy** i **rozwój płodowy**. Rozwój zarodkowy trwa od momentu zapłodnienia do ok. 8. tygodnia życia. Po nim następuje rozwój płodowy trwający aż do chwili narodzin. Zmiany zachodzące w okresie prenatalnym możesz prześledzić na poniższej ilustracji.



1. W trakcie owulacji jest uwalniana niedojrzała komórka jajowa (oocyt II rzędu).
2. Zapłodnienie następuje zwykle w ciągu 24 godz. od owulacji. W jego wyniku powstaje zygota.
3. Kolejne podziały mitotyczne zygoty prowadzą do powstania **blastocysty**, czyli pęcherzyka wypełnionego płynem. Część komórek blastocysty tworzy węzeł zarodkowy, z którego rozwija się ciało zarodka.
4. Około ósmego dnia od zapłodnienia następuje **zagnieżdżenie** (implantacja zarodka).
5. Pod koniec **drugiego miesiąca zarodek** ma ok. 3 cm długości, wykształcone zawiązki narządów, widoczne zarysy oczu i nosa, a także palców dłoni i stóp. Jego serce zaczyna bić.

Rozwój zarodkowy

6 Pod koniec **trzeciego miesiąca** płód ma ok. 10 cm długości oraz wykształcony układ nerwowy i układ mięśniowy. Reaguje na bodźce i porusza kończynami. Można już określić jego płeć.



7 Pod koniec **szóstego miesiąca** płód ma ok. 30 cm długości. Jego szkielet kostnieje i dojrzewają narządy wewnętrzne. Dziecko rozpoznaje głos matki, a ona wyczuwa jego ruchy.



8 W **dziewiątym miesiącu** ciąży płód jest zdolny do samodzielnego życia poza organizmem matki. Ma zwykle ok. 50 cm długości i waży ok. 3,5 kg. Pod koniec czterdziestego tygodnia następuje poród.

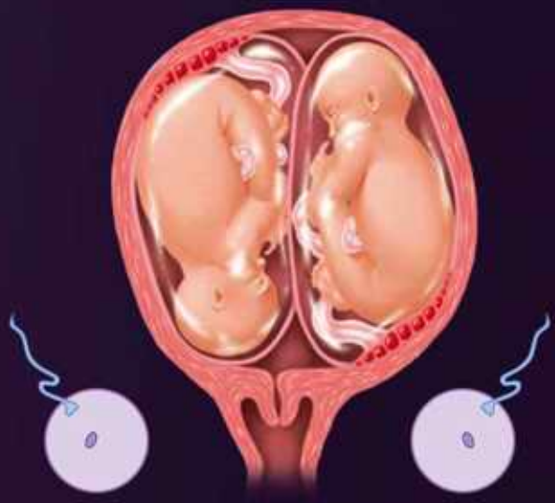


Dlaczego czasami rodzą się bliźnięta?

Niekiedy zarodek we wczesnym etapie dzieli się na dwie części, dając początek dwóm niezależnym zarodkom – powstają wtedy **bliźnięta jednojajowe**. Mają one identyczny materiał genetyczny, dlatego są tej samej płci, wyglądają prawie identycznie, często mają też podobne cechy charakteru. Bliźnięta mogą również powstać wtedy, gdy u kobiety dojrzeją jednocześnie dwie komórki jajowe, które zostaną zapłodnione w tym samym lub zbliżonym czasie. W takiej sytuacji mówimy o **bliźniętach dwujajowych**, które mogą się znacznie od siebie różnić, np. mogą być różnej płci.



Bliźnięta jednojajowe powstają z tej samej zygoty.

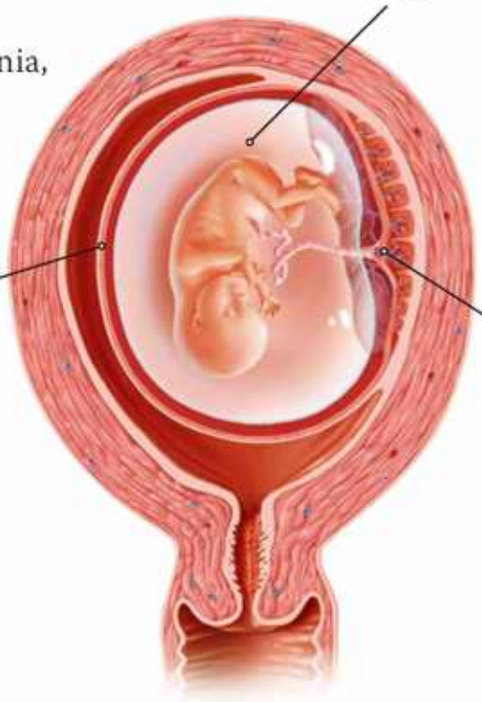


Bliźnięta dwujajowe powstają z dwóch różnych zygot.

Błony płodowe

Od około ósmego dnia od momentu zapłodnienia zarodek zaczyna wytwarzać błony płodowe. Są to: omocznia, owodnia oraz kosmówka.

Owodnia wydziela specjalny płyn owodniowy (tzw. wody płodowe), w którym rozwija się zarodek, a później płód. Płyn ten m.in. amortyzuje wstrząsy i ułatwia dziecku wykonywanie ruchów.



Kosmówka pośredniczy w wymianie substancji między matką a dzieckiem. Tworzą ją wypustki, zwane kosmkami. Wraz ze śluzówką macicy bierze ona udział w tworzeniu łożyska.

Omocznia uczestniczy w tworzeniu naczyń krwionośnych występujących w pępowinie.

Budowa błon płodowych.

Czym jest łożysko?

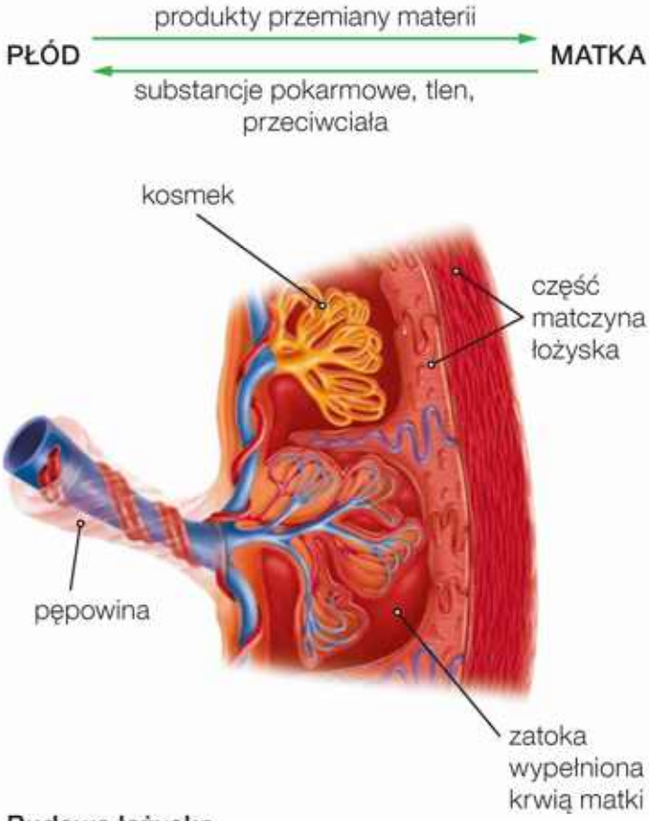
Łożysko jest wspólnym narządem matki i dziecka. Powstaje ono z kosmówki oraz błony śluzowej macicy i jest połączone z płodem za pomocą **pępowiny**.

Do głównych funkcji łożyska należy:

- umożliwianie wymiany substancji pomiędzy ciałem matki a ciałem dziecka,
- wydzielanie hormonów niezbędnych do prawidłowego przebiegu ciąży, m.in. progesteronu, gonadotropiny kosmówkowej oraz estrogenów,
- ochrona dziecka przed przenikaniem do jego organizmu szkodliwych substancji i drobnoustrojów chorobotwórczych.

Matka za pomocą łożyska przekazuje dziecku tlen, składniki odżywcze oraz przeciwciała zapewniające odporność. Z ciała dziecka do organizmu matki przez łożysko są odprowadzane zbędne produkty przemiany materii, takie jak mocznik czy dwutlenek węgla.

Łożysko nie stanowi całkowicie szczelnej bariery – mogą przez nie przenikać substancje psychoaktywne obecne w używkach, np. alkohol czy nikotyna, a także niektóre wirusy, takie jak HIV i wirus różyczki. Dlatego w czasie ciąży bardzo ważne są właściwa higiena osobista oraz kontrolne wizyty u lekarza.



Budowa łożyska.

Zmiany w organizmie kobiety w okresie ciąży

Podczas ciąży w organizmie kobiety zachodzi wiele zmian. Są one niezbędne, aby dziecko miało odpowiednie środowisko do rozwoju oraz aby przygotować dziecko i kobietę do porodu. W tym czasie m.in.:

- macica powiększa się wraz ze wzrostem i rozwojem dziecka,
- wzrasta masa ciała kobiety,
- powiększają się gruczoły mlekowe, co sprawia, że piersi kobiety stają się większe,
- zwiększa się wydolność serca i układu oddechowego, dzięki czemu dziecko otrzymuje odpowiednią ilość składników pokarmowych i tlenu,
- powiększają się nerki,
- występują zmiany hormonalne, m.in. wzrasta stężenie progesteronu oraz prolaktyny.

Czynniki wpływające na przebieg ciąży

Do czynników wpływających na przebieg ciąży i prawidłowy rozwój dziecka należą m.in.:

- dieta matki,
- stosowanie przez matkę używek i leków,
- samopoczucie psychiczne matki, np. długotrwały stres,
- mikroorganizmy chorobotwórcze,
- działanie promieniowania, np. rentgenowskiego i UV,
- zanieczyszczenie środowiska.

W okresie ciąży kobieta ma **zwiększone zapotrzebowanie energetyczne** oraz **zwiększone zapotrzebowanie na składniki pokarmowe**, w tym składniki mineralne i witaminy. Ich niedobór może prowadzić do zaburzenia rozwoju dziecka. Na przykład niedobór kwasu foliowego może prowadzić do powstania u płodu wad układu nerwowego, a niedobór witaminy D_3 może spowodować m.in. nieprawidłowości w rozwoju serca i układu szkieletowego.

Kolejne czynniki, które wpływają na rozwój dziecka, to stosowanie przez matkę **używek**, np. alkoholu i tytoniu, oraz **zażywanie niektórych leków**. Może to prowadzić do wystąpienia u dziecka wad wrodzonych, a nawet do poronienia.

Kobieta w ciąży powinna również unikać **sytuacji stresowych**, ponieważ stres, zwłaszcza długotrwały, zaburza homeostazę organizmu matki, a tym samym zagraża właściwemu przebiegowi ciąży. Dlatego w tym okresie ważne jest wsparcie bliskich.

Równie ważne jest unikanie sytuacji, w których może dojść do zakażenia **mikroorganizmami chorobotwórczymi** oraz **wirusami**. Do szczególnie niebezpiecznych zaliczamy: wirusa różyczki, HIV, wirusa ospy wietrznej oraz protista wywołującego toksoplazmozę – chorobę, która poważnie upośledza układ nerwowy płodu.

Kobieta spodziewająca się dziecka powinna ograniczyć także kontakt z niektórymi rodzajami promieniowania, np. **promieniowaniem rentgenowskim** i **promieniowaniem UV**, ponieważ mają one działanie mutagenne i mogą uszkodzić płód.

Na rozwój dziecka wpływa też zanieczyszczenie środowiska, np. toksyczne substancje i pyły znajdujące się w powietrzu. Mogą one powodować m.in. zaburzenia rozwoju układu nerwowego i układu oddechowego.



Podczas ciąży ważna jest umiarkowana aktywność fizyczna, np. wykonywanie specjalnych ćwiczeń.

Alkohol w ciąży? Nie!

Bliżej życia

Picie nawet niewielkich ilości alkoholu przez kobietę w ciąży może doprowadzić do nieprawidłowego rozwoju dziecka. Alkohol jest bowiem silną toksyną – niszczy komórki nerwowe dziecka oraz połączenia pomiędzy nimi. Może też spowodować wystąpienie u dziecka FAS, czyli alkoholowego zespołu płodowego (ang. Fetal Alcohol Syndrome). U dzieci z FAS występują m.in. niedobory wzrostu i masy ciała oraz nieprawidłowości w budowie twarzy. Często mają one również wady narządów wewnętrznych, problemy z poruszaniem się oraz zaburzenia funkcjonowania ośrodkowego układu nerwowego.



Czym są badania prenatalne?

Do badań prenatalnych zaliczamy różnorodne badania, które pozwalają ustalić, czy wzrost i rozwój dziecka w łonie matki przebiegają prawidłowo. Dzięki nim można wykryć m.in. występujące u dziecka wady rozwojowe oraz rozpocząć leczenie (niekiedy operacyjne) już w okresie życia płodowego. Badania prenatalne umożliwiają również wykrycie chorób genetycznych dziecka.

Jednym z najważniejszych badań prenatalnych jest nieinwazyjne **badanie ultrasonograficzne** (USG). Do jego wykonania wykorzystuje się ultradźwięki, które odbijają się od płodu i innych struktur. Lekarz, na podstawie obrazu uzyskanego na monitorze, może m.in. ocenić prawidłowość rozwoju dziecka, określić jego wiek i płeć oraz sprawdzić, czy ciąża nie jest mnoga. W prawidłowo przebiegającej ciąży badanie USG powinno być wykonane co najmniej trzy razy.

Do badań nieinwazyjnych należą również **badania krwi matki**. Dzięki analizie zawartego w niej DNA dziecka można wykryć niektóre choroby genetyczne płodu.

Przykładem badania inwazyjnego jest **amniopunkcja**. Polega ona na nakłuciu jamy owodni i pobraniu wód płodowych, zawierających złuszczone komórki płodu. Dzięki tej technice diagnostycznej można m.in. sprawdzić, czy płód jest obciążony chorobami genetycznymi. Przeprowadzenie amniopunkcji zaleca się m.in. w sytuacji, gdy kobieta urodziła wcześniej dziecko z wadami wrodzonymi, oraz gdy kobieta ukończyła 35. rok życia.



Obraz uzyskany podczas badania USG. Widoczny zarys ciała dziecka.



Lekarz zwykle kontroluje przebieg amniopukcji dzięki badaniu USG wykonywanemu w tym samym czasie.

Okresy życia człowieka

Rozwój człowieka dzielimy zwykle na osiem okresów. W każdym z nich zmieniają się nasz wygląd oraz zachowanie, a także nabywamy nowe umiejętności.



1 Okres noworodkowy

(od narodzin do końca 1. miesiąca życia)

Noworodek jest w pełni zależny od osób dorosłych – wymaga opieki, pielęgnacji i karmienia.



2 Okres niemowlęcy

(od 2. miesiąca życia)

Niemowlę stopniowo rozwija się ruchowo, pojawiają się u niego zęby mleczne oraz zaczyna wypowiadać pierwsze słowa.





3 Okres poniemowlęcy

(od 2. roku. życia)

Dziecko uczy się wykonywania złożonych czynności, rozwijają się u niego mowa oraz zdolność koncentracji uwagi.



4 Okres dzieciństwa

(od 4. roku życia do rozpoczęcia okresu dojrzewania)

Następuje szybki wzrost i wielostronny rozwój dziecka.



5 Okres dojrzewania

(od ok. 9. –11. roku życia)

Zachodzą gwałtowne zmiany hormonalne, które mogą mieć wpływ na nastrój. Uwidaczniają się też trzeciorzędowe cechy płciowe.



6 Okres dorosłości

(od ok. 18. –25. roku życia)

W tym okresie człowiek osiąga dojrzałość fizyczną, psychiczną i społeczną – m.in. zakłada rodzinę i podejmuje pracę zawodową.

7 Okres przekwitania

(od ok. 45.–55. roku życia)

Zmniejsza się wydzielanie hormonów płciowych – u kobiet prowadzi to do zatrzymania miesiączki, a u mężczyzn do obniżenia zdolności rozrodczych.



8 Okres starości

(od ok. 60–65 roku życia)

Następuje spadek sprawności fizycznej, a czasem też intelektualnej człowieka. Osoby starsze są też bardziej podatne na różne choroby.

Skutki wydłużającego się okresu starości

Postęp cywilizacyjny, dokonujący się zwłaszcza dzięki rozwojowi nauk medycznych i przyrodniczych, w wielu krajach przyczynił się do wydłużenia się okresu starości. To pozytywny efekt, który niesie jednak za sobą liczne negatywne skutki. Należą do nich m.in.:

- większe koszty społeczne związane z koniecznością poszerzenia zakresu pomocy oraz ochrony zdrowia osób w podeszłym wieku,
- konieczność zapewnienia długoterminowej opieki lekarskiej,
- wzrost zapotrzebowania na miejsca w placówkach opiekuńczych i hospicjach oraz zapotrzebowania na wykwalifikowanych pracowników (lekarzy, pielęgniarzy czy rehabilitantów),
- konieczność zapewnienia odpowiedniego poziomu życia osobom starszym, także pod względem finansowym.



Wiele osób starszych odczuwa samotność, dlatego ważne jest, aby pamiętać o utrzymywaniu bliskich relacji, np. w rodzinie.

Negatywne skutki wydłużającego się okresu starości można niwelować dzięki zachęcaniu starszych osób do aktywnego uczestniczenia w życiu społecznym, podtrzymywania więzi z bliskimi oraz zachowywania sprawności intelektualnej i fizycznej – spacery czy spokojna gimnastyka wpływają korzystnie na pracę układu krążenia oraz kości, stawy i mięśnie. Ważna dla podtrzymania zdrowia jest również zbilansowana dieta.

W skrócie

- **Zapłodnienie** to połączenie się komórki jajowej z plemnikiem. Prowadzi ono do powstania **zygoty** – pierwszej komórki nowego organizmu.
- **Ontogeneza**, czyli rozwój osobniczy, obejmuje zarówno zmiany anatomiczne, jak i fizjologiczne i psychiczne zachodzące w organizmie od jego powstania aż do śmierci. Ontogenezę dzielimy na rozwój prenatalny oraz rozwój postnatalny.
- Do **błon płodowych** zaliczamy **kosmówkę**, **owodnię** i **omocznię**.
- **Łożysko** jest wspólnym narządem matki i dziecka. Umożliwia ono wymianę substancji pomiędzy ciałem matki a płodem. Matka za pomocą łożyska przekazuje dziecku tlen, składniki odżywcze i przeciwciała, natomiast dziecko odprowadza zbędne produkty przemiany materii.
- **Badania prenatalne** pozwalają na ocenę przebiegu rozwoju płodu i wykrycie niektórych wad wrodzonych. Ich przykładami są badanie USG, badania krwi matki oraz amniopunkcja.

Polecenia kontrolne

1. Opisz etapy rozwoju prenatalnego człowieka.
2. Określ, jakie substancje są transportowane przez łożysko z organizmu matki do płodu.
3. Podaj dwa argumenty, które przemawiają za wykonywaniem badań prenatalnych.
4. Zaproponuj trzy działania, dzięki którym można ograniczyć negatywne skutki wydłużającego się okresu starości.

12.4. Higiena i choroby układu rozrodczego

Zwróć uwagę na:
- choroby układu rozrodczego człowieka oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki,
- choroby przenoszone drogą płciową i ich profilaktykę.

Dla wielu osób dolegliwości dotyczące układu rozrodczego to trudny i bardzo wstydliwy temat. Jeżeli jednak pojawią się niepokojące objawy związane z tym układem, nie należy zwlekać z wizytą u specjalisty. Wczesna diagnoza i rozpoczęcie leczenia mogą nas uchronić przed poważnymi konsekwencjami, takimi jak niepłodność czy zakażenie partnera. W przypadku chorób nowotworowych mogą znacząco zwiększyć szansę na ich wyleczenie. Należy też pamiętać, że niektórych chorób możemy uniknąć dzięki przestrzeganiu zasad higieny.

Jak dbać o układ rozrodczy?

Jedną z podstawowych zasad związanych z higieną układu rozrodczego jest **codzienne dbanie o czystość zewnętrznych narządów płciowych**. Jeżeli będziemy zaniedbywać tę czynność, mikroorganizmy chorobotwórcze, takie jak bakterie i grzyby, będą mogły się dużo łatwiej rozwijać i powodować infekcje tych części ciała.

Aby właściwie dbać o czystość miejsc intymnych, warto m.in.:
- stosować środki do higieny intymnej, które mają pH odpowiednie dla okolic intymnych oraz nie powodują podrażnienia i przesuszenia;
- nie używać gąbek i myjek, które, jeżeli nie są utrzymywane w odpowiedniej czystości, mogą stać się siedliskiem rozwoju mikroorganizmów chorobotwórczych;
- używać osobnego ręcznika do wycierania okolic intymnych, aby nie przenosić na części intymne bakterii i grzybów z innych części ciała;
- unikać zbyt częstych gorących kąpieli, które mogą powodować przekrwienie i przesuszenie okolic intymnych, co zwiększa prawdopodobieństwo infekcji bakteryjnych i grzybiczych;
- po kąpieli wycierać miejsca intymne do sucha;
- zmieniać codziennie bieliznę.

Niezwykle istotne jest również unikanie ryzykownych zachowań seksualnych, np. przypadkowych kontaktów seksualnych. Prawdopodobieństwo zakażenia podczas stosunku płciowego można też zmniejszyć, stosując prezerwatywy.

W profilaktyce chorób układu rozrodczego bardzo ważne jest także **regularne wykonywanie badań kontrolnych** – dotyczy to zarówno kobiet, jak i mężczyzn. Warto też uważnie przyglądać się swojemu ciału – wszelkie niepokojące objawy, takie jak zmiany na skórze okolic intymnych, ból tych okolic czy wydzielina z pochwy lub cewki moczowej, powinny zostać skonsultowane z lekarzem.



Regularne badania kontrolne pomagają wykryć wiele groźnych chorób układu rozrodczego.

Diagnostyka chorób układu rozrodczego

W diagnostyce chorób układu rozrodczego, a także chorób przenoszonych drogą płciową, stosuje się badania klasyczne, np. obserwacje mikroskopowe, oraz badania nowoczesne, np. testy polegające na wykrywaniu we krwi pacjenta materiału genetycznego wirusów czy mikroorganizmów chorobotwórczych. Do najważniejszych badań pozwalających na wykrycie wielu z tych chorób należą: badanie cytologiczne, USG jamy brzusznej oraz różnorodne badania krwi, służące do wykrywania określonych substancji czy patogenów, których obecność wskazuje na rozwój danego schorzenia.

Badanie cytologiczne

Badanie cytologiczne polega na mikroskopowym obserwowaniu komórek i śluzu wyizolowanych z rozmazu, który pobiera się z przedniej, graniczącej z pochwą, części szyjki macicy. Dzięki temu badaniu specjalista może wykryć wiele chorób, m.in. raka szyjki macicy i zakażenia wirusowe lub bakteryjne, nawet na bardzo wczesnym etapie ich rozwoju.



Dzięki badaniu cytologicznemu można wykryć nieprawidłowe komórki znajdujące się w drogach rodnych kobiety.

USG jamy brzusznej

Badanie ultrasonograficzne pozwala na zobrazowanie narządów należących do układu rozrodczego, m.in. jajników i macicy. Umożliwia ono wykrycie takich nieprawidłowości w budowie tych narządów, jak guzy nowotworowe czy wady rozwojowe.

Badania krwi

Testy krwi mogą być wykonywane mikroskopowo, biochemicznie i genetycznie. Dzięki nim możliwe jest wykrycie wielu różnych chorób. Na przykład testy wykrywające podwyższone stężenie tzw. **markerów nowotworowych** są pomocne podczas ustalania, czy u pacjenta rozwija się nowotwór. **Testy na obecność przeciwciał** wytwarzanych w wyniku kontaktu z patogenem, umożliwiają wykrycie m.in. zakażenia HIV czy kiłą. Z kolei w celu precyzyjnego określenia typu patogenu stosuje się **testy molekularne**, opierające się na izolacji materiału genetycznego danego wirusa czy mikroorganizmu chorobotwórczego. Techniki te są bardzo czułe i wykrywają nawet śladowe ilości materiału genetycznego patogenu. Dzięki temu można rozpocząć terapię nawet na wczesnym etapie zakażenia.

Czy wiesz, że...

Ryzyko zachorowania na nowotwory można określić na podstawie badań genetycznych wykrywających występowanie określonych mutacji. Na przykład występowanie mutacji w genach *BRCA1* oraz *BRCA2* oznacza zwiększone ryzyko wystąpienia raka piersi (ok. 80%) i raka jajnika (ok. 40%). Stwierdzenie, że dana osoba znajduje się w grupie zwiększonego ryzyka, umożliwia podjęcie działań profilaktycznych, np. częstszych badań kontrolnych, dzięki którym możliwe jest wykrycie choroby we wczesnym stadium, gdy prawdopodobieństwo jej wyleczenia jest bardzo duże. Jednym ze sposobów profilaktyki jest też usunięcie piersi (tzw. profilaktyczna mastektomia), a następnie ich odtworzenie.

Mammografia – badanie piersi

Mammografia to badanie, które pozwala ocenić, czy gruczoł mlekowy ma prawidłową strukturę. Polega ono na wykonaniu serii zdjęć rentgenowskich, dzięki którym lekarz może przeanalizować budowę gruczołu. Badanie to umożliwia wykrycie niezłośliwych zmian, takich jak torbiele i cysty, a także guzów o charakterze złośliwym.

W przypadku wykrycia niepokojących zmian w piersi często jest konieczne przeprowadzenie biopsji. Polega ona na pobraniu fragmentu zmienionej tkanki, który następnie jest **badany histopatologicznie**, czyli obserwowany pod mikroskopem. Pozwala to m.in. na ocenę rodzaju zmiany oraz dobranie odpowiedniej terapii.

Badania mammograficzne powinny być wykonywane raz do roku przez kobiety po 50. roku życia oraz kobiety, w których rodzinach występowały nowotwory piersi. Wczesne wykrycie zmian oraz rozpoczęcie leczenia może uchronić kobietę przed usunięciem piersi oraz poważnymi powikłaniami.

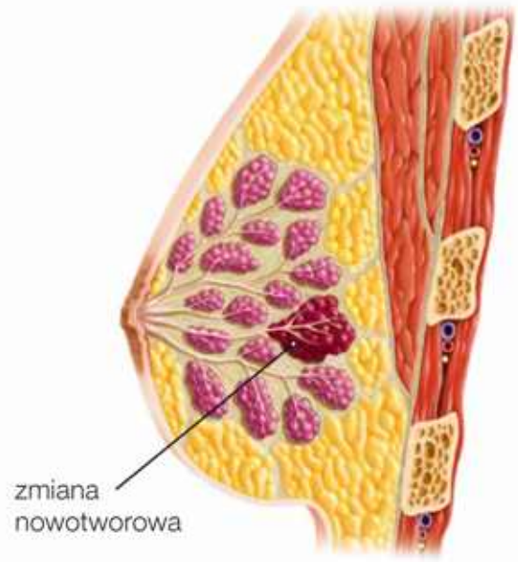


Do przeprowadzenia badania mammograficznego wykorzystuje się urządzenie nazywane mammografem.

To było w szkole podstawowej!

Rak piersi

Rak piersi to nowotwór złośliwy wywodzący się z komórek budujących gruczoł mlekowy. Choroba ta dotyczy głównie kobiet, jednak może wystąpić również u mężczyzn.



- **Przyczyna:** niekontrolowane dzielenie się komórek wywołane zmianami w materiale genetycznym. Na rozwój raka piersi wpływają m.in.:
  - uwarunkowania genetyczne,
  - wiek – ryzyko zachorowania wzrasta wraz z wiekiem,
  - niewłaściwy tryb życia (np. nieprawidłowa dieta, picie alkoholu),
  - stosowanie leków hormonalnych i hormonalnych środków antykoncepcyjnych,
  - otyłość (zwłaszcza w okresie dojrzewania).
- **Profilaktyka:**
  - samobadanie piersi – regularnie wykonywana obserwacja zmian kształtu, położenia i zabarwienia brodawki sutkowej oraz przede wszystkim – zgrubień lub guzków w obrębie obu piersi oraz w okolicy pach,
  - prowadzenie zdrowego stylu życia,
  - regularne konsultacje lekarskie i wykonywanie badań kontrolnych, np. mammografii.

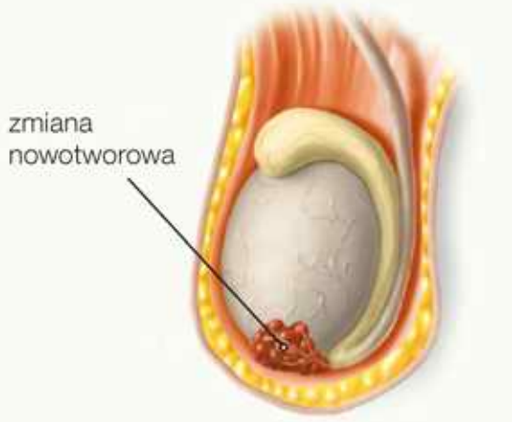
Choroby nowotworowe układu rozrodczego

Do najczęstszych chorób nowotworowych układu rozrodczego mężczyzn należą: **rak jądra** oraz **rak gruczołu krokowego** (rak prostaty). Natomiast u kobiet najczęściej występują: **rak szyjki macicy** i **rak jajnika**.

- **Przyczyny:** zmiany w materiale genetycznym, powodujące niekontrolowane dzielenie się komórek. Na występowanie nowotworów układu rozrodczego wpływają takie czynniki ryzyka, jak: uwarunkowania genetyczne, wiek oraz czynniki środowiskowe, m.in. niewłaściwa dieta i stosowanie używek.

Rak jądra (nowotwór złośliwy jądra)

Nowotwory jąder mogą powstawać ze wszystkich tkanek tworzących jądra. Jednak najczęstszy jest nowotwór powstający z komórek nabłonka plemnikotwórczego, nazywany rakiem jądra. Rak jądra jest najczęściej występującym nowotworem u młodych mężczyzn (w wieku 20–44 lata).



Jądro ze zmianą nowotworową.

- **Profilaktyka:** regularne samobadanie jąder, odpowiednia dieta, niestosowanie używek, unikanie urazów mechanicznych jąder.
- **Objawy:**



powiększenie jądra i moszny



ból brzucha lub okolicy lędźwiowej



uczucie ciężaru w mosznie

Diagnostyka:
- badania USG jąder,
- biopsja i badanie histopatologiczne.

Przerost gruczołu krokowego (prostaty)

Łagodny przerost prostaty dotyczy co drugiego mężczyzny po 55. roku życia. W niektórych przypadkach przerost gruczołu krokowego może prowadzić do rozwoju raka prostaty. Ryzyko wystąpienia raka prostaty wzrasta wraz z wiekiem – najczęściej jest on rozpoznawany ok. 70. roku życia.



prawidłowa prostata



powiększona prostata

- **Profilaktyka:** nie są znane skuteczne metody zapobiegania przerostowi gruczołu krokowego. Zaleca się nielekceważenie początkowych objawów choroby i wykonywanie badań diagnostycznych.
- **Objawy:**



częste oddawanie małych ilości moczu



zmniejszony strumień oddawanego moczu

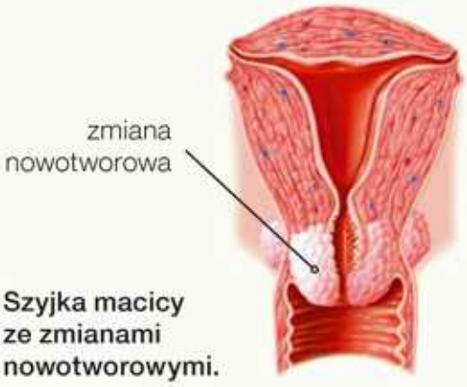


uczucie niecałkowitego opróżnienia pęcherza moczowego

Diagnostyka:
- badanie *per rectum* (przez odbytnicę),
- badanie poziomu antygenu PSA (charakterystycznego m.in. dla raka gruczołu krokowego),
- USG jamy brzusznej.

Rak szyjki macicy

Rak szyjki macicy jest najczęściej występującym nowotworem żeńskiego układu rozrodczego. Wcześnie wykryty jest prawie całkowicie wyleczalny. Zwykle wykrywa się go u kobiet w wieku 40–55 lat, ale mogą na niego zachorować osoby dużo młodsze. Głównym czynnikiem ryzyka rozwoju nowotworu jest przewlekła infekcja wirusem brodawczaka ludzkiego (HPV). Wirus ten powoduje trwałe zmiany w DNA komórek nabłonkowych szyjki macicy, co prowadzi do rozwoju nowotworu.



Szyjka macicy ze zmianami nowotworowymi.

- **Profilaktyka:** regularne wykonywanie badań cytologicznych i ginekologicznych, szczepienie przeciwko wybranym typom HPV, odpowiednia dieta i regularny wysiłek fizyczny.
- **Objawy:**

krwawienia z dróg rodnych poza menstruacją

upławy (nadmierna wydzielina z pochwy) o nieprzyjemnym zapachu

ból podbrzusza i pleców

dłuższe i bardziej obfite miesiączki

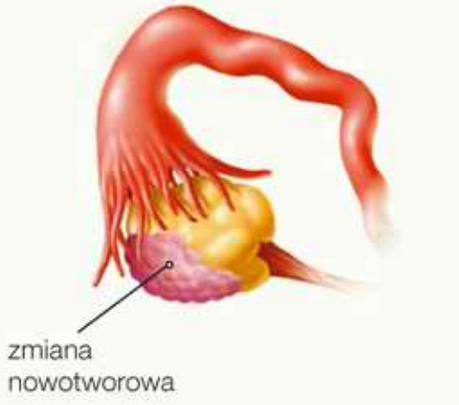


Szczepionka przeciwko HPV, przyjęta zwłaszcza przed rozpoczęciem życia seksualnego, skutecznie chroni przed zakażeniem wybranymi typami tego wirusa.

Diagnostyka:
- USG jamy brzusznej,
- badania ginekologiczne,
- badanie cytologiczne,
- badania krwi (markery nowotworowe).

Rak jajnika

Rak jajnika to nowotwór złośliwy, który często nie daje objawów we wczesnych stadiach. W szybkim tempie tworzy przerzuty – rozprzestrzenia się po innych narządach w jamie brzusznej. Rak jajnika jest trzecim pod względem częstości występowania nowotworem układu rozrodczego kobiet. Ryzyko jego rozwoju wzrasta wraz z wiekiem.



Jajnik ze zmianą nowotworową.

- **Profilaktyka:** regularne wizyty kontrolne u ginekologa, unikanie używek (zwłaszcza palenia papierosów), utrzymywanie odpowiedniej masy ciała.
- **Objawy:**

wzdęcia, uczucie pełności w brzuchu

nieprawidłowe krwawienia z dróg rodnych

uczucie ucisku w miednicy

Diagnostyka:
- badanie USG jamy brzusznej,
- badania ginekologiczne,
- badania krwi (markery nowotworowe).

Choroby przenoszone drogą płciową

Choroby przenoszone drogą płciową (choroby weneryczne) są wywoływane przez chorobotwórcze wirusy oraz mikroorganizmy, takie jak bakterie, protisty lub grzyby.

Kiła

Kiła to choroba bakteryjna, która może powodować poważne uszkodzenia narządów wewnętrznych.

- **Przyczyna:** zakażenie bakterią – krętkiem bladym – podczas kontaktu seksualnego. Bakterie mogą też przeniknąć z ciała matki do organizmu dziecka w czasie ciąży.
- **Profilaktyka:** używanie prezerwatyw oraz unikanie przypadkowych stosunków seksualnych.
- **Objawy:** owrzodzenia na zewnętrznych narządach płciowych, powiększenie węzłów chłonnych, plamista wysypka. W dalszych stadiach – uszkodzenia mózgu, serca i kości.



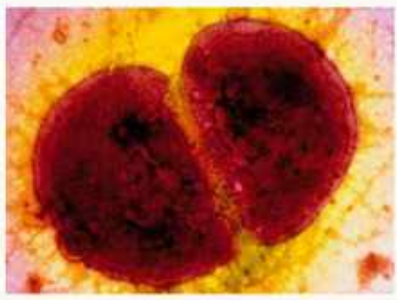
Krętek blady.

Diagnostyka:
– badania krwi wykrywające przeciwciała przeciwko krętkowi blademu.

Rzeżączka

Rzeżączka to choroba bakteryjna – u dorosłych może prowadzić do bezpłodności, u noworodków – do ślepoty.

- **Przyczyna:** zakażenie bakterią dwoinką rzeżączki podczas kontaktu seksualnego. Noworodki mogą zarazić się chorobą od matki w czasie porodu.
- **Profilaktyka:** używanie prezerwatyw, unikanie przypadkowych stosunków seksualnych, badanie kobiet w ciąży pod kątem występowania choroby.
- **Objawy:** u mężczyzn – ból przy oddawaniu moczu, ropny wyciek z cewki moczowej, obrzęk najądrzy, świąd skóry w okolicach narządów płciowych. U kobiet – obfite upławy, świąd skóry w okolicach narządów płciowych, krwawienia z dróg rodnych, bóle brzucha.



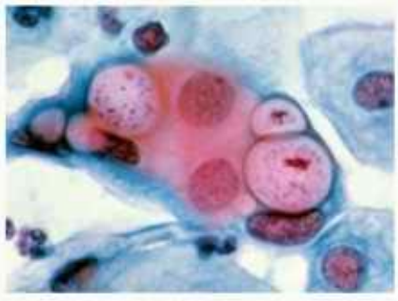
Dwoinka rzeżączki.

Diagnostyka:
– wymaz z cewki moczowej (mężczyźni) lub pochwy (kobiety).

Chlamydioza

Chlamydiozy to jedne z najczęstszych zakażeń przenoszonych drogą płciową.

- **Przyczyna:** zakażenie bakterią *Chlamydia trachomatis* podczas kontaktu seksualnego. Możliwe jest również przeniesienie patogenu z matki na dziecko podczas porodu.
- **Profilaktyka:** używanie prezerwatyw, unikanie przypadkowych stosunków seksualnych.
- **Objawy:** u mężczyzn – wyciek z cewki moczowej, dyskomfort podczas oddawania moczu. U kobiet – obfite upławy, ból podbrzusza, dyskomfort podczas oddawania moczu. U noworodków – zapalenie płuc i infekcja oczu.



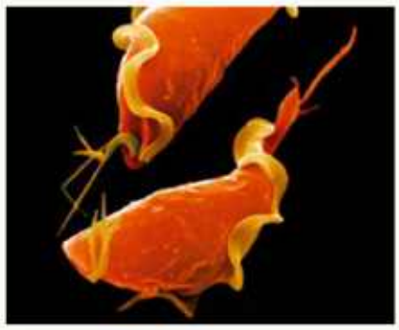
***Chlamydia trachomatis*.**

Diagnostyka:
– wymaz z cewki moczowej lub pochwy,
– badania krwi wykrywające przeciwciała przeciwko *Chlamydia sp.*

Rzęsistkowica

Rzęsistkowica to choroba powodowana przez pasożytnicze protisty. Nieleczona może prowadzić do niepłodności.

- **Przyczyna:** zakażenie protistem – rzęsistkiem pochwowym. Do zakażenia dochodzi w czasie kontaktów seksualnych lub przez przedmioty higieny osobistej.
- **Profilaktyka:** używanie prezerwatyw, unikanie przypadkowych stosunków seksualnych, używanie wyłącznie własnych przedmiotów higieny osobistej.
- **Objawy:** u mężczyzn – zazwyczaj brak objawów, czasami występuje dyskomfort podczas oddawania moczu oraz obrzęk moszny. U kobiet – ból podczas oddawania moczu, świąd i ból pochwy, obfite upławy.



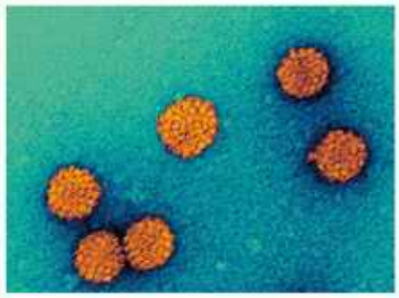
Rzęsistek pochwowy.

Diagnostyka:
- wymaz z cewki moczowej lub pochwy,
- badanie moczu.

Zakażenia wirusem brodawczaka ludzkiego (HPV)

Przewlekła infekcja niektórymi typami wirusa brodawczaka ludzkiego (HPV) może być przyczyną rozwoju raka szyjki macicy oraz raka prącia.

- **Przyczyna:** zakażenie wirusem brodawczaka ludzkiego (HPV). Do zakażenia dochodzi przez stosunek seksualny lub używanie cudzych przedmiotów higieny osobistej i cudzej bielizny.
- **Profilaktyka:** szczepienia ochronne, używanie prezerwatyw, unikanie przypadkowych stosunków seksualnych, używanie wyłącznie własnych przedmiotów higieny osobistej oraz bielizny.
- **Objawy:** zazwyczaj brak objawów. W późnym stadium u kobiet i mężczyzn mogą pojawić się zmiany brodawkowate, świąd i pieczenie okolic intymnych.



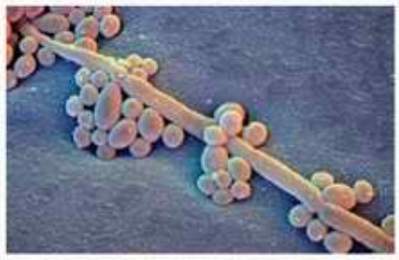
Wirus HPV.

Diagnostyka:
- badania cytologiczne,
- testy molekularne wykrywające obecność materiału genetycznego wirusa.

Grzybice narządów płciowych

Grzybice narządów płciowych są często występującymi chorobami narządów układu rozrodczego.

- **Przyczyna:** zakażenie grzybami chorobotwórczymi – zazwyczaj drożdżakami należącymi do rodzaju *Candida*. Mikroorganizmy te stanowią naturalny element mikroflory organizmu. W przypadku zaburzenia równowagi organizmu (np. w wyniku antybiotykoterapii), grzyby zaczynają intensywnie się rozwijać, co powoduje rozwój choroby.
- **Profilaktyka:** spożywanie probiotyków, odpowiednia higiena narządów płciowych oraz noszenie przewiewnej bielizny.
- **Objawy:** u mężczyzn – zazwyczaj brak objawów, czasami występuje uczucie pieczenia, wysypka oraz białawy nalot na żołędzi prącia. U kobiet – podrażnienie błony śluzowej pochwy, zaczerwienienie i obrzęk zewnętrznych narządów płciowych, świąd, ból i upławy.



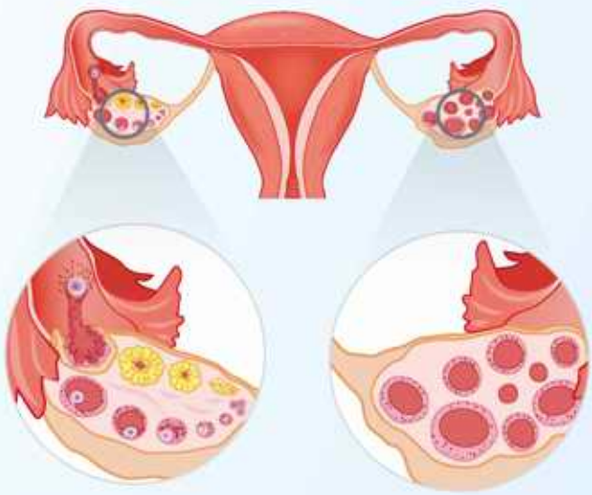
Bielnik biały (*Candida albicans*).

Diagnostyka:
- wymaz z pochwy lub cewki moczowej,
- badanie mykologiczne (w kierunku wykrycia grzybów).

Zespół policystycznych jajników

Bliżej życia

Zespół policystycznych jajników to zaburzenie hormonalne występujące nawet u kilkunastu procent kobiet w okresie rozrodczym. Nieleczony może być przyczyną niepłodności. Jego objawami są: podwyższony poziom androgenów (czyli męskich hormonów płciowych), występowanie licznych torbieli w obrębie jajników oraz zaburzenia cyklu miesiączkowego. Menstruacja u kobiet cierpiących na tę przypadłość zachodzi nieregularnie, a w skrajnych przypadkach nie zachodzi w ogóle. U większości kobiet mających to zaburzenie występuje zjawisko insulinooporności, czyli braku wrażliwości komórek na insulinę, która jest hormonem regulującym poziom glukozy we krwi. Zjawisko to sprzyja rozwojowi cukrzycy typu II. Leczenie zespołu policystycznych jajników opiera się głównie na łagodzeniu objawów i farmakologicznej regulacji insulinooporności oraz cyklu menstruacyjnego.



Jajnik prawidłowy. **Jajnik policystyczny.**

U kobiet chorych na zespół policystycznych jajników rozwój komórek płciowych w jajnikach nie zachodzi prawidłowo, co może być przyczyną niepłodności.

W skrócie

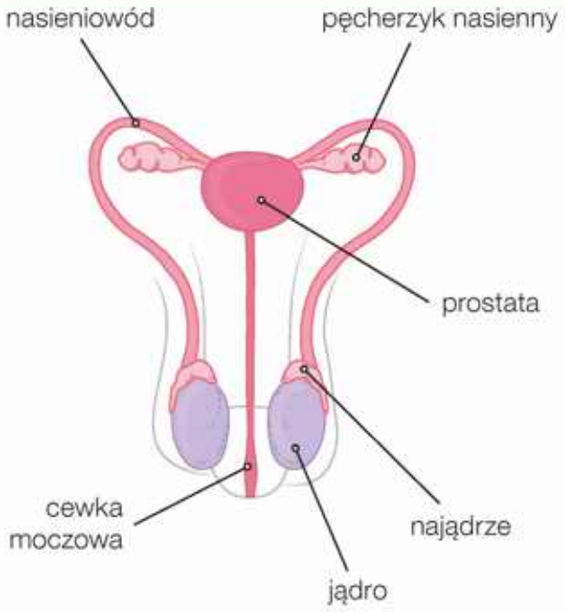
- Do **chorób układu rozrodczego** należą m.in.: **choroby nowotworowe**, takie jak rak szyjki macicy, rak jądra i rak jajnika, a także przerost gruczołu krokowego, który może skutkować rozwojem raka gruczołu krokowego (prostaty).
- Do **chorób przenoszonych drogą płciową** należą m.in.: **kiła**, **rzeżączka**, **chlamydioza**, **rzęsistkowica**, **zakażenia HPV** oraz **grzybice narządów płciowych**.
- Ogólne zasady profilaktyki chorób układu rozrodczego to: odpowiednia dieta, rezygnacja z używek, regularna aktywność fizyczna, obserwacja własnego ciała, samobadanie piersi lub jąder oraz regularne badania kontrolne.
- Do ogólnych zasad profilaktyki chorób przenoszonych drogą płciową należą: odpowiednia higiena okolic intymnych, używanie prezerwatyw, unikanie przypadkowych stosunków seksualnych, obserwacja własnego ciała oraz badania profilaktyczne.

Polecenia kontrolne

1. Opisz metody diagnostyczne, które pozwalają na wykrycie chorób nowotworowych układu rozrodczego.
2. Podaj trzy przykłady działań profilaktycznych, które pomagają ustrzec się przed chorobami przenoszonymi drogą płciową.
3. Wymień przyczyny i objawy czterech wybranych chorób przenoszonych drogą płciową.
4. Sformułuj trzy zalecenia, których przestrzeganie pozwala zachować odpowiednią higienę okolic intymnych.

Podsumowanie

1 Budowa męskiego i żeńskiego układu rozrodczego

Męski układ rozrodczy	Żeński układ rozrodczy
narządy zewnętrzne	
• prącie • moszna	• srom (wzgórek łonowy, wargi sromowe większe i mniejsze, łechtaczka)
narządy wewnętrzne	
	

2 Funkcje męskich i żeńskich narządów rozrodczych

Funkcje męskich narządów rozrodczych	
Jądra	Wytwarzają plemniki i męski hormon płciowy – testosteron.
Najądrza	Są miejscem dojrzewania i magazynowania plemników.
Nasieniowody	Doprowadzają plemniki z najądrzy do cewki moczowej.
Cewka moczowa	Wyprowadza nasienie (lub mocz) na zewnątrz ciała.
Prącie	Wyprowadza nasienie na zewnątrz ciała i umożliwia wprowadzenie go do dróg rodnych kobiety.
Pęcherzyk nasienny	Produkuje wydzielinę, która odżywia i pobudza plemniki do ruchu.
Gruczoł krokowy	Produkuje wydzielinę, która odżywia plemniki i zapewnia im płynne środowisko.
Funkcje żeńskich narządów rozrodczych	
Jajniki	Wytwarzają komórki jajowe i żeńskie hormony płciowe – estrogeny.
Jajowody	Umożliwiają przemieszczanie się komórki jajowej do macicy.
Macica	Zapewnia odpowiednie warunki do rozwoju zarodka, a następnie płodu.
Pochwa	Umożliwia wprowadzenie nasienia do organizmu kobiety i wydostanie się noworodka na zewnątrz ciała kobiety.

3 **Cykl menstruacyjny (cykl miesiączkowy)** – zespół cyklicznych, złożonych i zależnych od siebie przemian zachodzących w organizmie kobiety, związanych z dojrzewaniem i uwalnianiem komórek jajowych. Jest on regulowany przez hormony przysadki: **hormon folikulotropowy** (FSH) i **hormon luteinizujący** (LH) oraz hormony wydzielane przez jajniki: **estrogeny** i **progesteron**.

1.–5. dzień	6.–14. dzień	15.–28. dzień
zmiany w jajniku		
faza menstruacyjna • wydzielanie FSH przez przysadkę, co pobudza pęcherzyk jajnikowy do dojrzewania	**faza pęcherzykowa** • dojrzewanie pęcherzyka jajnikowego, który wytwarza estrogeny • owulacja, wynikająca ze szczytowo wysokich poziomów FSH i LH	**faza lutealna** • wydzielanie progesteronu przez ciałko żółte • przy braku ciąży – stopniowe zanikanie ciałka żółtego, co powoduje spadek poziomu progesteronu
zmiany w błonie śluzowej macicy		
1.–5. dzień	**6.–14. dzień**	**15.–28. dzień**
• krwawienie, które zachodzi w wyniku złuszczania się błony śluzowej	• odnowienie błony śluzowej i zwiększenie jej grubości	• dalsze pogrubienie błony śluzowej i jej rozrost • przy braku ciąży – obumieranie i złuszczanie się błony śluzowej

4 **Syntetyczne żeńskie hormony płciowe** – wytwarzane sztucznie hormony, które stosuje się m.in. w przypadku zaburzeń cyklu menstruacyjnego.

5 **Funkcje łożyska, błon płodowych i pęcherzyka żółtkowego**

Element	Funkcja
Łożysko	• Umożliwia wymianę substancji między organizmem matki a płodem. • Wydziela hormony niezbędne do prawidłowego przebiegu ciąży, m.in. progesteron, gonadotropinę kosmówkową oraz estrogeny. • Chroni dziecko przed przenikaniem do jego organizmu szkodliwych substancji i drobnoustrojów chorobotwórczych.
Owodnia	• Tworzy jamę wypełnioną płynem owodniowym, który m.in. amortyzuje wstrząsy i ułatwia dziecku wykonywanie ruchów.
Kosmówka	• Pośredniczy w wymianie substancji między matką a dzieckiem. • Tworzy łożysko.
Omocznia	• Uczestniczy w tworzeniu naczyń krwionośnych występujących w pępowinie.

6 **Rozwój prenatalny** – okres życia człowieka od poczęcia do narodzin.

Rozwój prenatalny

rozwój zarodkowy	rozwój płodowy
Trwa od momentu powstania zygoty do wykształcenia zawiązków wszystkich narządów, czyli przez pierwsze 8 tygodni ciąży.	Trwa od momentu wykształcenia się zawiązków narządów do porodu, czyli od ok. 9. do 40. tygodnia ciąży.

7 **Rozwój postnatalny** – obejmuje okresy: noworodkowy, niemowlęcy, poniemowlęcy, dzieciństwa, dojrzewania, dorosłości, przekwitania i starości.

Sprawdź, czy już umiesz!

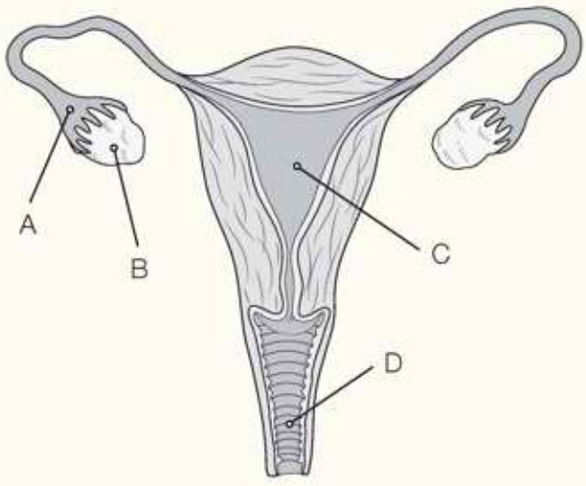
WYKONAJ W ZESZYCIE

1 **Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (4 p.)

1.	Do pierwszorzędowych męskich cech płciowych należą jądra.	P	F
2.	Spermatogeneza to proces dojrzewania plemników, który zachodzi w najądrzach.	P	F
3.	W trakcie spermatogenezy powstałe w wyniku mejozy spermatydy różnicują się w plemniki.	P	F
4.	Akrosom to element plemnika, który zawiera enzymy zdolne do trawienia osłonek otaczających komórkę jajową.	P	F

2 **Wymień drugorzędowe cechy płciowe żeńskie. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

3 Na ilustracji przedstawiono budowę żeńskiego układu rozrodczego. (7 p.)



a) **Podaj nazwy wskazanych na ilustracji elementów żeńskiego układu rozrodczego. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

b) **Podaj, którą literą oznaczono na ilustracji miejsce, gdzie dochodzi do zapłodnienia. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

c) **Określ, gdzie zachodzi i na czym polega owulacja. Odpowiedź zapisz w zeszycie.**

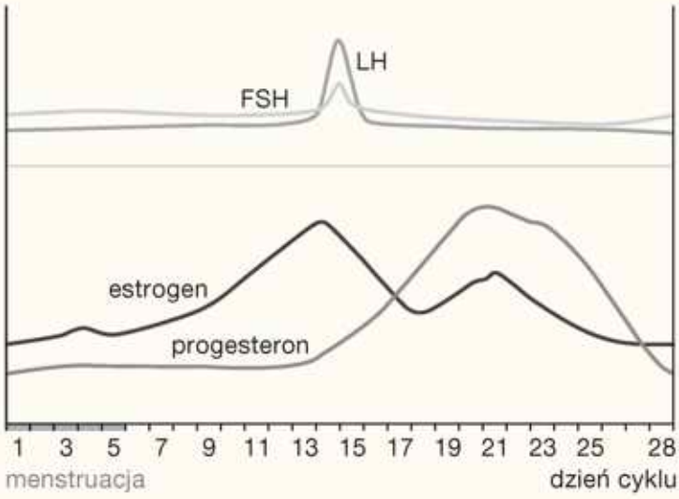
4 **Wymień dwie cechy jajowodów, które wspomagają przesuwanie się komórki jajowej w kierunku macicy. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (2 p.)

5 **Podaj rolę łożyska – wspólnego narządu matki i dziecka. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

6 **Określ, które z poniższych badań należy do inwazyjnych badań prenatalnych. Odpowiedź zapisz w zeszycie.** (1 p.)

badanie krwi matki, amniopunkcja, badanie ultrasonograficzne

7 Wykresy przedstawiają zmiany poziomu hormonów w czasie przebiegającego prawidłowo cyklu miesiączkowego kobiety. (5 p.)



a) Podaj, w którym dniu cyklu doszło do owulacji. Uzasadnij swój wybór jednym argumentem. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

b) Określ, które z hormonów przestawionych na wykresie są produkowane przez jajniki. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

c) Określ, w której fazie cyklu (fazie menstruacyjnej, pęcherzykowej czy lutealnej) estrogeny osiągają najwyższy poziom. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

d) Wyjaśnij, czym jest spowodowany nagły spadek ilości progesteronu w fazie lutealnej. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

8 Opisz po dwa przykłady działań profilaktycznych, które powinny być podejmowane, aby zapobiec rozwojowi raka jądra i raka szyjki macicy. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

9 Podaj nazwy chorób przenoszonych drogą płciową, których objawy zostały opisane poniżej. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (2 p.)

A. Jest to choroba wywoływana przez protista. U kobiet powoduje ból podczas oddawania moczu, świąd i ból pochwy oraz obfite upławy. U mężczyzn zazwyczaj nie daje objawów, jedynie czasem powoduje ból i pieczenie podczas oddawania moczu oraz obrzęk moszny.

B. Jest to choroba wywoływana przez bakterię. Powoduje owrzodzenia na zewnętrznych narządach płciowych i okolicznej skórze. Objawami tej choroby mogą być również powiększenie węzłów chłonnych oraz wysypka. Może ona powodować uszkodzenie mózgu, serca i kości.

Sprawdź, czy już umiesz! – klucz odpowiedzi

Rozdział 1

1.

Komórka	Tkanka	Narząd
neuron, erytrocyt, limfocyt	nabłonek wielowarstwowy płaski, limfa, krew	serce, nerka, płuco

2. A–4, B–2, C–5, D–3

3. A – krew, B – tkanka włóknista, C – tkanka nerwowa, D – tkanka tłuszczowa, E – limfa, F – tkanka chrzęstna

4. tkanka chrzęstna

5.

Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa	Tkanka mięśniowa gładka
C, D, F	A, B, E

6. a) neuron / komórka nerwowa
b) A, D, E
c) A–3, B–1, C–2, D–4

Rozdział 2

1. a) A – naskórek, B – skóra właściwa
b) za funkcję termoregulacyjną

2. F, F, P

3. Dzięki temu, że komórki warstwy rozrodczej naskórka nieustannie dzielą się mitotycznie, nowe komórki mogą zastępować martwe, złuszczające się komórki warstwy zrogowaciałej. Nowe komórki są wypychane ku powierzchni skóry i, rogowaciejąc, tworzą kolejne warstwy martwych komórek.

4. Funkcji ochronnej przed promieniowaniem UV.

5. A–5, B–2, C–1, D–4

6. pot, łój, niskie pH skóry, wielowarstwowy naskórek

7. gruczoły potowe

8. a) sód – 4600 mg, potas – 800 mg, wapń – 100 mg
b) Pot ma słony smak, ponieważ zawiera dużą ilość jonów soli NaCl.

9. a) naskórek
b) nazwa związku: cholesterol, grupa związków: lipidy / steroidy
c) W okresie jesienno-zimowym możemy być narażeni na niedobory witaminy D_3, ponieważ synteza tej witaminy przez skórę zachodzi pod wpływem promieniowania UV, a w okresie jesienno-zimowym dociera do nas mniejsza ilość tego promieniowania. Powoduje to ograniczenie syntezy witaminy D_3 przez skórę.

10. Fotoliaza może zostać użyta jako składnik preparatów stosowanych na skórę w celu ochrony przed poparzeniami słonecznymi lub jako składnik środków stosowanych po opalaniu (np. kremy lub balsamy). Jeżeli fotoliaza zawarta w tych preparatach będzie przenikać do żywych komórek naskórka, to może przyczynić się do naprawy ewentualnych uszkodzeń DNA powstałych na skutek działania promieniowania słonecznego, a dzięki temu – zapobiegać nowotworom skóry.

11. Przykładowe odpowiedzi:
– stosowanie preparatów do opalania z filtrami UV,
– niekorzystanie z solarium,
– unikanie nadmiernej ekspozycji na światło słoneczne,
– kontrola i ewentualne usuwanie znamion barwnikowych skóry,
– regularne wizyty u dermatologa.

12. wszawica, grzybica, świerzb

Rozdział 3

1. P, F, F

2. A–3, B–1, C–2

3. B

4. A–4, B–1, C–2

5. Pomiędzy żebrami a mostkiem występują chrząstkozrosty. Umożliwiają one ruch połączonych za ich pomocą kości względem siebie w ograniczonym zakresie, co pozwala na rozszerzanie się klatki piersiowej podczas wdechu i zwężanie podczas wydechu.

6. więzozrost

7. 6, 7, 8, 9

8. B

9. B, ponieważ miofilamenty miozynowe są ściśle wsunięte między miofilamenty aktynowe – sarkomer ulega skróceniu.

10. A

11. Dzięki stosowaniu odpowiednio zbilansowanej diety, zawierającej m.in. odpowiednią ilość białka niezbędnego do rozwoju mięśni oraz soli mineralnych, nadających kościom właściwą wytrzymałość, układ ruchu może prawidłowo funkcjonować. Z kolei regularna aktywność fizyczna zwiększa wytrzymałość i sprawność mięśni, zapobiega również chorobom zwyrodnieniowym stawów oraz wadom postawy.

Rozdział 4

1. P, F, P

2. 1A

3. A – witamina C; produkty: natka pietruszki, kiszona kapusta, warzywa i owoce, np. czarna porzeczka czy owoce cytrusowe. B – witamina A; produkty: nabiał, pomarańczowe warzywa i owoce, wątroba, tran. C – witamina E; produkty: oleje roślinne, orzechy, awokado, jaja.

4. a) 1 – jama ustna, 2 – żołądek, 3 – jelito cienkie, 4 – jelito grube. A – ślinianki, B – wątroba, C – trzustka lub B – trzustka, C – wątroba
b) sok żołądkowy

5. Nazwa struktury: kosmek jelitowy. Kosmki jelitowe to palczaste wypustki błony śluzowej jelita cienkiego, które zwiększają znacząco powierzchnię wchłaniania składników odżywczych ze światła jelita do krwi i limfy.
6. C
7.

Związki organiczne	Nazwy narządów
Białka	żołądek, jelito cienkie
Tłuszcze	jelito cienkie
Wielocukry	jama ustna, jelito cienkie

8. 1C, 2B
9. a) Osoby A i B nie mają prawidłowej masy ciała. (Osoba A ma nadwagę, a osoba B ma niedowagę).
   b) Zalecenia dla osoby A:
   – zmniejszenie ilości węglowodanów i tłuszczów w diecie,
   – spożywanie o stałych porach pięciu małych posiłków dziennie.
   Zalecenia dla osoby B:
   – zwiększenie ilości węglowodanów i tłuszczów w diecie,
   – spożywanie większej ilości pokarmów.

Rozdział 5

1. C, F, D, B, E, A
2. P, F, F
3. a) B
   b) A, C, D
4. a) tlen – 1, 2; dwutlenek węgla – 3, 4
   b) miejsca o największym stężeniu tlenu: C, D
   miejsca o największym stężeniu dwutlenku węgla: A, B
5. C, D
6. Zdania fałszywe: B i E
   Uzasadnienia:
   Zdanie B – z pęcherzyków płucnych do krwi mogą przenikać cząstki PM2,5, na ściankach pęcherzyka pozostają jedynie cząstki PM10.
   Zdanie E – tlenek węgla wiąże się z hemoglobiną łatwiej niż tlen, dlatego utrudnia on lub wręcz uniemożliwia łączenie się hemoglobiny z tlenem.
7. C

Rozdział 6

1. A–1, B–5, C–2, D–3
2. X – fibryna
3. a) 1 – żyła główna górna, 2 – aorta, 3 – lewy przedsionek serca
   b) jasnoszary – krew odtlenowana, ciemnoszary – krew utlenowana
   c) Serce przedstawione na rysunku znajduje się w fazie skurczu przedsionków, ponieważ zastawki przedsionkowo-komorowe lewa i prawa są otwarte – krew przepływa z przedsionków do komór serca.
4.

Cecha	Tętnica	Żyła	Naczynie włosowate
Budowa	ściana naczynia zbudowana z trzech warstw, gruba warstwa mięśniowa	ściana naczynia zbudowana z trzech warstw, cienka warstwa mięśniowa	ściana naczynia zbudowana z jednej warstwy nabłonka
Funkcja	transport krwi z serca do tkanek	transport krwi z tkanek do serca	wymiana substancji między krwią a tkankami

5. 1. Sieć dziwna (tętniczo-tętnicza):
   tętnice → naczynia włosowate → tętnice
   2. Układ wrotny:
   naczynia włosowate → żyła wrotna → naczynia włosowate
   3. Typowa sieć naczyń włosowatych:
   tętnice → naczynia włosowate → żyły
6. a) Czas regeneracji osoby mającej dobrą kondycję fizyczną po wysiłku jest krótszy niż czas regeneracji osoby mającej słabą kondycję fizyczną.
   b) Podczas wysiłku fizycznego serce częściej się kurczy u osoby mającej słabą kondycję fizyczną.
7. A – śledziona, B – grasica, C – węzły chłonne, D – grudki limfatyczne
8. C, A, B
9. Pierwszy wiersz tabeli: Choroba: udar mózgu. Metody diagnostyczne: rezonans magnetyczny, tomografia komputerowa, angiografia tętnic mózgowych. Drugi wiersz tabeli: Choroba: żylaki. Metody diagnostyczne: USG dopplerowskie naczyń krwionośnych, angiografia. Trzeci wiersz tabeli: Choroba: zawał serca. Metody diagnostyczne: badanie krwi, EKG, USG, echokardiografia, angiografia.

Rozdział 7

1. A–3, B–1, C–2
2.

Mechanizmy odporności	Odporność swoista	Odporność nieswoista
1. Jest wymierzona przeciwko wszystkim patogenom.		X
2. Umożliwia powstawanie komórek pamięci.	X	
3. Jest nabywana w trakcie życia organizmu.	X	

3. B
4. A–3, B–1, C–2 i 4, D–5

5. B
Pomiędzy bliźniakami jednojajowymi istnieje największa zgodność tkankowa, ponieważ mają one te same odmiany genów kodujących antygeny zgodności tkankowej. A im większa zgodność tkankowa, tym mniejsze ryzyko odrzucenia przeszczepu.

Rozdział 8

1. P, P
2.

Związki wydalane przez organizm	Nazwy narządów
woda	nerki, płuca, skóra
mocznik	nerki, skóra
dwutlenek węgla	płuca

3. **A.** Cykl mocznikowy zachodzi w wątrobie.
B. Cykl mocznikowy jest procesem wymagającym dostarczenia ATP.
C. Produkt, który powstaje w wyniku cyklu mocznikowego, jest usuwany z organizmu głównie z moczem.
4. **a)** moczowód
b) A
5. C, E, D, A, B
6. Mocz pierwotny powstaje w wyniku filtracji krwi zachodzącej w kłębuszkach nerkowych. Może być wytwarzany w ilości aż 180 l, ponieważ cała objętość krwi człowieka jest w tych strukturach oczyszczana kilkunastokrotnie w ciągu doby.
7. I–B, II–A, III–B
8.

Reakcja organizmu	Niska zawartość wody we krwi	Wysoka zawartość wody we krwi
Produkcja ADH	wzrasta	maleje
Resorpcja wody w nerkach	wzrasta	maleje
Ilość moczu	maleje	wzrasta
Zawartość wody we krwi	wzrasta	maleje

9. Dializa polega na oczyszczaniu krwi pacjenta z wykorzystaniem błony półprzepuszczalnej. Substancje zbędne i szkodliwe przenikają przez nią z krwi pacjenta do płynu dializacyjnego, a więc krew zostaje z nich oczyszczona. Dializę stosuje się m.in. przy niewydolności nerek.

Rozdział 9

1. **a)** A
b) GABA
2. Stwierdzenie jest nieprawdziwe. W mózgu istota szara tworzy warstwę zewnętrzną, a istota biała – wewnętrzną, natomiast w rdzeniu kręgowym jest odwrotnie.
3. **a)** Łuk odruchowy to droga, którą pokonuje impuls nerwowy od receptora (np. wolnego zakończenia nerwowego w skórze) poprzez neuron czuciowy, neuron pośredniczący w ośrodkowym układzie nerwowym oraz neuron ruchowy do efektora (np. mięśnia).
b) A – receptor, wolne zakończenie nerwowe w skórze, E – efektor, mięsień
4. Odruchy warunkowe: A, D, E, F
Odruchy bezwarunkowe: B, C, G
5. E, D, B, C, A
6. D
7. Przykładowe odpowiedzi: Sen „ochrania" mózg. W trakcie snu następuje pobudzanie synaps niedostatecznie stymulowanych podczas czuwania, dzięki czemu nie następuje ich zanik. / Sen umożliwia prawidłowy wzrost organizmu, ponieważ w trakcie snu wydzielany jest hormon wzrostu. / Sen wpływa korzystnie na naszą pamięć, ponieważ pozwala na utrwalenie informacji, których nauczyliśmy się w ciągu dnia. / Sen umożliwia odpoczynek i zrelaksowanie się.
8. Przykładowa odpowiedź: Substancje uzależniające: alkohol, nikotyna. Alkohol powoduje m.in. uszkodzenie wątroby i trzustki oraz zaburzenia układu krążenia, np. wzrost ryzyka zawału serca i udaru mózgu, zaburzenia funkcjonowania układu nerwowego, m.in. problemy z koordynacją ruchów i pamięcią. Zwiększa również ryzyko wystąpienia choroby wrzodowej oraz powoduje problemy z płodnością.
9. D

Rozdział 10

1. Interoreceptory odbierają bodźce pochodzące z wnętrza organizmu, natomiast eksteroreceptory – bodźce pochodzące ze środowiska zewnętrznego.
2. A–2, B–4, C–3, D–5
3. gruczoły łzowe, powieki, rzęsy, spojówki
4. **a)** X – tęczówka, Y – soczewka, Z – twardówka
b) Element Y (czyli soczewka) pozwala na skupienie promieni świetlnych docierających do oka na odpowiednim fragmencie siatkówki, co warunkuje ostre widzenie oglądanego obiektu.
5. promienie światła → rogówka → komora przednia oka → źrenica → soczewka → ciało szkliste oka → siatkówka → nerw wzrokowy → mózg
6. B
7. zaćma
8. B
9. małżowina uszna → przewód słuchowy → błona bębenkowa → młoteczek → kowadełko → → strzemiączko → ślimak (narząd spiralny)

10. Narząd równowagi jest zbudowany z woreczka, łagiewki i kanałów półkolistych. Woreczek i łagiewka zawierające plamki statyczne, które składają się z otolitów oraz komórek zmysłowych zaopatrzonych w rzęski i otoczonych galaretowatą substancją. W przewodach półkolistych są zlokalizowane komórki zmysłowe zaopatrzone w rzęski, które są otoczone galaretowatą substancją. Ruchy głowy do tyłu, do przodu i na boki powodują ruch otolitów oraz substancji, co powoduje ucisk lub wygięcie się rzęsek komórek zmysłowych. W ten sposób są generowane impulsy nerwowe, które są przekazywane do ośrodków odpowiedzialnych za utrzymywanie równowagi (zlokalizowanych w móżdżku i korze mózgowej).
11. P, P, F
12. Niesie to ze sobą ryzyko, że jeżeli w powietrzu znajdzie się substancja o trującym działaniu, możemy przestać reagować na jej drażniący zapach i zignorować niebezpieczeństwo zatrucia.

Rozdział 11

1.

Porównywana cecha	Układ nerwowy	Układ hormonalny
Szybkość przekazywania informacji	duża	mała
Sposób przekazywania informacji	przez impuls nerwowy	przez hormony
Trwałość efektu działania	krótko-trwały	długotrwały

2. Gruczoły zewnątrzwydzielnicze mają przewody wyprowadzające, przez które wydostają się wydzielane przez nie substancje. Gruczoły wewnątrzwydzielnicze nie mają przewodów wyprowadzających i wydzielają substancje do krwi.
3. A – melatonina, B – kalcytonina, C – oksytocyna, D – adrenalina, E – hormon antydiuretyczny
4. **a)** B, ponieważ wzrosty i spadki poziomu glukozy we krwi są gwałtowniejsze niż w przypadku linii A.
   b) insulina, glukagon
5. A – gonady (jądra, jajniki), B – gruczoły mlekowe, C – nerki, D – kora nadnerczy
6. **a)** A – hormon pobudzający, B – przysadka, C – kora nadnerczy, D – kortyzol
   b) Regulacja wydzielania hormonów przez ujemne sprzężenie zwrotne.
7. B, E
8. Długotrwały stres prowadzi, m.in. do: bezsenności, zaburzeń metabolizmu glukozy, nadciśnienia tętniczego i osłabienia siły mięśni.

Rozdział 12

1. P, F, P, P
2. Jajowody, macica, pochwa, srom.
3. **a)** A – jajowód, B – jajnik, C – macica, D – pochwa.
   b) A
   c) Owulacja zachodzi w jajnikach. Polega ona na uwolnieniu komórki jajowej z pęcherzyka jajnikowego.
4. Wydzielanie śluzu, ruchy rzęsek nabłonka / obecność mięśni, które się kurczą.
5. Przez łożysko organizm matki przekazuje dziecku tlen, składniki odżywcze oraz przeciwciała zapewniające odporność. Z ciała dziecka do organizmu matki przez łożysko są odprowadzane zbędne produkty przemiany materii, takie jak mocznik i dwutlenek węgla.
6. amniopunkcja
7. **a)** 14 – występuje wtedy najwyższy poziom LH i FSH.
   b) estrogeny, progesteron
   c) W fazie pęcherzykowej.
   d) Zanikiem ciałka żółtego produkującego progesteron.
8. Rak jądra – regularne samobadanie jąder, odpowiednia dieta, niestosowanie używek, unikanie urazów mechanicznych jąder.
   Rak szyjki macicy – regularne wykonywanie badań cytologicznych i ginekologicznych, szczepienie przeciwko wybranym typom HPV, odpowiednia dieta i regularny wysiłek fizyczny.
9. A – rzęsistkowica, B – kiła

Przydatne terminy

adrenalina – hormon i neuroprzekaźnik wytwarzany w rdzeniu nadnerczy oraz niektórych neuronach ośrodkowego układu nerwowego. Pobudza współczulny układ nerwowy – odpowiada za przygotowanie organizmu do reakcji na stres.

akromegalia – choroba spowodowana nadmiernym wydzielaniem hormonu wzrostu (nadczynnością przysadki) po zakończeniu wzrostu organizmu. Objawia się m.in. przerostem niektórych części ciała (np. dłoni, stóp, nosa i żuchwy), pogrubieniem skóry, powiększeniem języka, warg, serca i wątroby.

akson – długa, pojedyncza wypustka neuronu, przewodząca impulsy nerwowe od ciała komórki do innych komórek. Zwykle jest otoczona osłonką mielinową.

aktyna – białko, z którego są zbudowane miofilamenty cienkie. Razem z miozyną, która tworzy miofilamenty grube, bierze udział w skurczu mięśni.

alergia – stan nadwrażliwości układu immunologicznego na nieszkodliwe substancje pochodzące ze środowiska zewnętrznego, na które zdrowy organizm nie reaguje. Objawia się m.in. zapaleniem i obrzękiem błony śluzowej nosa (katar sienny), zwężeniem światła oskrzeli, wysypką i swędzeniem skóry.

amylazy – enzymy rozkładające polisacharydy (skrobię i glikogen). Występują m.in. w ślinie i soku trzustkowym.

antygen – każda substancja zdolna do wywołania reakcji odpornościowej i swoiście łącząca się z przeciwciałami. Najczęściej jest to białko lub polisacharyd obcy dla organizmu.

autonomiczny układ nerwowy – część układu nerwowego, która odbiera bodźce z wnętrza organizmu i kontroluje funkcjonowanie narządów wewnętrznych, przez co przyczynia się do utrzymania homeostazy. Dzieli się na dwie części: układ współczulny i układ przywspółczulny.

blastocysta – stadium rozwoju zarodka. Ma postać pęcherzyka wypełnionego płynem.

choroba autoimmunologiczna (autoimmunizacyjna) – choroba spowodowana autoagresją, czyli reakcją odpornościową skierowaną przeciwko własnym komórkom lub tkankom organizmu (np. celiakia, cukrzyca typu I, stwardnienie rozsiane).

ciałko żółte – powstaje po owulacji z pozostałości po pękniętym pęcherzyku jajnikowym. Wydziela progesteron – hormon warunkujący utrzymanie ciąży w początkowym okresie.

depolaryzacja – zmniejszenie ujemnego potencjału elektrycznego błony komórkowej, spowodowane napływem do komórki jonów Na^+. Prowadzi do pobudzenia komórki nerwowej i przekazania wzdłuż jej błony impulsu nerwowego.

efektor – narząd wykonujący lub zmieniający swą czynność pod wpływem pobudzenia przez impulsy nerwowe, np. mięsień lub gruczoł.

erytrocyty (krwinki czerwone) – komórki krwi zawierające hemoglobinę – białko odpowiedzialne za transport tlenu i częściowo dwutlenku węgla.

estrogeny – żeńskie hormony płciowe wytwarzane przez jajniki. Wpływają na rozwój oraz utrzymanie drugo- i trzeciorzędowych cech płciowych oraz na zmiany zachodzące w macicy w cyklu menstruacyjnym.

gruczoły wydzielania wewnętrznego (gruczoły dokrewne) – gruczoły produkujące i wydzielające hormony, które trafiają bezpośrednio do krwi i są wraz z nią transportowane. U człowieka gruczołami dokrewnymi są: przysadka, szyszynka, tarczyca, przytarczyce, grasica, nadnercza, trzustka, jajniki oraz jądra.

gruczoły wydzielania zewnętrznego – gruczoły, których wydzieliny są wyprowadzane na zewnątrz przez specjalne przewody uchodzące np. na skórę lub do światła przewodu pokarmowego. Należą do nich m.in. gruczoły potowe, łojowe i mlekowe.

homeostaza – zdolność organizmu do utrzymywania względnie stałych warunków środowiska wewnętrznego (np. stałej temperatury). Jest to możliwe dzięki mechanizmom dostosowawczym związanym głównie z funkcjonowaniem układów nerwowego i hormonalnego.

hormon antydiuretyczny (wazopresyna) – hormon wytwarzany w podwzgórzu, a uwalniany przez przysadkę. Powoduje zagęszczanie moczu przez wzmożoną resorpcję wody w kanalikach nefronu.

hormon luteinizujący (LH) – hormon wydzielany przez przysadkę. U kobiet powoduje owulację i rozwój ciałka żółtego oraz stymuluje wytwarzanie progesteronu.

hormony – związki organiczne wytwarzane i wydzielane bezpośrednio do płynów ustrojowych przez gruczoły dokrewne czy komórki wydzielnicze nietworzące gruczołów (hormony tkankowe). Koordynują bezpośrednio procesy zachodzące w komórkach i tkankach, a pośrednio – wszelkie procesy fizjologiczne organizmu, przez co dostosowują je do zmieniających się warunków otoczenia.

hormony tropowe – grupa hormonów wydzielanych przez komórki przysadki, której zadaniem jest regulowanie wydzielania innych hormonów, np. hormon tyreotropowy pobudza wydzielanie hormonów przez tarczycę.

immunoglobuliny – patrz przeciwciała.

kalcytonina – hormon wytwarzany przez tarczycę, zmniejszający stężenie jonów wapnia we krwi przez hamowanie ich uwalniania z kości. Działa antagonistycznie w stosunku do parathormonu wydzielanego przez przytarczyce.

kora mózgu – zewnętrzna warstwa pokrywająca półkule mózgowe. Jest zbudowana z istoty szarej, którą tworzą ciała komórek nerwowych (neuronów). Jest bardzo silnie

pofałdowana, zawiera ośrodki nerwowe odpowiedzialne m.in. za przeprowadzanie wyższych czynności, takich jak zapamiętywanie, uczenie się, kojarzenie, wnioskowanie czy mówienie.

krwinki białe – patrz leukocyty.

krwinki czerwone – patrz erytrocyty.

leukocyty (krwinki białe) – komórki krwi i limfy. Dzielą się na kilka rodzajów. Większość z nich jest zdolna do ruchu pełzakowatego i fagocytozy. Chronią organizm przed wirusami i mikroorganizmami chorobotwórczymi, biorą również udział w reakcjach alergicznych. Wśród leukocytów wyróżniamy m.in. limfocyty, granulocyty oraz monocyty.

limfocyty – rodzaj krwinek białych niezawierających ziarnistości w cytozolu. Biorą udział w reakcjach immunologicznych.

limfocyty B – jeden z rodzajów limfocytów. Biorą udział w odpowiedzi immunologicznej typu humoralnego – stymulowane przez kontakt z antygenem przekształcają się w komórki plazmatyczne wytwarzające przeciwciała.

limfocyty T – jeden z rodzajów limfocytów. Biorą udział w odpowiedzi immunologicznej typu komórkowego.

łożysko – wspólny narząd organizmów matki i płodu. Jest współtworzone przez jedną z błon płodowych – kosmówkę – oraz błonę śluzową macicy. Utrzymuje płód w macicy oraz umożliwia wymianę substancji między organizmem płodu a organizmem matki. Za jego pośrednictwem płód otrzymuje od matki tlen i substancje odżywcze, a oddaje dwutlenek węgla i inne produkty przemiany materii.

łuk odruchowy – droga, którą pokonuje impuls nerwowy od receptora do efektora. Składa się z receptora odbierającego bodźce, nerwów przekazujących bodźce do i z ośrodkowego układu nerwowego oraz efektora.

makrofagi – komórki wywodzące się z monocytów (rodzaj krwinek białych). Biorą udział w reakcjach obronnych organizmu – są zdolne do fagocytozy i trawienia pochłoniętych mikroorganizmów chorobotwórczych lub nieprawidłowych komórek.

mechanoreceptor – komórka lub narząd odbierający bodźce mechaniczne, takie jak dotyk lub dźwięk.

menstruacja (miesiączka) – zjawisko fizjologiczne polegające na okresowym (najczęściej co 28 dni) usuwaniu krwi i złuszczonego nabłonka macicy z dróg rodnych dojrzałych płciowo kobiet.

mocznik – rozpuszczalny w wodzie związek chemiczny, który jest ostatecznym produktem przemian aminokwasów. Powstaje w cyklu mocznikowym zachodzącym w komórkach wątroby.

monocyty – rodzaj krwinek białych (leukocytów) niezawierających ziarnistości w cytozolu. Wykazują zdolność do fagocytozy i ruchu pełzakowatego. Po przedostaniu się z krwiobiegu do tkanek przekształcają się w makrofagi. Biorą udział w reakcjach obronnych organizmu.

nerwy – pęczki włókien nerwowych okrytych łącznotkankową otoczką, przewodzące impulsy nerwowe między ośrodkowym układem nerwowym a pozostałymi narządami. Ze względu na kierunek przewodzenia impulsów nerwowych wyróżniamy nerwy czuciowe (przewodzące impulsy nerwowe z receptorów do ośrodkowego układu nerwowego), nerwy ruchowe (przewodzące impulsy nerwowe z ośrodkowego układu nerwowego do efektorów) i nerwy mieszane (przewodzące impulsy nerwowe w obie strony).

neuroprzekaźniki (neurotransmitery) – związki chemiczne wydzielane przez zakończenia aksonu w synapsach chemicznych. Przekazują sygnały przez synapsy do dendrytów kolejnych neuronów, a także do komórek mięśniowych i gruczołowych. Należą do nich m. in. adrenalina, dopamina, serotonina oraz GABA.

obwodowy układ nerwowy – część układu nerwowego znajdująca się poza ośrodkowym układem nerwowym (mózgowiem i rdzeniem kręgowym). Obejmuje m.in. nerwy czaszkowe i nerwy rdzeniowe.

odporność – zdolność organizmu do obrony przed czynnikami powodującymi choroby, np. przed mikroorganizmami chorobotwórczymi.

odporność bierna – odporność nabyta przez wprowadzenie przeciwciał pochodzących z innego organizmu. Naturalnie występuje u płodu i noworodka (dzięki przeciwciałom matki przenikającym przez łożysko lub dostarczanym wraz z jej mlekiem). Może być uzyskana sztucznie – po podaniu gotowych przeciwciał w postaci surowicy odpornościowej.

odporność czynna – odporność uzyskana w efekcie kontaktu z antygenem w sposób naturalny (po przebyciu choroby zakaźnej) lub sztuczny (po podaniu szczepionki).

odporność humoralna – odporność wywołana obecnością w płynach ustrojowych przeciwciał wytwarzanych przez aktywowane limfocyty.

odpowiedź immunologiczna – reakcje zachodzące w organizmie pod wpływem kontaktu z antygenem, zmierzające do jego unieszkodliwienia. W zależności od mechanizmu wyróżniamy odpowiedź komórkową (z udziałem limfocytów T) i humoralną (z udziałem przeciwciał wytwarzanych przez limfocyty B), najczęściej jednak oba mechanizmy działają łącznie.

odruch – reakcja organizmu na bodziec wewnętrzny lub zewnętrzny, zachodząca za pośrednictwem ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego. Nie jest zależna od woli człowieka.

oksytocyna – hormon wytwarzany w podwzgórzu, a magazynowany i uwalniany przez przysadkę. U mężczyzn powoduje skurcze nasieniowodów w trakcie ejakulacji, a u kobiet – skurcze macicy w trakcie porodu oraz stymuluje uwalnianie mleka z gruczołów mlekowych.

ontogeneza (rozwój osobniczy) – wszystkie zmiany zachodzące w organizmie od momentu jego powstania aż do śmierci.

oocyt – niedojrzała komórka jajowa produkowana w jajnikach.

oogeneza – proces wytwarzania gamet żeńskich (komórek jajowych).

osłonka przejrzysta – warstwa przezroczystej, galaretowatej substancji otaczająca oocyt. Znajduje się między błoną komórkową oocytu a komórkami wieńca promienistego. Pełni funkcję ochronną i nie pozwala na wniknięcie do oocytu więcej niż jednego plemnika.

osmoregulacja – wszystkie procesy mające na celu regulację składu płynów ustrojowych oraz gospodarki wodno-mineralnej organizmu.

ośrodkowy układ nerwowy – część układu nerwowego obejmująca mózgowie i rdzeń kręgowy.

owulacja – uwolnienie komórki jajowej z jajnika do jajowodu. U kobiet zachodzi ok. 14. dnia cyklu miesiączkowego.

parathormon – hormon wydzielany przez przytarczyce, zwiększający stężenie jonów wapnia we krwi przez ich uwalnianie z kości. Działa antagonistycznie w stosunku do kalcytoniny wydzielanej przez tarczycę.

potencjał czynnościowy – lokalna, krótkotrwała zmiana potencjału elektrycznego komórki nerwowej w czasie jej aktywności. Potencjał czynnościowy przemieszczający się wzdłuż błony neuronu to impuls nerwowy.

potencjał spoczynkowy – potencjał elektryczny niepobudzonej komórki nerwowej, wynikający z różnicy ładunków elektrycznych po obu stronach błony komórkowej. Zewnętrzna strona błony jest naładowana dodatnio, a wewnętrzna – ujemnie.

progesteron – hormon wytwarzany przez ciałko żółte i łożysko. Umożliwia zagnieżdżenie się zarodka w błonie śluzowej macicy i utrzymanie ciąży.

przeciwciała (immunoglobuliny) – białka wydzielane przez aktywowane limfocyty B w odpowiedzi na kontakt z antygenami, mające zdolność reagowania przeciw nim. Biorą udział w odpowiedzi immunologicznej humoralnej.

przewodzenie nerwowe – przekazywanie impulsu nerwowego wzdłuż błony neuronu od dendrytów przez ciało komórki i akson do następnego neuronu, mięśnia lub gruczołu.

przywspółczulny układ nerwowy – jedna z dwóch części autonomicznego układu nerwowego. Dominuje w trakcie odpoczynku organizmu. Pobudza pracę narządów układu pokarmowego (co sprzyja trawieniu pokarmu i magazynowaniu substancji zapasowych), moczowego i rozrodczego.

resorpcja – zwrotne wchłanianie różnych substancji z moczu pierwotnego do krwi przez ściany kanalików nerkowych. Skutkuje zagęszczaniem i tworzeniem moczu ostatecznego.

rozwój zarodkowy – proces powstawania oraz rozwoju zarodka. U człowieka rozpoczyna się w momencie zapłodnienia komórki jajowej przez plemnik, a kończy ok. 8. tygodnia życia.

sarkomer – podstawowa jednostka kurczliwa mięśnia poprzecznie prążkowanego. Następujące po sobie sarkomery budują miofibryle.

serotonina – neuroprzekaźnik w ośrodkowym układzie nerwowym. Jest nazywana hormonem szczęścia.

somatyczny układ nerwowy – część układu nerwowego odpowiadająca za odbiór bodźców ze środowiska zewnętrznego. Jego działanie w znacznej mierze podlega woli.

spermatocyt – komórka powstająca podczas spermatogenezy. Daje początek spermatydom, które różnicują się w plemniki.

spermatogeneza – proces wytwarzania gamet męskich (plemników).

spermatyda – niedojrzała męska komórka rozrodcza przekształcająca się w plemnik. Powstaje podczas spermatogenezy na skutek podziału mejotycznego.

testosteron – męski hormon płciowy wytwarzany przez jądra. Wpływa na rozwój oraz utrzymanie drugo- i trzeciorzędowych męskich cech płciowych oraz na przebieg procesu spermatogenezy.

tyroksyna – hormon wydzielany przez tarczycę. Wpływa na tempo procesów metabolicznych, m.in. przyspiesza rozkład tłuszczów, zwiększa wchłanianie glukozy z przewodu pokarmowego i jej wykorzystanie przez komórki.

współczulny układ nerwowy – jedna z dwóch części autonomicznego układu nerwowego. Dominuje w sytuacjach stresowych – przygotowuje organizm do walki lub ucieczki. Przyspiesza akcję serca, rozszerza oskrzela, zwiększa uwalnianie glukozy do krwi, hamuje pracę żołądka i jelit.

zagnieżdżenie (implantacja) – proces polegający na wnikaniu młodego zarodka w błonę śluzową macicy, co pozwala na jego dalszy rozwój w tym miejscu. Zachodzi ok. 8. dnia po zapłodnieniu.

zastawki – fałdy zapewniające jednokierunkowy przepływ krwi w sercu i naczyniach żylnych oraz limfy w naczyniach limfatycznych. Zapobiegają cofaniu się krwi lub limfy w naczyniach.

żółć – płynna wydzielina wątroby. Dzięki niej zachodzi emulgacja tłuszczów, co ułatwia ich trawienie przez enzymy z grupy lipaz.

Indeks

A
adaptacja oka 240, 245
adrenalina 213–215, 234, 264, 280
AIDS (zespół nabytego niedoboru odporności) 184, 185
akomodacja oka 241, 245
akromegalia 273, 280
akrosom 290
akson 16, 24, 209, 211–213, 215, 219, 233
aktyna 15, 59, 60, 62, 72
alergia 185, 188, 191
aminokwasy: 78, 80, 97, 100, 117, 194, 195
– egzogenne 78, 80, 114
– endogenne 78, 80, 114
amniopunkcja 304, 306
amylaza
– jelitowa 91, 95, 100, 117
– ślinowa 89, 93, 95, 100, 117
– trzustkowa 93, 95, 100, 117
androgeny 314
anemia, p. niedokrwistość
angina 139
angiografia 170
anoreksja (jadłowstręt psychiczny) 104, 105, 118
antygeny 179–183, 186, 189–191
– zgodności tkankowej (MHC) 187
astygmatyzm 242
awitaminoza 81, 87

B
badanie(a):
– cytologiczne 308
– endoskopowe 107, 113, 137
– Holtera 166, 171, 174
– kału 106, 113
– krwi 106, 113, 118, 170, 304, 306, 308
– mammograficzne 309
– moczu 201, 204
– prenatalne 304, 306
– rentgenowskie (RTG) 137, 141, 144, 200, 204, 206, 232, 303, 309
– ultrasonograficzne (USG) 107, 113, 118, 165, 171, 174, 200, 204, 206, 304, 306, 308
białaczka 135, 167, 171, 188
białka: 78, 114
– niepełnowartościowe 78, 80, 114
– ostrej fazy 179, 180, 183, 189, 190
– pełnowartościowe 78, 80, 114
bielactwo nabyte 36, 185, 191
bilans:
– energetyczny 101, 103, 105
– wodny 86, 87
błędnik, p. ucho wewnętrzne
błona(y)
– bębenkowa 237, 246–248, 252, 258
– naczyniowa 240, 257
– płodowe 302, 306, 316
– włóknista 240, 257
błonnik 76, 77, 80, 92, 94, 102, 114
BMI (Body Mass Index) 104
brodawki smakowe 254, 256
bronchoskopia 137, 141, 144
bulimia 104, 105, 118

C
celiakia 110, 112, 118
chemoreceptory 238, 245, 253, 254, 256–258
chlamydioza 312, 314
cholesterol 33, 164
choroba(y)
– Alzheimera 230, 232
– autoimmunizacyjne (autoimmunologiczne) 185, 188, 191
– Crohna (Leśniowskiego–Crohna) 110, 113, 118, 135
– Gravesa–Basedowa 274, 280, 282
– Parkinsona 230, 232
– wieńcowa 170, 171
– wrzodowa żołądka i dwunastnicy 109, 229, 278
chrząstkozrosty 50, 52, 71
chymotrypsyna 93–96, 100
ciałko:
– nerkowe, p. nefron
– kierunkowe 294
– żółte 293, 295, 296, 316
ciśnienie
– cząstkowe, p. parcjalne
– krwi 11, 77, 79, 80, 153, 155, 157, 163, 166, 168, 171, 174, 216, 234, 265
– parcjalne (cząstkowe) 129–132
cukrzyca:
– typu I 275, 276, 282
– typu II 276, 314
cykl(e)
– menstruacyjny (miesiączkowy) 229, 295–298, 314, 316
– mocznikowy 195, 199, 205
– pracy serca 155, 158
cytokiny 179, 180, 183, 189, 190
czerniak złośliwy 37, 39, 40, 42
czopki 240, 245, 257

D
dalekowzroczność 242
dendryty 16, 24, 209, 211–213, 215, 219, 233, 257, 258
depolaryzacja 212, 215
depresja 231, 232
dermatoskopia 36, 40
dializa 203, 204, 206
dopamina 228, 234
doping (środki dopingujące) 64, 69

E
echokardiografia (echo serca) 165, 171, 174
EEG, p. elektroencefalografia
efektor 11, 12, 220, 222, 233, 234
EKG, p. elektrokardiografia
eksteroreceptory 238, 245
elektroencefalografia (EEG) 232
elektrokardiografia (EKG) 165, 166, 171, 174
enzymy trawienne 80, 91, 93–96, 100, 229, 253
erytrocyty (krwinki czerwone) 20, 130, 144, 147–150, 164, 172, 174, 186, 190
erytropoetyna 199, 265, 267, 281
estrogeny 263–265, 270, 275, 281, 292, 293, 295–298, 315, 316

F
fibryna 150, 172
fibrynogen 150, 172
filtracja 197, 199, 206
fotoreceptory 238, 240, 241, 245, 257
fotostarzenie 37, 42

G
gastroskopia 107, 113, 118
gastryna 265, 267, 281
gigantyzm 273, 280, 282
glukagon 93, 116, 261, 263, 264, 271, 272, 275, 281
gonadotropiny 270, 288, 302, 316
gonady 270, 272, 286, 288, 293
granulocyty 149, 172, 179, 180, 182, 183, 189, 190
grasica 160–162, 174, 177, 178, 189, 263, 264, 267, 274, 280–282
gruczoł(y):
– dokrewne, p. gruczoły wydzielania wewnętrznego
– krokowy (prostata) 285–288, 315
– łojowe 27, 28, 30–32, 35, 39, 41, 42
– mlekowe (sutkowe) 27–31, 32, 35, 42, 64, 291, 303, 309
– potowe 27, 28, 30–35, 41, 42
– trawienne 75, 88–90, 93, 94, 116
– wydzielania wewnętrznego (dokrewne, wewnątrzwydzielnicze) 262–269, 272–274, 280–282
– wydzielania zewnętrznego (zewnątrzwydzielnicze) 262, 281
– żołądkowe 90
grudki limfatyczne 160, 162, 174, 178, 189
grupa krwi 186, 190
gruźlica płuc 137, 139
grypa 138
grzybica:
– narządów płciowych 313, 314
– skóry 38, 40

H
hematokryt 164
hemoglobina 78, 130–132, 134, 144, 149, 165
hiperwitaminoza 81, 87
hipowitaminoza 81, 87
histamina 265, 267, 281
HIV 184, 185
homeostaza 5, 11, 12, 22, 34, 157, 198, 224, 225, 268, 278, 279
hormon(y):
– antydiuretyczny (ADH, wazopresyna) 198, 199, 206, 263, 264, 267
– folikulotropowy (FSH) 264, 270, 281, 293, 295–298, 316
– gonadotropowe 293
– luteinizujący (LH) 264, 270, 281, 293, 295–298, 316
– niesteroidowe 265, 267
– steroidowe 265, 267
– tkankowe 265, 267, 281
– tropowe 263–265, 268, 269, 272, 273, 279, 281
– tyreotropowy (TSH), p. tyreotropina
– wzrostu 263, 264, 266, 273, 281, 282
HPV, p. wirus brodawczaka ludzkiego

I
immunoglobuliny (Ig), p. przeciwciała
immunosupresja 188, 191
implantacja, p. zagnieżdżenie zarodka
impuls nerwowy 16, 17, 24, 209–213, 215, 219, 220, 222, 223, 233, 238–240, 245, 246, 248, 249, 250, 252,

254–256, 258, 262, 268, 279, 281
insulina 93, 116, 261, 263–265, 271, 272, 275, 276, 280–282
interoreceptory 238, 245
istota
– biała 217, 218
– szara 217, 218

J
jadłowstręt psychiczny, p. anoreksja
jaskra 243

K
kalcytonina 263, 264, 271, 272, 274, 281
kamica nerkowa 202, 206
karłowatość przysadkowa 273, 280, 282
kifoza 54, 66–68
kiła 312, 314
kłębuszek nerkowy 196, 197, 206
komórka(i):
– glejowe 16, 17, 23, 24, 211, 215
– jajowa 292–295, 298–301, 306, 315, 316
– pamięci 182, 190
– smakowe 253, 254, 256, 257, 258
– węchowe 254, 255, 256, 258
konflikt serologiczny 186
kolonoskopia 107, 113, 118
kora:
– mózgu 217, 221, 222, 234, 297
– nadnerczy 263, 264, 270, 272, 279, 280
– nerkowa 196, 206
kortykotropina (ACTH) 264, 270, 279, 281
kortyzol 263, 264, 270, 275, 279, 280–282
kosmki jelitowe 91, 96, 97, 100, 110, 117
kosmówka 302, 306
kościozrosty 50, 52, 71
krążki międzykręgowe 50, 54, 71
krótkowzroczność 242
krwinki:
– białe, p. leukocyty
– czerwone, p. erytrocyty
krwiobieg 147, 156
krzepnięcie krwi 20, 21, 85, 148, 150, 172
krzywica 67, 82, 85
kubki smakowe 89, 238, 239, 245, 253, 256, 257
kwasy tłuszczowe:
– nasycone 79, 80
– nienasycone 79, 80, 114

L
leukocyty (krwinki białe) 20, 147–151, 164, 167, 172
limfa 18, 20, 21, 24, 95–97, 100, 159–162, 178, 183, 189
limfocyty:
– B 149, 160, 174, 177–183, 189, 190
– T 149, 160, 174, 177–183, 185, 187, 189, 190
lipaza: 100
– jelitowa 91, 93, 95, 96, 100, 117
– trzustkowa 93–96, 100, 117
lipidogram 164
lordoza 54, 66, 68

Ł
łożysko 186, 190, 293, 302, 306, 316
łuk odruchowy 220, 222, 234
łuszczyca 185

M
magnetyczny rezonans jądrowy (MRI) 232
makroelementy 84, 85, 87, 116
makrofagi 149, 151, 177, 179–183, 189, 190
mechanoreceptory 238, 245, 257
melaniny 29, 32, 41, 42
melanocyty 29, 41
melatonina 263, 264, 266, 267, 281
menopauza 277, 295
miażdżyca 135, 169–171
miedniczka nerkowa 196, 198, 206
mięsień(śnie):
– gładkie 13, 89, 153, 172
– międzyżebrowe 127, 132, 143
– oddechowe 127
– rzęskowy 240, 241, 267
– szkieletowe 13, 23, 45, 46, 49, 58–62, 70, 72
mikrobiom 92, 94
mikroelementy 84, 85, 87, 116
miofibryle 59, 62, 72
miofilamenty 72
miozyna 72, 78
mocz: 194–206, 210, 264, 287
– pierwotny 197, 198, 199, 206
– ostateczny 197, 198, 199, 206
monocyty 164
morfologia krwi 106, 118, 164
mózgoczaszka 53, 57, 71
mózgowie 209, 210, 215, 216, 218, 219, 220, 233, 234, 239–241, 245, 250, 263, 268
móżdżek 216, 218, 234, 249, 252

N
nabłonek węchowy 239, 254–257
naczynia:
– limfatyczne 147, 159–162, 178, 183, 189
– krwionośne 14, 29, 34, 35, 41, 42, 96, 97, 100, 117, 129, 147, 150–154, 156–162, 165, 166, 171, 172, 174
– wieńcowe 170, 171
– włosowate 14, 123, 129, 147, 151, 153, 156, 158, 159, 160, 162, 172, 173, 197, 240
naczyniówka 237, 240, 257
nadciśnienie tętnicze 84, 103, 135, 163, 166, 168, 171
nadnercza 261–264, 267, 275, 280–282
narząd(y):
– limfatyczne 159–162
– równowagi 247, 249–250, 252, 258
– smaku 239, 253, 256, 258
– spiralny 247, 248, 257, 258
– węchu 239, 254, 256, 258
– wzroku 237, 239, 244, 245
najądrza 285, 287, 288, 290, 315
nasienie (sperma) 287, 288, 290, 292, 299, 315
nefron 193, 196, 197, 199, 206
nerw(y):
– czaszkowe 209, 219, 222, 233
– czuciowe 219, 220, 233, 234
– mieszane 219
– rdzeniowe 54, 209, 218, 219, 222
– ruchowe 219
– wzrokowy 237, 239–241, 243, 245
neuron 16, 17, 23, 24, 209–213, 215, 220, 233, 234
neuroprzekaźnik 213–215, 228, 233, 234
niedokrwistość (anemia) 82, 83, 85, 167, 171
niewydolność nerek 168, 201, 203, 204, 206
nieżyt nosa (katar) 138, 255
nikotyna 135, 136, 229, 232
NNKT (niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe) 79, 80, 114
nocyreceptory 238, 245, 257

O
obręcz:
– barkowa 46, 56, 57
– miedniczna 46, 56, 57
odporność: 20, 69, 160, 174, 177–191, 302
– humoralna 181, 183, 190
– komórkowa 181, 183, 190
– nabyta (swoista) 177, 180–183, 190, 191
– wrodzona (nieswoista) 177, 180–183, 190, 191
odruch(y): 218, 220–222
– bezwarunkowy 221, 222, 234
– obronny 180, 190
– warunkowy 221, 222, 234
oksyhemoglobina 130, 132, 144
oksytocyna 263, 264, 267
omocznia 302, 306, 316
ontogeneza 299, 306
oogeneza 294, 298
osłonka(i):
– przejrzysta 295, 299
– mielinowe 16, 24, 211, 219
osmoregulacja 194, 199, 205
osocze 20, 21, 130–132, 144, 147–149, 159, 164, 172, 183, 186, 198
osteoporoza 67, 82, 85, 115
otyłość 68, 79, 103–105, 118, 163
owodnia 302, 304, 306, 316
owulacja 264, 294–297, 300, 316

P
pamięć immunologiczna 182, 190
parathormon 263, 264, 271, 272, 274, 281
pepsyna 90, 95, 96, 100, 117
peptydazy jelitowe 91, 95, 96, 100, 117
pęcherzyk(i):
– jajnikowy (Graafa) 292, 293, 295, 315
– nasienne 286–288, 290, 315
– płucne 13, 14, 123, 125, 126, 129, 130, 140, 142
– żółciowy 93
– żółtkowy 316
pęczek Hisa 155, 173
pępowina 302, 316
pień mózgu 216, 218, 224, 225, 234
plemnik 286–290, 295, 299, 306, 315
płaskostopie 66, 68
płytki krwi, p. trombocyty
podwzgórze 34, 87, 98, 100, 263, 264, 267–270, 272, 279, 280, 288, 293, 297
polaryzacja 212, 215
potencjał:
– czynnościowy 212
– spoczynkowy 212

pręciki 240, 245, 257
progesteron 263, 264, 275, 281, 296–298, 316
prolaktyna 263, 264, 281
prostata, p. gruczoł krokowy
próchnica 85, 109
przeciwciała (immunoglobuliny) 20, 106, 113, 149, 178, 179, 181–183, 186, 189–191, 302, 306, 308
przepona 127, 128, 132, 143
przerost gruczołu krokowego 310, 314
przeszczep (transplantacja) 35, 65, 187, 188, 191
przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP) 133, 135, 140, 144
przewód:
– pokarmowy 75, 88–94, 96, 107, 116, 118, 124, 126
– półkolisty 247, 249, 250, 252, 257, 258
– słuchowy 237, 246–248, 252, 258
– ślimakowy 247
przysadka 198, 199, 206, 261, 263, 264, 266–270, 272, 273, 279–282, 288, 293, 295–298, 316
przytarczyce 263, 264, 267, 271, 272, 280, 281, 282
puls, p. tętno

R
rdzeń:
– kręgowy 13, 54, 57, 198, 209, 210, 215, 216, 218–221, 224, 225, 233, 234
– nadnercza 263, 275, 279, 280
– nerki 196, 199, 206
– przedłużony 128, 157
repolaryzacja 212, 215
resorpcja 197, 199, 206
reumatoidalne zapalenie stawów 185
rogówka 237, 240, 241, 245, 257, 258
rozwój:
– płodowy 300, 316
– zarodkowy 300, 316
rytmy biologiczne 265
rzęsistkowica 313, 314
rzeżączka 312, 314

S
salmonelloza 109
sarkomer 59, 60, 72
schizofrenia 231, 232
sekrecja (wydzielanie) 197, 199, 206
sen 102, 214, 222, 223, 226, 267, 232
serotonina 213–215, 234
siatkówka 237, 240–243, 245, 257, 258
sieć dziwna 153
skolioza 66, 68
skurcz mięśnia 60–62, 127, 132, 165, 241
smog 133, 134, 141, 144
soczewka oka 237, 240–245, 257, 258
sok:
– trzustkowy 88, 91, 93, 116
– żołądkowy 95, 98, 180, 224
spermatogeneza 289, 290
spirometria 137, 141, 144
spojówka 239, 240, 245, 257
sprzężenie zwrotne ujemne 11, 269, 270, 272, 282
staw(y): 50–52, 71, 66, 69
stres 69, 163, 223, 278–280, 303
stresor 278–280
surowica 183, 191
synapsa 213, 215, 233
szczepionka 182, 183, 191
szkielet: 21, 45–47, 49, 50, 70
– kończyn 45, 46, 49, 53, 56, 57, 70
– osiowy 45, 46, 49, 53, 57, 70
szpik kostny 48, 70, 160–162, 174, 188, 189
szyszynka 263, 264, 266, 267, 281

Ś
ścięgno 18–21, 59
ślimak 237, 247, 248, 252, 258
ślinianki 75, 88, 93, 94, 95, 100, 116
środki dopingujące, p. doping

T
tarcza nerwu wzrokowego 237, 240
tarczyca 85, 261, 263, 264, 266, 267, 269, 271, 272, 274, 278, 280–282
termoreceptory 238, 245, 257
termoregulacja 8, 22, 27, 29, 32–34, 35, 42
testosteron 64, 263, 264, 270, 275, 281, 287, 288, 290, 315
tęczówka 237, 240, 257
tętnica 147, 150–153, 156–158, 159, 162, 166, 168, 172, 173, 196, 206, 219
tętno (puls) 157
tkanka:
– chrzęstna 18, 19, 21, 24, 48, 49, 55, 70, 71, 246
– kostna 18, 19, 21, 24, 48, 49, 50, 70, 71
– łączna 5, 7, 13, 18–21, 23, 24, 148, 150, 153, 219
– mięśniowa 5, 7, 13, 15, 17, 23, 78, 154
– nabłonkowa 5, 7, 12–14, 17, 23, 29, 35
– nerwowa 5, 7, 13, 16, 17, 23, 24
– podskórna 28, 29, 41
– tłuszczowa 13, 18, 19, 24, 28, 29, 35, 41, 48, 79, 101, 105
toksoplazmoza 303
tomografia komputerowa (TK) 232
torebka:
– kłębuszka 196, 197, 199
– stawowa 52, 66
transfuzja (przetaczanie krwi) 65, 186
transplantacja, p. przeszczep
trombocyty (płytki krwi) 20, 21, 24, 147–150, 160, 164, 172, 174, 178, 189
trójjodotyronina 263, 264, 266, 269, 272, 274, 281
trypsyna 93–96, 100, 117
trzustka 75, 88, 91, 93–95, 100, 116, 229, 261, 263, 264, 267, 271, 272, 275, 280–282
twardówka 237, 240, 257
tymozyna 263, 264, 274, 281
tyreotropina (hormon tyreotropowy, TSH) 264, 269, 272, 281
tyroksyna 263, 264, 266, 269, 272, 274, 281

U
ucho: 237, 239, 246–249, 252, 258
– środkowe 237, 246–247, 252, 258
– wewnętrzne (błędnik) 237, 246, 247, 248, 249, 251, 252, 258
– zewnętrzne 237, 246, 247, 252, 258
udar mózgu 169, 171
układ(y): 6, 8–10, 12
– autonomiczny 209, 223, 225, 233, 234
– obwodowy 209, 219, 220, 222, 233
– ośrodkowy 209, 216, 233
– somatyczny 209, 223, 233
– przewodzący serca 155, 173
– przywspółczulny 209, 223–225, 234
– wrotny 153
– współczulny 209, 223–225, 234, 279, 280
urografia 200, 204

W
wazopresyna, p. hormon antydiuretyczny
wchłanianie zwrotne, p. resorpcja
wdech 122, 125, 127, 128, 132, 133, 143
wentylacja płuc 57, 121, 122, 126–128, 132, 142, 143
węglowodany: 76, 98, 114
– nieprzyswajalne 76, 80
– przyswajalne 76, 80
węzeł:
– przedsionkowo-komorowy 155
– zatokowo-przedsionkowy 155
węzły chłonne 160–162, 174, 177, 178, 189
więzadła 52, 66
więzozrosty 50, 52, 71,
wirus brodawczaka ludzkiego (HPV) 311, 313, 314
wirusowe zapalenie wątroby (WZW) 108
wydalanie 9, 22, 27, 31, 35, 42, 86, 193–195, 198, 199, 205
wydech 122, 125, 127, 128, 132, 143
wydzielanie, p. sekrecja
wymiana gazowa 122, 125–129, 132, 142, 143, 156
WZW, p. wirusowe zapalenie wątroby

Z
zaćma 243
zagnieżdżenie zarodka (implantacja) 292, 293, 300
zaplemnienie 287
zapłodnienie 299, 300, 306
zarodek 291–293, 300–302
zawał serca 135, 170, 171, 229
zygota 292, 299, 300, 306

Ź
źrenica 237, 240, 241, 245, 258, 279

Ż
żółć 88, 91, 93, 94, 96, 100
żylaki 168, 171
żyły 147, 151, 152, 153, 154, 156, 158, 168, 171, 172

Zdjęcia:
AGENCJA GAZETA: Mateusz Skwarczek s. 131 (komora hiperbaryczna), 134; **BE&W:** Science Source/Biophoto Associates s. 13 (tkanka łączna), 18 (tkanka włóknista luźna), Science Source/Biology Media s. 18 (tkanka włóknista zbita), 19 (tkanka włóknista zbita), Alamy Photo Stock/Melba Photo Agency s. 18 (tkanka tłuszczowa), 19 (tkanka tłuszczowa), Alamy Photo Stock/blickwinkel s. 38 (wesz głowowa), BSIP RM/Chassenet s. 39 (czerniak D), Science Source/David M. Phillips s. 123 (pęcherzyki płucne), Alamy Photo Stock/Dorling Kindersley ltd s. 125, BSIP RM/Cavallini James s. 200 (RTG), Alamy Photo Stock/pewi s. 221 (kobieta z cytryną), Alamy Photo Stock/Yakov Oskanov s. 228, Photo Researchers, Inc./Jessica Wilson s. 230, Alamy Photo Stock/Viacheslav Iakobchuk s. 232 (EEG), Granger Collection s. 239 (Einstein), Alamy Photo Stock/Dave Stamboulis s. 256, Alamy Photo Stock/Mark Davidson s. 273 (karłowatość), Alamy Photo Stock/YAY Media AS s. 274 (tężyczka), Alamy Photo Stock/Science History Images s. 312 (krętek blady), Photo Researchers, Inc./Kwangshin Kim s. 312 (dwoinka rzeżączki); **DEPOSITPHOTOS:** artjazz s. 37 (dziurawiec), AndrewLozovyi s. 39 (badanie u dermatologa), Massimo Lama s. 39 (czerniak B), Valeria Tarleva s. 76 (jabłka), monticello s. 76 (chleb), belchonock s. 78 (warzywa liściaste), Andris Tkacenko s. 78 (kasze, ryż), alex9500 s. 79 (boczek, wędliny), aamulya s. 85 (magnez), Valentyn_Volkov s. 85 (potas), Melica s. 85 (sól kuchenna), alexrath s. 85 (jod), Milkos s. 200 (test ciążowy), bit245 s. 244 (witamina A), Amelie1 s. 304 (zakaz spożywania alkoholu), jovannig s. 304 (USG), Ilya Andriyanov s. 305 (okres noworodkowy), Family Veldman s. 305 (okres niemowlęcy); **EAST NEWS:** Science Photo Library s. 35, Shutterstock/REX/Matt Baron s. 36 (modelka z bielactwem), Science Photo Library s. 38 (świerzbowiec), 92 (bakterie), 161, 178, Visuals Unlimited/Science VU, s. 108 (owsik), Visuals Unlimited/Dr. David Phillips s. 313 (rzęsistek); **FLASH PRESS MEDIA:** MEDICAL Images/ISM/Herv Conge s. 13 (tkanka nerwowa), 16, 19 (tkanka chrzęstna szklista), Diomedia/Science Source/Biophoto Associates s. 13 (tkanka nabłonkowa), 14 (nabłonek wielowarstwowy płaski), 38 (grzybica), MEDICAL Images/Carolina Biological s. 14 (nabłonek jednowarstwowy płaski), MEDICAL Images/Medical Images RM/Robert Notter s. 18 (tkanka chrzęstna), Diomedia/MicroScan s. 30 (komórki paznokcia), Diomedia/Science Source/Alvin Telser s. 31 (gruczoły łojowe), Diomedia/Science Source/David M. Phillips s. 299, Diomedia/Phanie/Dachez s. 308 (komórki); **FORUM:** Adam Chelstowski s. 133; **GETTY IMAGES:** Science Photo Library RF/SCIEPRO – okładka, Westend61 s. 5, 7, Corbis RF Stills/Fuse s. 8 (siatkówka), Dorling Kindersley s. 13 (model człowieka), Science Photo Library RM s. 13 (tkanka mięśniowa), 15 (tkanka mięśniowa szkieletowa i gładka), 38 (skóra ze świerzbem), 39 (czerniak C), 148 (płytki krwi), 209; Photolibrary/Ed Reschke s. 14 (nabłonek jednowarstwowy sześcienny i walcowaty), E+/PeopleImages s. 25, Brand X Pictures/Science Photo Library/Roger Harris s. 31 (gruczoły mlekowe), Image source/Callista Images s. 39 (czerniak A), E+/Alberto Pomares s. 37 (poparzenie słoneczne), E+/gchutka s. 45, E+/RuslanDashinsky s. 51, E+/Atilla ALTUN s. 57, Gallo Images s. 61, E+/Floortje s. 64-65 (leki), Cultura RF/Igor Emmerich s. 65 (biegnąca kobieta), E+\PeopleImages s. 75, iStock/Vitalina Rybakova s. 78 (warzywa strączkowe), iStock/anilakkus s. 78 (orzechy), iStock/Aamulya s. 80, Digital Vision/Jonathan Knowles s. 82 (tło apli), PhotoAlto Agency RF Collections/Isabelle Rozenbaum s. 83 (porzeczki), iStock/Anna_Shepulova s. 85 (wapń), Fancy/Veer/Corbis s. 103 (mięso), E+/domin_domin s. 103 (talerz), E+/fcafotodigital s. 103 (kobieta na rowerze), E+/hdere s. 109 (lody), E+/Tashi-Delek s. 121, Moment/Harry Kikstra s. 131 (himalaista), EyeEm/Thierry Najean s. 131 (płetwonurek), Corbis/Viaframe s. 135 (płuca zdrowe i chore), EyeEm/Prakasit Khuansuwan s. 135 (papieros), iStock/WILLSIE s. 139 (RTG), Science Photo Library/SCIEPRO s. 147, Juice Images RF s. 177, Digital Vision s. 180 (dziewczyna z piłką), Digital Vision/Blend Images LLC/Dave and Les Jacobs s. 193, E+/magnetcreative s. 229 (leki), Cultura RF/Phil Boorman Photography Ltd s. 232 (tomografia komputerowa), Cultura RF/Rakusen s. 232 (rezonans magnetyczny), iStock/Antonio Diaz s. 246, BJI/Blue Jean Images s. 250, E+/AlexSava s. 261, China Photos/Zhang Juncai s. 273, OJO Images RF/Tom Merton s. 285, iStock/PeopleImages s. 305 (okres dojrzewania), Digital Vision/Plume Creative s. 305 (okres dorosłości), iStock/stocknroll s. 305 (okres przekwitania), Digital Vision/Jose Luis Pelaez Inc s. 305 (okres starości), E+/andresr s. 308 (kobieta przed mikroskopem); **INDIGO IMAGES:** SPL s. 14 (nabłonek jednowarstwowy wielorzędowy), 15 (tkanka mięśniowa serca), 15 (model człowieka), 16 (komórki glejowe), Fotosearch LBRF/toeytoey s. 18, 20 (krew), SPL s. 31 (gruczoły potowe), Fotosearch LBRF/kalinich24 s. 36 (videodermatoskopia), SPL s. 39 (czerniak E), 40, 107 (USG, gastroskopia), 108 (włosień kręty), 110 (powierzchnia jelita zdrowego i chorego), 113 (ściana żołądka), 123 (nabłonek dróg oddechowych), AGE Fotostock/Javier Larrea s. 137 (badanie spirometrem), SPL s. 139 (migdałki z anginą, guz nowotworowy), 148 (leukocyty, erytrocyty), 151, 165 (echokardiogram 3D), 170 (angiografia), 180 (rzęski), Fotosearch LBRF/CSP_Farina5000 s. 185 (łuszczyca), SPL s. 185 (reumatoidalne zapalenie stawów), 196, 202, 203 (hemodializa), 293, 304 (amniopunkcja), 312 (chlamydia), 313 (wirus HPV, bielnik); **POLSKA AGENCJA PRASOWA PAP:** EPA/Maurilio Cheli s. 273 (akromegalia); **SHUTTERSTOCK:** PixieMe s. 8 (skóra), Sebastian Kaulitzki s. 10, Business stock s. 18 (dłoń), Irina Bg s. 30 (dziewczyna), YuriyZhuravov s. 30 (dłonie), Maridav s. 33 (przegrzanie ciała), Stock-Studio s. 33 (wyziębienie ciała), Gladskikh Tatiana s. 38 (dziewczyna z psem), WAYHOME studio s. 58, BigBlueStudio s. 60, Rena Schild s. 63, Roman Samborskyi s. 68, Boris Ryaposov s. 69, pukao s. 76 (cukier), Ulada s. 77 (otręby), Oleksandra Naumenko s. 77 (warzywa i owoce), Elena Zajchikova s. 78 (słonecznik), Ivaschenko Roman s. 78 (nasiona dyni), Maya Kruchankova s. 79 (tłuszcze roślinne), goodluz s. 81 (rodzina na plaży), verca s. 81 (karoten), Evan Lorne s. 82 (witamina A), tamsindove s. 82 (witamina D3), Oleksandra Naumenko s. 82 (witamina E), sirtravelalot s. 82 (witamina K), morisfoto s. 83 (witamina B), Chinnapong s. 83 (tło apil, woda), photopixel s. 84, bitt24 s. 85 (żelazo), Supida Khemawan s. 85 (fluor), Billion Photos s. 86, Magic mine s. 92, cristi180884 s. 96 (chleb), 97 (chleb), azure1 s. 96 (ser), 97 (ser), addkm s. 96 (olej), 97 (olej), Shutterstock s. 102 (piramida żywności), Jacek Chabraszewski s. 102 (biegnące kobiety), Iurii Stepanov s. 103 (dłonie), Ermak Oksana s. 103 (kasza), Isarapic s. 103 (warzywa), Crevis s. 108 (tasiemiec), Rattiya Thongdumhyu s. 108 (glista ludzka), Magic mine s. 108 (model człowieka z wątrobą), Kateryna Kon s. 108 (wirus), Magic mine s. 109 (model człowieka z żołądkiem), nobeastsofierce s. 109 (bakteria), Magic mine s. 110 (model człowieka z jelitami), 111, Rost9 s. 110-111 (zdjęci na pasku), Timmary s. 112, Peter Sobolev s. 113 (pigułka z kamerą), Antonio Guillem s. 113 (mężczyzna), pongsakorn chaina s. 113 (laptop), Yevhen Vitte s. 131 (otwieranie butelki), LezinAV s. 136, khuruzero s. 137 (RTG), LightField Studios s. 139 (badanie migdałków), Rost9 s. 140, Viachaslau Vaitsenok s. 148 (wirówka, ilustracja), SingjaiStocker s. 162, Jacek Chrabaszewski s. 163 (kobieta na rowerze), bitt24 s. 163 (odpowiednia dieta), Aquarius Studio s. 164, kalewa s. 165 (echokardiogram 2D), Satyrenko s. 165 (badania EKG), Rost9 s. 170, PixieMe s. 180 (skóra), Billion Photos s. 180 (kichająca kobieta), Kateryna Kon s. 180 (bakterie), Motortion Films s. 180 (łzawiące oko), Magic mine s. 180 (żołądek), Alexey Smolyanyy s. 185 (zastrzyk z adrenaliny), shurkin_son s. 185 (bielactwo), New Africa s. 201, Rost9 s. 203 (zdjęcie na pasku), whitehoune s. 211, Dean Drobot s. 214 (sen), fizkes s. 214 (dopamina), Pecold s. 214 (adrenalina), Liderina s. 214 (serotonina), Supattra Luasook s. 221 (odruch ssania), Syda Productions s. 222, LStockStudio s. 223, BushAlex s. 227, FOTOGRIN s. 229 (e-papierosy), Rost9 s. 230–231, Africa Studio s. 237, goodluz s. 239 (dziewczyna), LeManna s. 243 (chłopiec czytający książkę), LuckyBall s. 243 (tablica barwna), Rohappy s. 244 (kobieta z parasolem), Prostock-studio s. 251, Africa Studio s. 266 (śpiąca kobieta), Nerthuz s. 266 (tarczyca), Yuganov Konstantin s. 266 (dziewczynka), OHishiapply s. 267, medistock s. 272, Love Silhouette s. 274 (powiększone wole tarczycy), Dean Drobot s. 274 (ból kości), Zaretska Olga s. 276, Image Point Fr s. 277, Polupoltinov s. 286, Monkey Business Images s. 291 (kobieta w ciąży), wavebreakmedia s. 291 (kobieta), Photographee.eu s. 297, Africa Studio s. 298, lunamarina s. 303, Ana Blazic Pavlovic s. 305 (okres poniemowlęcy), Donskaya Olga s. 305 (okres dzieciństwa), Alexander Raths s. 306, Image Point Fr s. 307, LStockStudio s. 309, Rost9 s. 310–313, Syda Productions s. 311 oraz Archiwum Wydawnictwa s. 18, 19 (tkanka kostna), Ewelina i Bogdan Wańkowiczowie s. 102 (biały ser), Patryk Budzich s. 106, 241.

nowa era *Twoje mocne strony*

Biologia na czasie

Podręcznik *Biologia na czasie 2* do zakresu podstawowego zawiera treści dotyczące poszczególnych układów narządów budujących organizm człowieka. Są one zilustrowane atrakcyjnymi infografikami, dzięki którym łatwiej jest zrozumieć i zapamiętać najważniejsze informacje. W opanowaniu poszczególnych zagadnień pomocnych będzie wiele różnych rozwiązań, w tym wskazówki zawarte w takich elementach, jak *Zwróć uwagę na...* oraz *Jest na to sposób*.



Wiedza bliska życiu

Tematy poruszane w elementach *O tym się mówi!* oraz *Bliżej życia* odwołują się do życia codziennego i wykorzystywania wiedzy w praktyce. Dzięki temu rozbudzają zainteresowanie biologią.

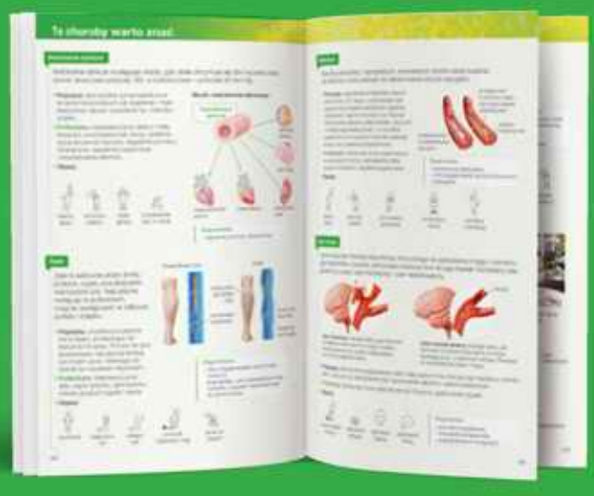
Przypomnienie ważnych treści

Element *To było w szkole podstawowej!* pozwala przypomnieć sobie istotne informacje, np. dotyczące chorób.



Diagnostyka i profilaktyka chorób

W podręczniku *Biologia na czasie 2* do zakresu podstawowego znajduje się element *Te choroby warto znać*. Pozwala on łatwo zapamiętać przyczyny, objawy, sposoby diagnostyki oraz profilaktykę chorób i zaburzeń opisanych w podstawie programowej.



Nowa Era Sp. z o.o.
www.nowaera.pl nowaera@nowaera.pl
Centrum Kontaktu: 801 88 10 10, 58 721 48 00

ISBN 978-83-267-3856-2
9 788326 738562