

Nowość
EDYCJA 2024

NOWA Biologia na czasie

2 PODRĘCZNIK • LICEUM • TECHNIKUM
ZAKRES PODSTAWOWY

ZMIANY
W PODSTAWACH
2024



podręcznik w pełni
dostosowany



nowa
era

NOWA Biologia na czasie

2

PODRĘCZNIK • LICEUM • TECHNIKUM

ZAKRES PODSTAWOWY

ANNA HELMIN

JOLANTA HOLECZEK



Twoje mocne strony

NOWA Biologia na czasie

Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania biologii, na podstawie opinii rzeczoznawców:

prof. dr hab. Elżbiety Kompanowskiej-Jezierskiej, mgr Małgorzaty Maraszek, dr. hab. Krzysztofa Kaszewskiego.

Etap edukacyjny: III

Typ szkoły: liceum ogólnokształcące i technikum

Rok dopuszczenia: 2025

Numer ewidencyjny w wykazie MEN: 1221/2/2025

Podręcznik przygotowano na podstawie *Programu nauczania biologii w zakresie podstawowym dla liceum ogólnokształcącego i technikum – Biologia na czasie* autorstwa Katarzyny Kłosowskiej.

Podręcznik został opracowany z uwzględnieniem zmian w zasadach polskiej ortografii, uchwalonych przez Radę Języka Polskiego w 2024 r. i obowiązujących od 1.01.2026 r.

Nabyta przez Ciebie publikacja jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy o przestrzeganie praw, jakie im przysługują. Zawartość publikacji możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym, ale nie umieszczaj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, to nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. Możesz skopiować część publikacji jedynie na własny użytek.

Szanujemy cudzą własność i prawo. Więcej na www.legalnakultura.pl

Wykorzystywanie treści niniejszego Utworu, w jakiegokolwiek formie lub w jakimkolwiek procesie, do celów eksploracji tekstu i danych, uczenia maszynowego, rozwoju i/lub szkolenia i/lub wzbogacania sztucznej inteligencji jakiegokolwiek rodzaju jest surowo zabronione.



© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o. 2025

ISBN 978-83-267-5220-9

Koordinacja prac i redakcja merytoryczna: Ewa Mejtun.

Redakcja merytoryczna: Magdalena Bujnowska, Anna Kłopotek, Aleksandra Mazur.

Redakcja językowa: Aleksandra Kowalczyk-Pryczkowska.

Współpraca redakcyjna: Roksana Blech, Agnieszka Szymanowska-Pancer.

Nadzór artystyczny: Ewa Kaletyn, Kaia Pichler. **Opieka graficzna:** Maciej Galiński, Marcin Oleksak.

Projekt okładki: Maciej Galiński, Krzysztof Mrawiński. **Projekt layoutu:** Marcin Kołacz.

Opracowanie graficzne: Maciek Galiński, Klaudia Jarocka, Marcin Kołacz, Marcin Oleksak, Wojciech Sendal, Zuzanna Sri, Grażyna Truchlińska, Halszka Zwalińska.

Ilustracje: Ewelina Baran, Katarzyna Borek-Polkowska, Elżbieta Buczkowska, Rafał Buczkowski, Marta Długokęcka, Natalia Helman, Wioleta Herczyńska, Agata Knajdek, Michał Kosieradzki, Adam Król, Przemysław Kłosin, Sławek Maniak, Laura Maziewska, Małgorzata Motyka, Krzysztof Mrawiński, Marcin Oleksak, Paulina Podolska, Poszarpani, Joanna Ptak, Marcin Ptak, Daniel Rudnicki, Joanna Safranow, Wojciech Sendal, Ewa Sowulewska, Przemysław Szukaj, Monika Wiśniewska. **Fotoserwis:** Bogdan Wańkowicz. **Realizacja projektu graficznego:** Ewa Pietras.

Wydawnictwo dołożyło wszelkich starań, aby odnaleźć posiadaczy praw autorskich do wszystkich utworów zamieszczonych w publikacji. Pozostałe osoby prosimy o kontakt z Wydawnictwem.

Nowa Era Sp. z o.o.

Aleje Jerozolimskie 146 D, 02-305 Warszawa

www.nowaera.pl, e-mail: nowaera@nowaera.pl

Centrum Kontaktu: 58 721 48 00

Druk i oprawa: Quad/Graphics Europe Sp. z o.o.

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.

Czy ziola mogą uczulać na słońce?

Gdzie powstają myśli?

Który narząd ma największą powierzchnię?

Do czego służą poszczególne elementy podręcznika?

Przypomnij sobie

Informacje umieszczone w tym elemencie pomogą Ci przypomnieć sobie wiadomości ze szkoły podstawowej lub pierwszej klasy.

O tym się mówi!

Ciekawe tematy pozwolą Ci zająć własne stanowisko w danej sprawie.

Ważne na tej lekcji!

Wypunktowanie najważniejszych treści na początku tematu podpowie Ci, na co zwracać szczególną uwagę.

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 musisz znać

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

Te choroby warto znać!

Przykłady chorób nieujętych w podstawie programowej pomogą Ci zadbać o profilaktykę. O części z tych chorób była mowa w szkole podstawowej.

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

► 1. Organizm człowieka jako funkcjonalna całość

1.1. Hierarchiczna budowa organizmu człowieka

1.2. Tkanki: nabłonkowa, mięśniowa i nerwowa

1.3. Tkanka łączna

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 2. Skóra – powłoka ciała

2.1. Budowa i funkcje skóry

2.2. Choroby i higiena skóry

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 3. Układ ruchu

3.1. Ogólna budowa i funkcje szkieletu

3.2. Rodzaje połączeń kości

3.3. Szkielet osiowy i szkielet kończyn

3.4. Budowa i funkcjonowanie mięśni szkieletowych

3.5. Higiena i choroby układu ruchu

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 4. Układ pokarmowy

4.1. Organiczne składniki pokarmowe

4.2. Rola witamin. Nieorganiczne składniki pokarmowe

4.3. Budowa i funkcje układu pokarmowego

4.4. Procesy trawienia i wchłaniania

4.5. Zasady racjonalnego odżywiania się

4.6. Choroby układu pokarmowego

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 5. Układ oddechowy

5.1. Budowa i funkcje układu oddechowego

5.2. Wentylacja i wymiana gazowa

5.3. Zaburzenia funkcjonowania układu oddechowego

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 6. Układ krążenia

6.1. Budowa i funkcje układu krwionośnego

6.2. Obiegi krwi. Serce

6.3. Układ limfatyczny

6.4. Choroby układu krążenia

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 7. Odporność organizmu

7.1. Budowa układu odpornościowego. Rodzaje odporności

7.2. Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 8. Układ moczowy

8.1. Budowa i funkcjonowanie układu moczowego

8.2. Choroby układu moczowego

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 9. Układ nerwowy

9.1. Budowa i działanie układu nerwowego

9.2. Ośrodkowy układ nerwowy

9.3. Obwodowy układ nerwowy

9.4. Autonomiczny układ nerwowy

9.5. Higiena i choroby układu nerwowego

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 10. Narządy zmysłów

10.1. Budowa i działanie narządu wzroku

10.2. Ucho – narząd zmysłu słuchu i zmysłu równowagi

10.3. Narządy smaku oraz węchu

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 11. Układ hormonalny

11.1. Budowa i rola układu hormonalnego

11.2. Regulacja wydzielania hormonów

11.3. Nadczynność i niedoczynność tarczycy. Stres

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

► 12. Rozmnażanie i rozwój człowieka

12.1. Budowa i funkcje męskich narządów rozrodczych

12.2. Budowa i funkcje żeńskich narządów rozrodczych

12.3. Rozwój człowieka

12.4. Higiena i choroby układu rozrodczego

Podsumowanie

Sprawdź, czy już umiesz!

Sprawdź, czy już umiesz! – klucz odpowiedzi

Przydatne terminy

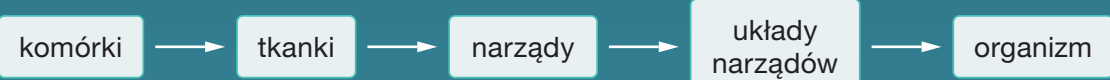
Indeks

1. Organizm człowieka jako funkcjonalna całość

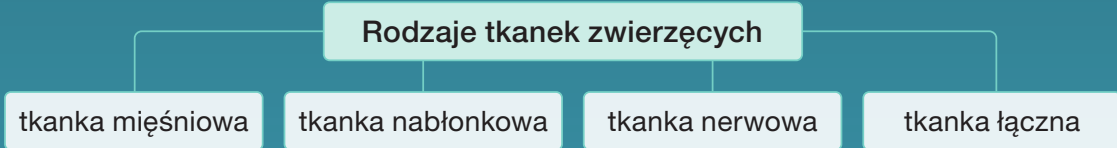


Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

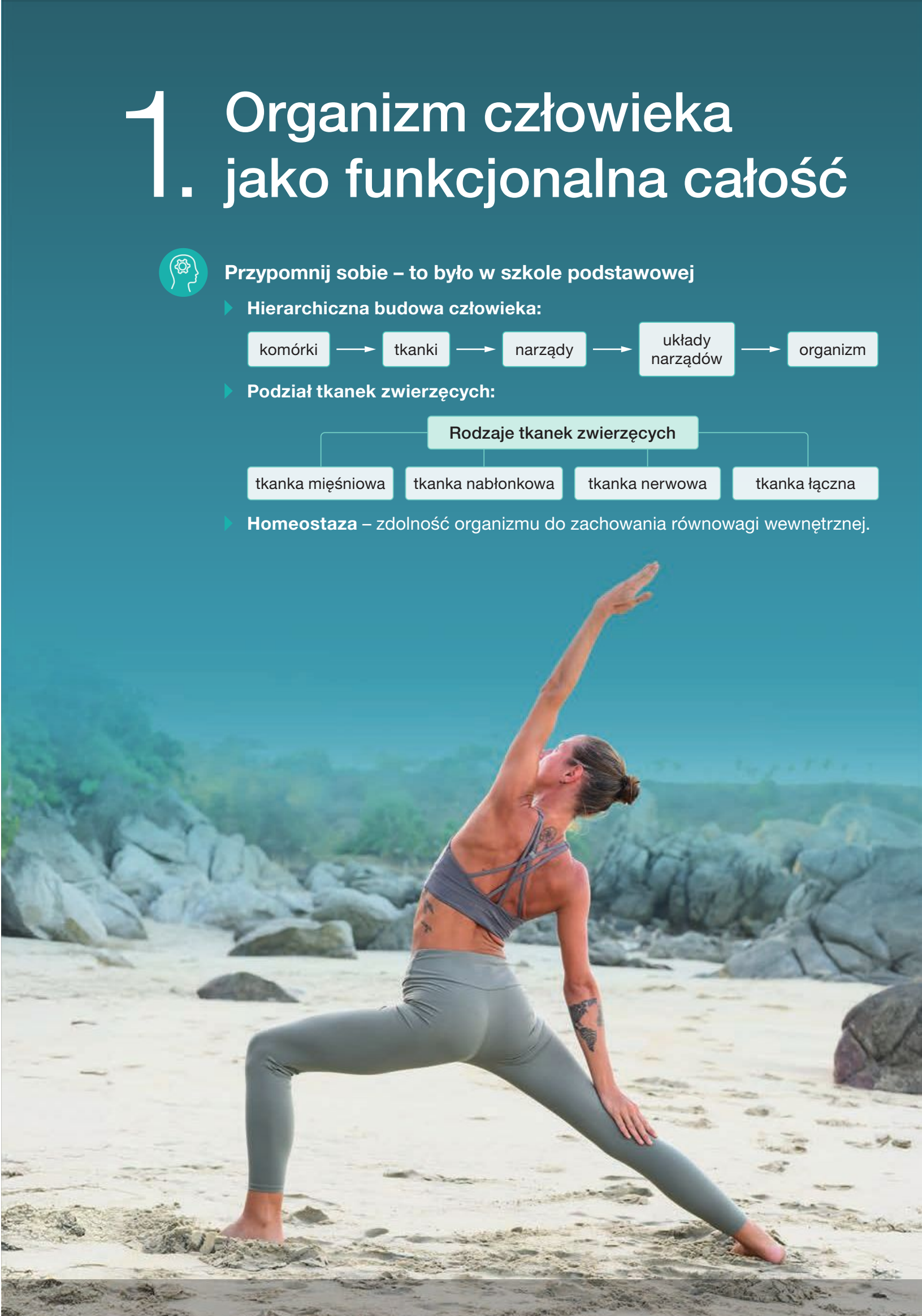
► Hierarchiczna budowa człowieka:



► Podział tkanek zwierzęcych:



► Homeostaza – zdolność organizmu do zachowania równowagi wewnętrznej.



1.1. Hierarchiczna budowa organizmu człowieka

Ważne na tej lekcji!

- poziomy budowy organizmu człowieka
- funkcje układów narządów
- definicja homeostazy i mechanizmy pozwalające utrzymać homeostazę

Wielokomórkowe organizmy są jak specjalistyczne urządzenia złożone z wielu działających precyzyjnie podzespołów. Przykładowo organizm człowieka tworzą układy narządów składające się z dużej liczby mniejszych elementów.

■ Jaką budowę ma organizm człowieka?

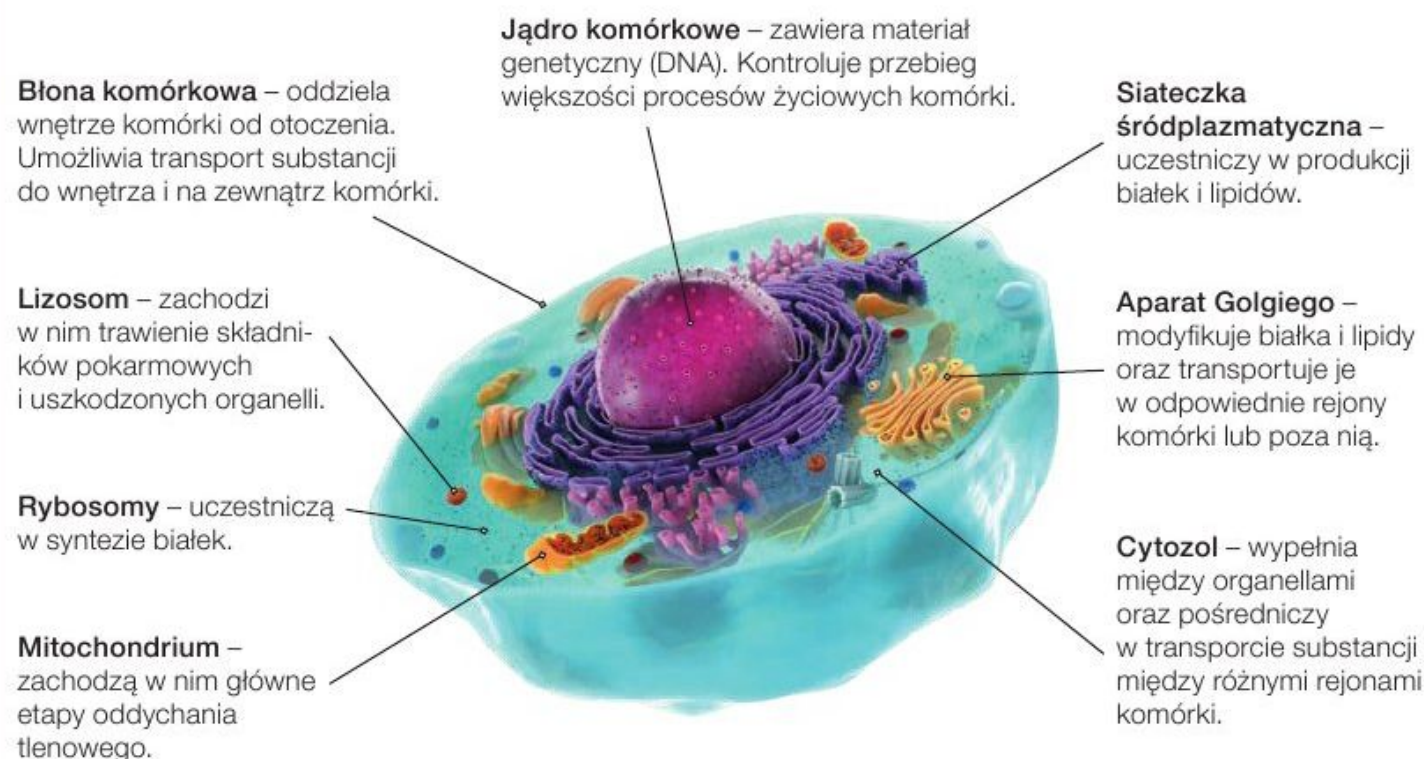
Organizm człowieka ma budowę hierarchiczną. Oznacza to, że składa się z elementów uporządkowanych zgodnie ze stopniem

złożoności ich budowy. Elementy te łączą się i współpracują ze sobą. W ten sposób tworzą coraz wyższe poziomy.

Podstawowymi elementami funkcjonalnymi i budulcowymi każdego organizmu są **komórki**. Zespoły komórek tworzą **tkanki** wyspecjalizowane w pełnieniu określonych funkcji. Tkanki wchodziły w skład **narządów**, a te z kolei – w skład **układów narządów**. Układy narządów współpracują ze sobą, dzięki czemu tworzą najwyższy poziom budowy, czyli **organizm**.

Przypomnij sobie

■ Budowa komórki zwierzęcej

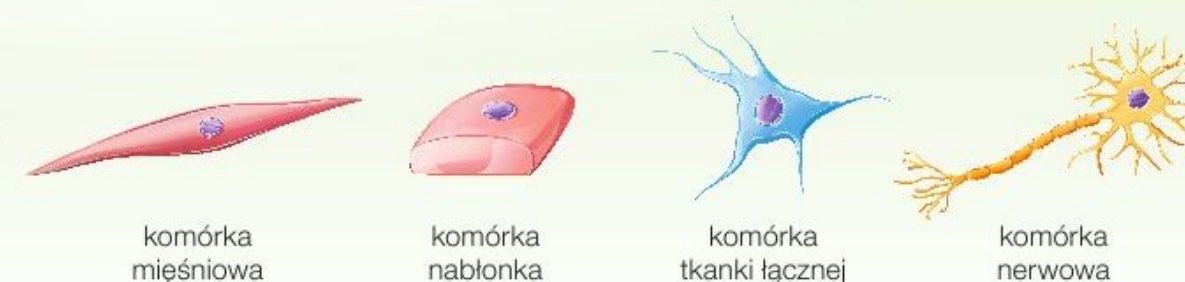


Poziomy organizacji budowy ciała człowieka

Nasze ciało powstaje z jednej zapłodnionej komórki jajowej. Dzieli się ona i różnicuje na ok. 200 rodzajów komórek, które tworzą 4 główne rodzaje tkanek. Są to tkanki: mięśniowa, nabłonkowa, łączna i nerwowa. Wchodzą one w skład narządów, a te – w skład układów narządów tworzących organizm.

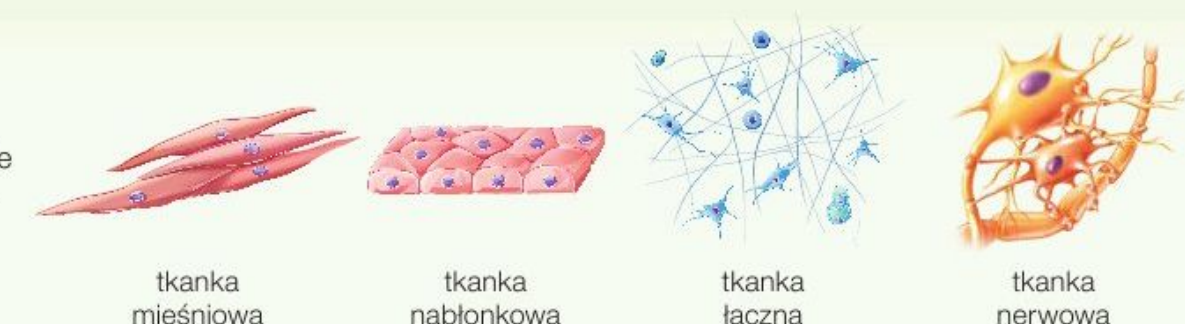
Komórka

Podstawowa jednostka budulcowa i funkcjonalna organizmu.



Tkanka

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



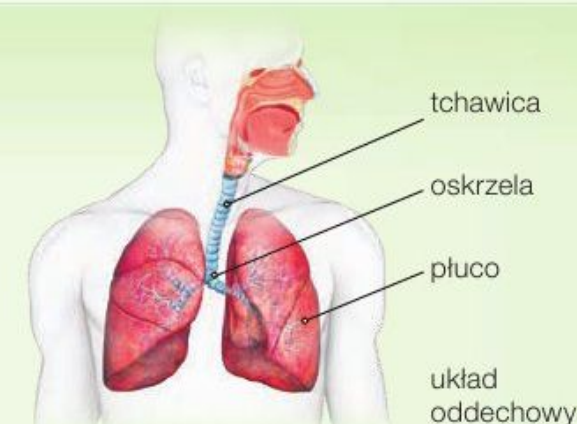
Narząd

Zespół tkanek wyspecjalizowany w pełnieniu określonych funkcji.



Układ narządów

Zespół narządów współdziałających podczas wykonywania danej czynności.



Organizm

Współdziałające układy narządów, tworzące funkcjonalną całość.



Układy narządów człowieka

Organizm człowieka składa się z 11 układów narządów. Niekiedy badacze łączą układy w większe grupy. Na przykład układ krwionośny i układ limfatyczny w układ krążenia, a układ szkieletowy i układ mięśniowy – w układ ruchu.



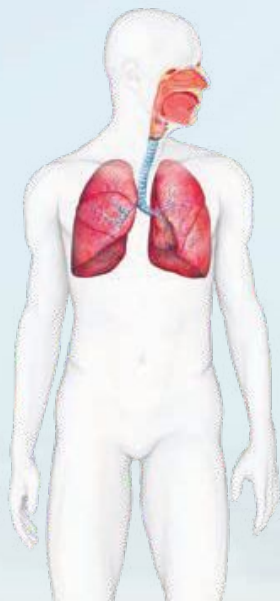
Układ mięśniowy

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.



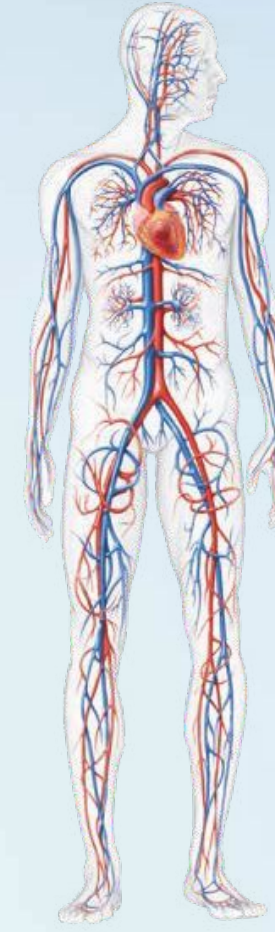
Skóra

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



Układ pokarmowy

Umożliwia pobieranie, trawienie i wchłanianie składników pokarmowych oraz usuwanie niestrawionych resztek pokarmu.



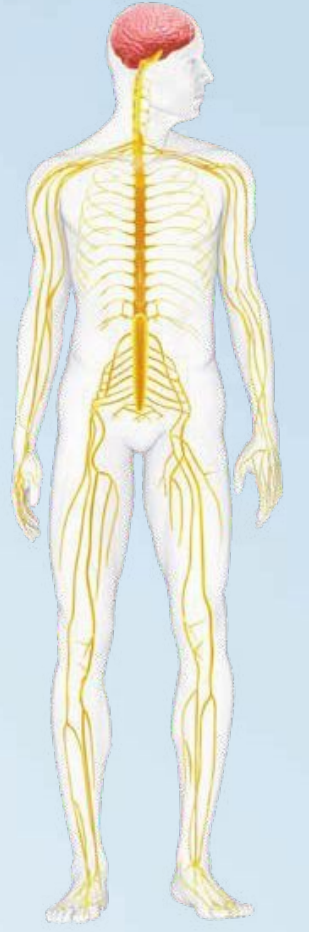
Układ krwionośny

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



Układ limfatyczny

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



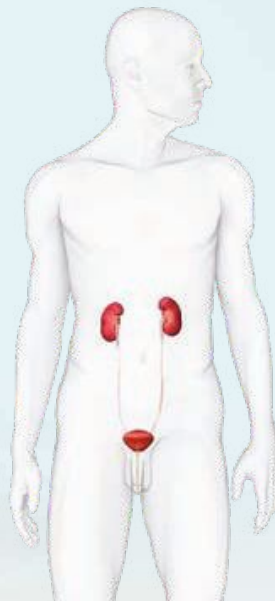
Układ nerwowy

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



Układ hormonalny

Bierze udział w regulowaniu procesów życiowych za pomocą hormonów.



Układ moczowy

Odpowiada za wydalanie niektórych produktów metabolizmu, np. mocznika.



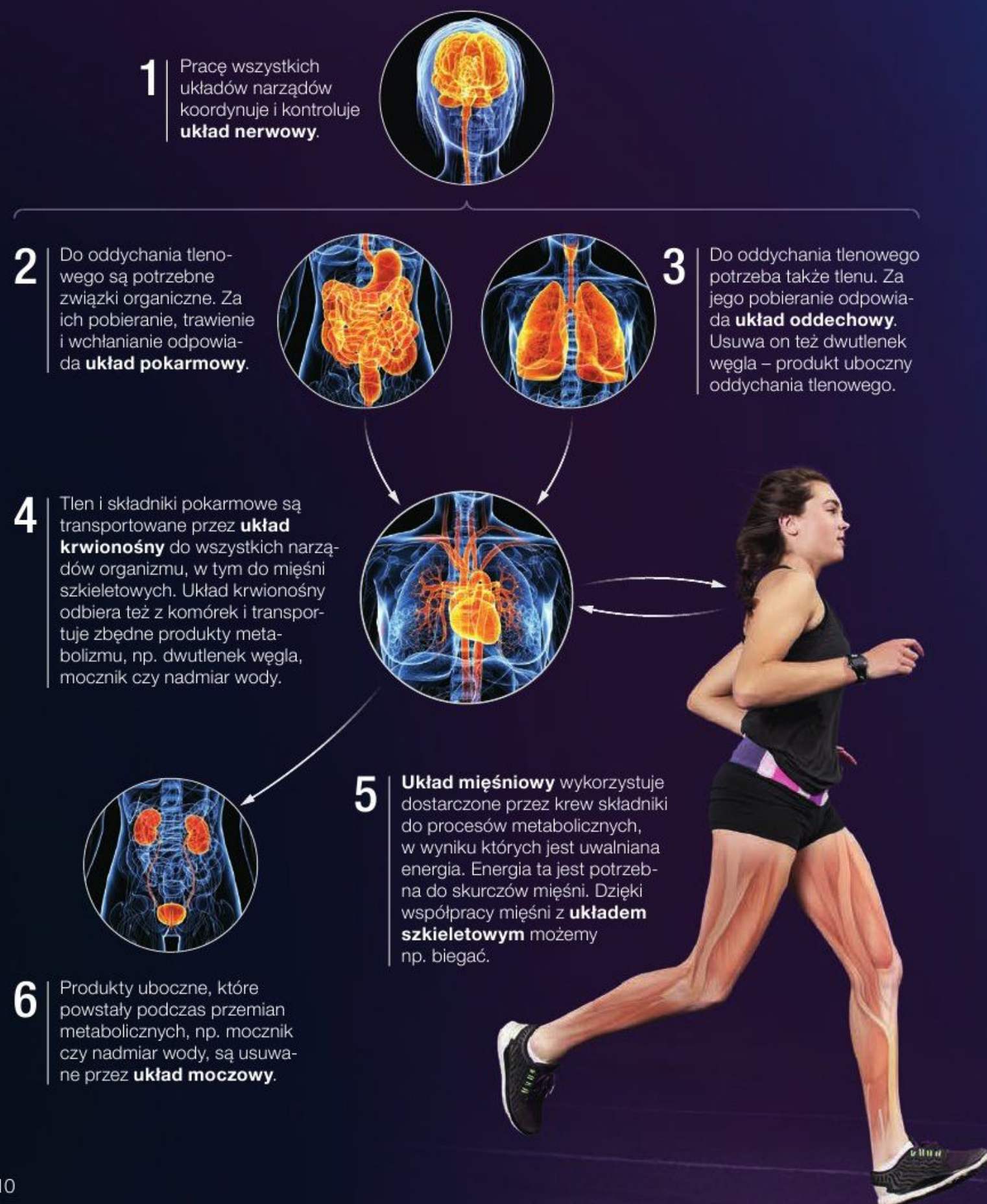
Układ rozrodczy

Wytwarza komórki płciowe i umożliwia rozmnażanie się.



Jak układy narządów współpracują ze sobą?

Organizm może wykonywać skomplikowane czynności, ponieważ układy narządów współpracują ze sobą. Na przykład do poruszania się potrzebujemy energii, którą uzyskujemy m.in. podczas oddychania tlenowego. Prześledź na schemacie, jakie zadania wykonują poszczególne układy narządów, aby umożliwić nam bieg.



■ Czym jest homeostaza?

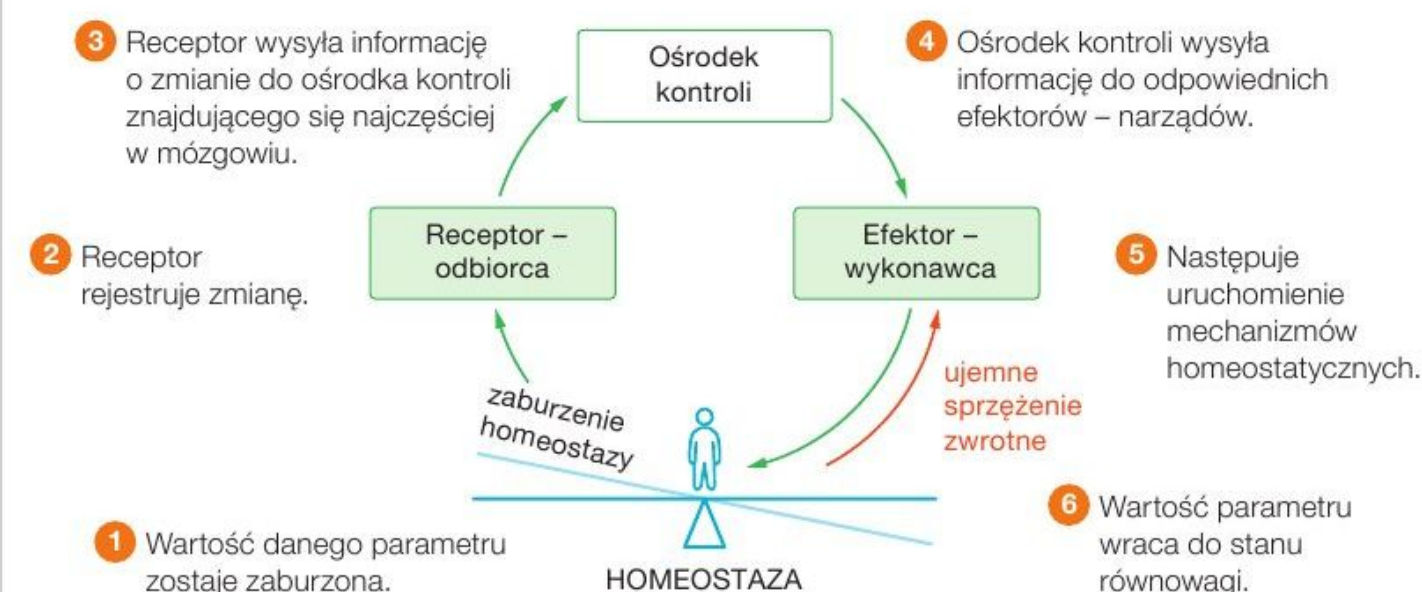
Homeostaza to zdolność organizmu do utrzymywania względnie stałych warunków środowiska wewnętrznego. Polega ona na zachowywaniu we względnej równowadze takich parametrów, jak temperatura ciała, ciśnienie krwi i stężenie glukozy we krwi.

Za utrzymywanie równowagi wewnętrznej organizmu odpowiadają tzw. **mechanizmy**

homeostatyczne. Większość z nich działa na zasadzie **ujemnego sprzężenia zwrotnego**. Oznacza to, że efekt końcowy hamuje proces, który doprowadził do powstania tego efektu. Na przykład gdy temperatura ciała jest podwyższona, zaczynamy się pocić. Jeżeli temperatura ciała osiągnie prawidłową wartość (efekt końcowy), organizm przestanie produkować pot.

Jak organizm utrzymuje homeostazę?

Przeanalizuj poniższy schemat. Zwróć uwagę na role receptorów, ośrodka kontroli oraz efektorów w utrzymywaniu homeostazy.



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 funkcji.
- Zbudowane z tkanek **narządy** wykonujące określone zadania tworzą wyższy poziom – **układ narządów**.
- 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 poziomy organizacji ciała człowieka.
2. Wyjaśnij na dowolnym przykładzie, na czym polega współpraca układów narządów.

1.2. Tkanki: nabłonkowa, mięśniowa i nerwowa

Ważne na tej lekcji!

- budowa, funkcje i występowanie tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej

U człowieka występują cztery rodzaje tkanek. Trzy z nich: tkankę nabłonkową, mięśniową i nerwową, poznasz na tej lekcji. Ostatni rodzaj tkanek, czyli tkankę łączną, omówimy w kolejnym temacie (→ 1.3. *Tkanka łączna*, s. 16).

Rodzaje tkanki nabłonkowej

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: wchłaniania i wydzielania substancji.

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



Nabłonek jednowarstwowy walcowaty

Budowa: wysokie komórki w kształcie walca, niektóre z wypustkami (mikrokosmkami).

Funkcja: wchłaniania i wydzielania substancji.

Występowanie: żołądek, jelito cienkie.



Nabłonek jednowarstwowy wielorzędowy

Budowa: wysokie i niskie komórki, które mogą mieć rzęski.

Funkcja: rzęski usuwają zanieczyszczenia.

Występowanie: drogi oddechowe.

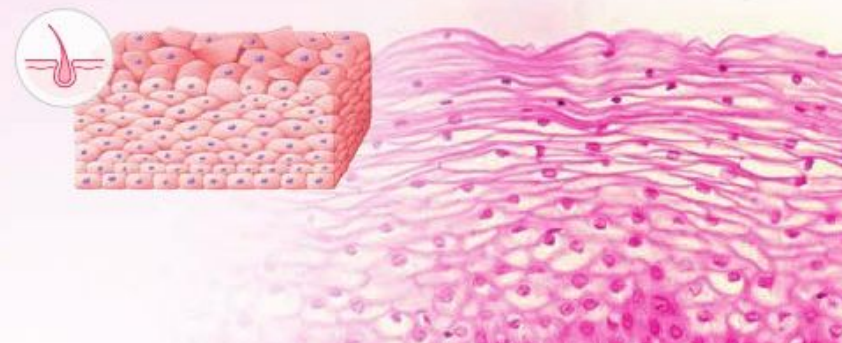


Nabłonek wielowarstwowy płaski

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

Funkcja: pełni głównie funkcję ochronną.

Występowanie: powierzchnia ciała (naskórek).



Tkanka nabłonkowa

Tkanka nabłonkowa ma zwarty układ komórek, które tworzą jedną warstwę lub wiele warstw. Warstwy są ułożone na **błonie podstawnej**, czyli substancji międzykomórkowej zawierającej włókna białkowe.

Tkanka mięśniowa

Tkankę mięśniową tworzą wydłużone elementy: komórki mięśniowe lub włókna mięśniowe. Znajdują się w nich liczne włókienka zbudowane z białek – **aktyny** i **miozyny** – dzięki którym tkanka mięśniowa może się kurczyć. Wyróżniamy trzy rodzaje tkanki mięśniowej:

- ▶ tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną szkieletową,
- ▶ tkankę mięśniową poprzecznie prążkowaną serca,
- ▶ tkankę mięśniową gładką.

Różnią się one budową i sposobem funkcjonowania. Krótką charakterystykę tych tkanek znajdziesz poniżej.

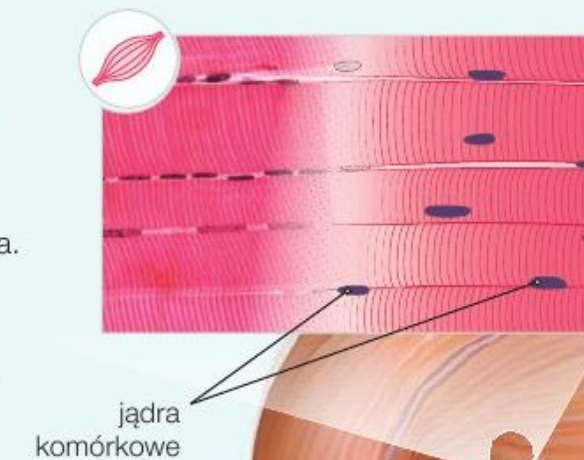
Rodzaje tkanki mięśniowej i przykłady ich występowania

Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa

Budowa: długie, cylindryczne włókna mięśniowe, których jądra znajdują się na ich obrzeżach. Pod mikroskopem widać poprzeczne prążkowanie włókna.

Cecha: skurcze są prawie zawsze zależne od woli.

Występowanie: mięśnie szkieletowe.

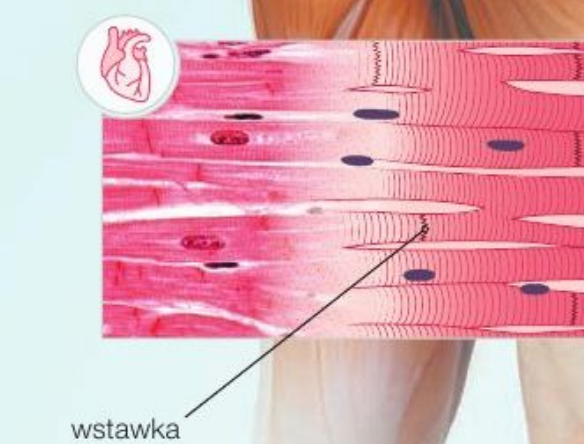


Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana serca

Budowa: komórki mięśniowe, które są widlasto rozgałęzione i połączone tzw. wstawkami w przestrzenną sieć. Mają jedno lub dwa jądra komórkowe położone centralnie. Pod mikroskopem widać poprzeczne prążkowanie.

Cecha: skurcze są szybkie i niezależne od woli.

Występowanie: serce.



Tkanka mięśniowa gładka

Budowa: wydłużone, zwężone na końcach komórki mięśniowe, które mają jedno, centralnie położone jądro komórkowe. Pod mikroskopem nie widać prążkowania.

Cecha: skurcze są powolne, długotrwałe i niezależne od woli.

Występowanie: ściany narządów wewnętrznych (np. jelit).

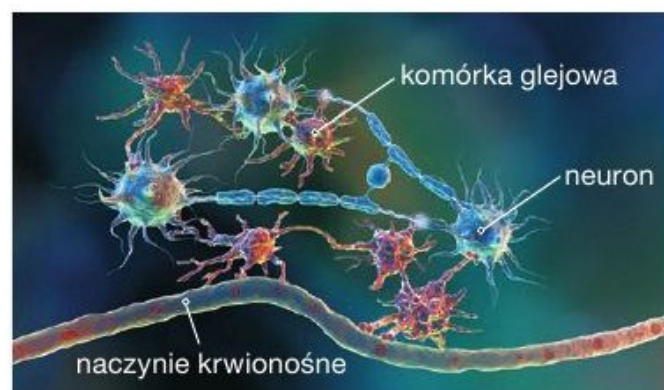


Tkanka nerwowa

Tkanka nerwowa umożliwia organizmowi odbiór bodźców ze środowiska oraz reakcję na te bodźce. Składa się ona z dwóch rodzajów komórek:

- ▶ neuronów (komórek nerwowych),
- ▶ komórek glejowych.

Dokładniej funkcje neuronów oraz mechanizm przewodzenia impulsów nerwowych omówimy w rozdziale dziewiątym, dotyczącym układu nerwowego (→ s. 187).



Niektóre rodzaje komórek glejowych pośredniczą w wymianie substancji między neuronami a naczyniami krwionośnymi.

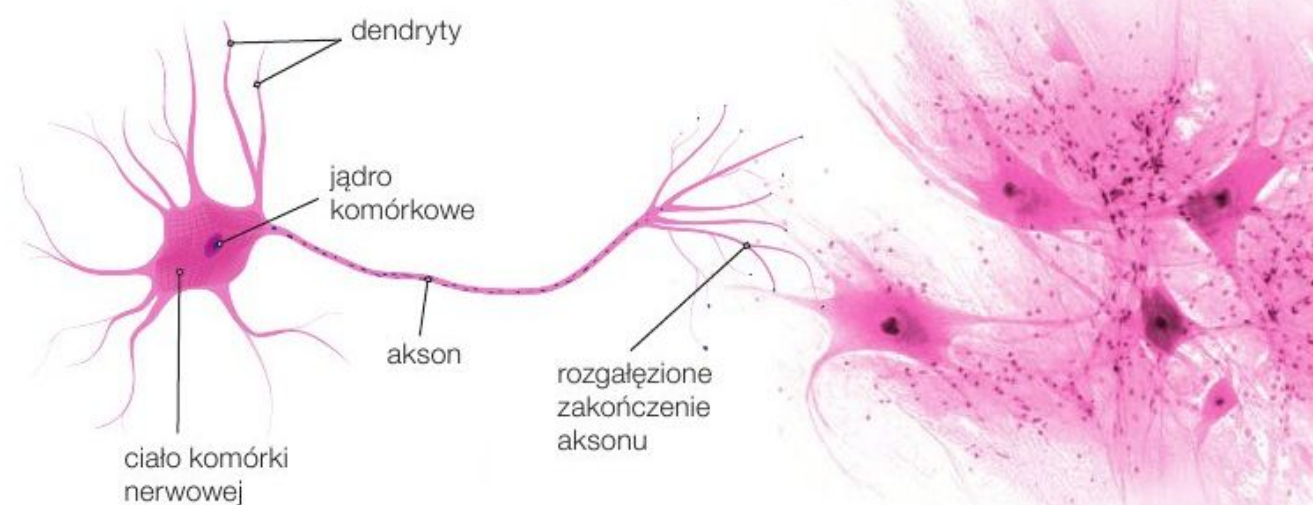


Budowa neuronu

W skład neuronu wchodzi **ciało komórki nerwowej** zawierające jądro komórkowe oraz **dwa rodzaje wypustek**. Są to:

- ▶ **dendryty** – liczne, krótkie, rozgałęziające się wypustki,
- ▶ **akson** – pojedyncza, długa i rozgałęziona na końcu wypustka. Najczęściej otacza ją osłonka mielinowa, która skraca czas przewodzenia impulsów nerwowych.

Schemat budowy neuronu



Neurony – zdjęcia mikroskopowe.

Obserwacja mikroskopowa tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej

- 1 Przeprowadź obserwacje mikroskopowe komórek tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej. Do obserwacji wykorzystaj dostępne preparaty trwałe.
- 2 Narysuj w zeszycie schematycznie komórki danego rodzaju tkanki. Przy każdym rysunku zapisz, jaki to rodzaj tkanki oraz jakie było powiększenie obrazu.
- 3 Przepisz do zeszytu tabelę dotyczącą obserwowanych tkanek. Na podstawie obserwacji opisz w niej kształt komórek i ich charakterystyczne cechy, np. położenie jądra komórkowego. Wykaż związek budowy tkanek z pełnioną funkcją.

Porównanie tkanek: nabłonkowej, mięśniowej i nerwowej

Rodzaj tkanki	Kształt komórek	Charakterystyczne cechy	Związek budowy z pełnioną funkcją
?	?	?	?
?	?	?	?
?	?	?	?

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 wielorzędowy) 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 odżywanie 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, który rodzaj tkanki mięśniowej pobrano z: **a)** aorty, **b)** mięśnia brzuchatego łydki, **c)** lewej komory serca, **d)** mięśnia odwodźciciela kciuka, **e)** żołądka, **f)** macicy.
4. Określ, na czym polega współdziałanie neuronów z komórkami glejowymi.

1.3. Tkanka łączna

Ważne na tej lekcji!

- budowa i rodzaje tkanki łącznej
- funkcje i lokalizacja poszczególnych rodzajów 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.

Rodzaje i funkcje tkanki łącznej

Tkanę łączną dzielimy na rodzaje w zależności od pełnionych funkcji. Głównym zadaniem wszystkich rodzajów tej tkanki jest utrzymywanie łączności między pozostałymi tkankami. Stąd pochodzi jej nazwa i dlatego też tkanka łączna występuje niemal we wszystkich narządach oraz między narządami.

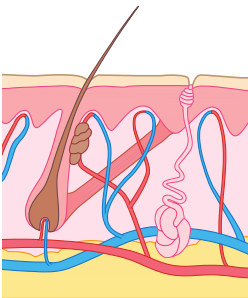
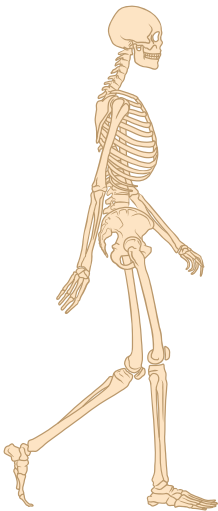
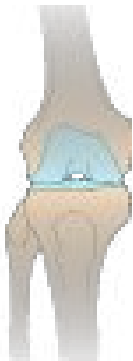
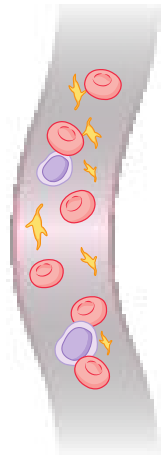
Budowa tkanki łącznej

We wszystkich rodzajach tkanki łącznej występują trzy elementy:

- ▶ komórki,
- ▶ włókna białkowe, w tym włókna kolagenowe i włókna sprężyste,
- ▶ substancja międzykomórkowa (złożona m.in. z wody i białek), w której znajdują się włókna białkowe i komórki.

Oprócz tego w budowie poszczególnych rodzajów tkanki łącznej występują różnice wynikające z przystosowania tych tkanek do pełnienia odmiennych funkcji.

Przykłady i występowanie wybranych rodzajów tkanki łącznej

Rodzaje tkanki łącznej				
tkanka łączna właściwa	tkanka tłuszczowa	tkanka kostna	tkanka chrzęstna	tkanka płynna (krew i limfa)
Przykład: tkanka łączna włóknista budująca m.in. ścięgna.	Przykład: tkanka tłuszczowa żółta budująca tkankę podskórną.	Przykład: tkanka budująca kości tworzące np. szkielet człowieka.	Przykład: chrząstka pokrywająca nasyady kości.	Przykład: krew krążąca w naczyniach krwionośnych.
				

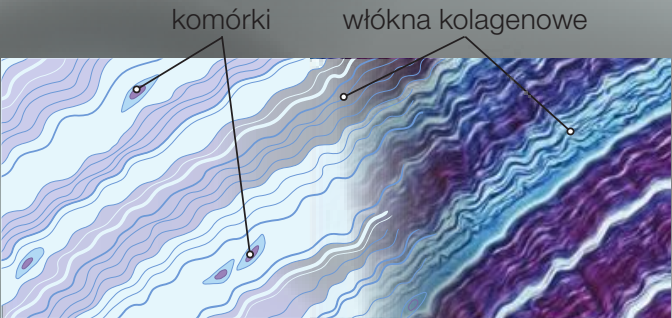
Charakterystyka tkanki łącznej właściwej, tłuszczowej, chrzęstnej i kostnej

Tkanka łączna właściwa (na przykładzie tkanki łącznej włóknistej)

Budowa: różnego rodzaju komórki oraz substancja międzykomórkowa, w której występują głównie włókna kolagenowe.

Występowanie: m.in. ścięgna, więzadła i skóra właściwa.

Funkcja: łączy oraz chroni przed urazami mechanicznymi tkanki i narządy.



Tkanka włóknista budująca ścięgna (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).

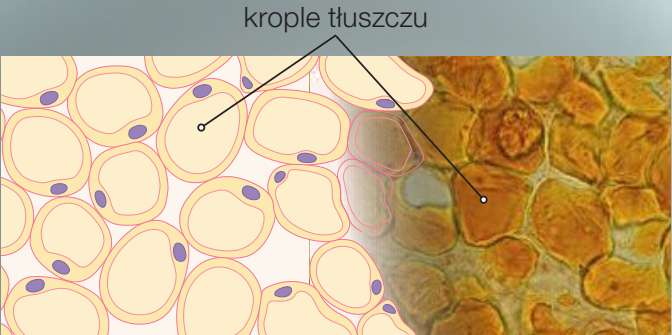
Tkanka tłuszczowa

Dzielimy ją na **tkankę tłuszczową żółtą** (białą) oraz **tkankę tłuszczową brunatną** (u człowieka występuje w okresie noworodkowym).

Budowa: komórki wypełnione tłuszczem.

Występowanie: tkanka podskórna oraz między narządami.

Funkcja: tkanka tłuszczowa żółta magazynuje substancje zapasowe, amortyzuje i zapewnia termoizolację. Tkanka tłuszczowa brunatna uczestniczy w termoregulacji.



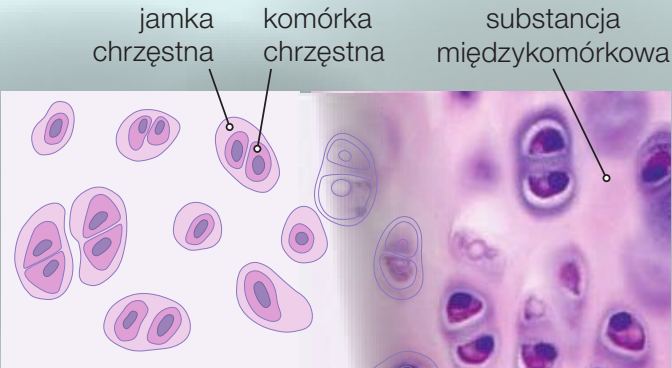
Tkanka tłuszczowa żółta budująca tkankę podskórną (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).

Tkanka chrzęstna

Budowa: komórki chrzęstne znajdujące się w jamkach chrzęstnych oraz duża ilość substancji międzykomórkowej. Dzięki włóknom białkowym (kolagenowym i sprężystym) tkanka ta jest elastyczna oraz wytrzymała na rozciąganie i ściskanie.

Występowanie: powierzchnie stawowe kości, małżowina uszna, drogi oddechowe.

Funkcja: buduje niektóre narządy (np. tchawicę, krtań, oskrzela), łączy elementy szkieletu (np. żebra z mostkiem).



Budowa tkanki chrzęstnej (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).

Tkanka kostna

Budowa: komórki kostne oraz substancja międzykomórkowa z dużą ilością soli mineralnych (np. soli wapnia) nadających tkance twardość oraz włókna kolagenowe odpowiadające za elastyczność kości.

Występowanie: kości szkieletu.

Funkcja: buduje szkielet, który jako rusztowanie całego organizmu musi być wytrzymały. Stanowi też magazyn soli mineralnych.



Tkanka kostna (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).

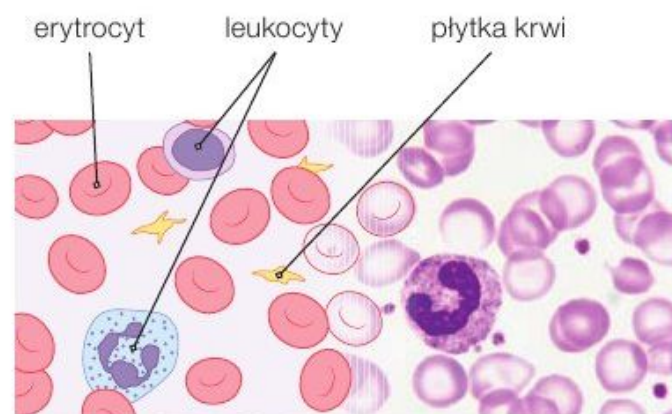
Tkanka łączna płynna

Wyróżniamy dwa rodzaje tkanki łącznej płynnej: krew i limfę. Poniżej podaliśmy ich główne cechy. Więcej informacji na ich temat znajdziesz w rozdziałach: szóstym (→s. 131) i siódmym (→s. 157).

Krew

Krew składa się z **osocza** (substancji międzykomórkowej) i **składników komórkowych** (elementów morfotycznych). Do składników komórkowych zaliczamy erythrocyty, leukocyty i płytki krwi.

- Krew pełni trzy główne funkcje:
- ▶ transportuje hormony, składniki pokarmowe, tlen oraz końcowe produkty przemiany materii,
 - ▶ reguluje objętość wody w organizmie oraz temperaturę ciała,
 - ▶ uczestniczy w procesach odpornościowych.



Krew (rysunek i zdjęcie mikroskopowe).

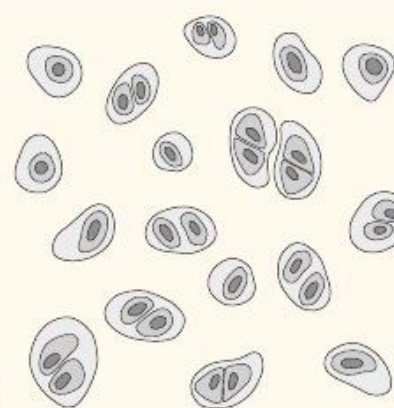
Limfa

Limfa to płyn, który krąży w układzie limfatycznym. Składa się on głównie z wody, zawiera też dużo leukocytów oraz transportowane substancje.

- Limfa pełni dwie główne funkcje:
- ▶ transportuje tłuszcze,
 - ▶ uczestniczy w procesach odpornościowych.

Obserwacja mikroskopowa tkanek łącznych

- 1 Przeprowadź obserwacje mikroskopowe preparatów trwałych poszczególnych rodzajów tkanki łącznej.
- 2 Na podstawie obserwacji wykonaj schematyczne rysunki.
- 3 Wskaż elementy każdej tkanki, które pozwoliły Ci zaklasyfikować ją do określonego rodzaju.



Przykładowy rysunek tkanki chrzęstnej.

W skrócie

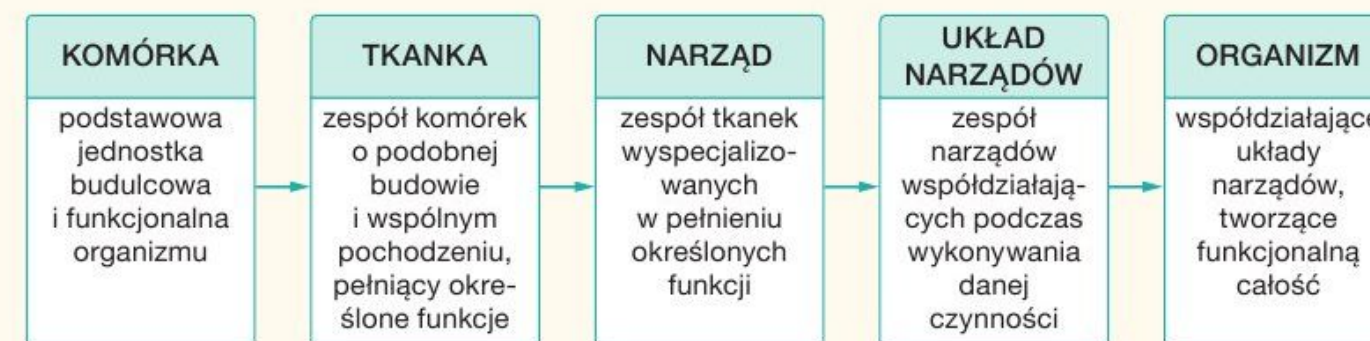
- **Tkanka łączna** dzieli się na kilka rodzajów tkanek. Ich wspólne cechy to:
 - luźny układ komórek,
 - obecność substancji międzykomórkowej składającej się z bezpostaciowej substancji podstawowej oraz włókien białkowych: kolagenowych i sprężystych.
- Do tkanki łącznej zaliczamy: tkankę łączną właściwą, tkankę tłuszczową, tkankę kostną, tkankę chrzęstną oraz tkankę łączną płynną (krew i limfę).

Polecenia kontrolne

1. Skonstruuj w zeszyte tabelę porównującą budowę, funkcje i lokalizację tkanki kostnej i tkanki chrzęstnej.
2. Podaj nazwę tego składnika tkanki kostnej, który odpowiada za jej twardość.
3. Określ, które cechy krwi pozwalają nam zaklasyfikować ją do tkanek łącznych.

Podsumowanie

1 Hierarchiczna budowa organizmu



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. • Chroni 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, np. gazy oddechowe i składniki pokarmowe.
Układ limfatyczny	• Odpowiada za reakcje obronne organizmu. • Transportuje tłuszcze.
Układ nerwowy	• Wywołuje 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. • Wytwarza komórki płciowe.

- 3 **Homeostaza** – zdolność organizmu do utrzymywania względnie stałych warunków środowiska wewnętrznego. Za homeostazę odpowiadają mechanizmy homeostatyczne, działające głównie na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego.

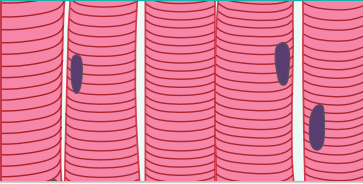
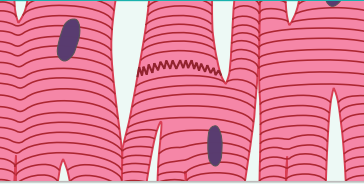
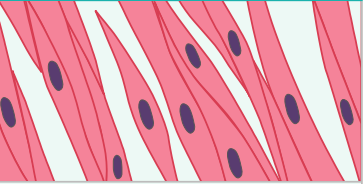
4 Podział i charakterystyka tkanek zwierzęcych



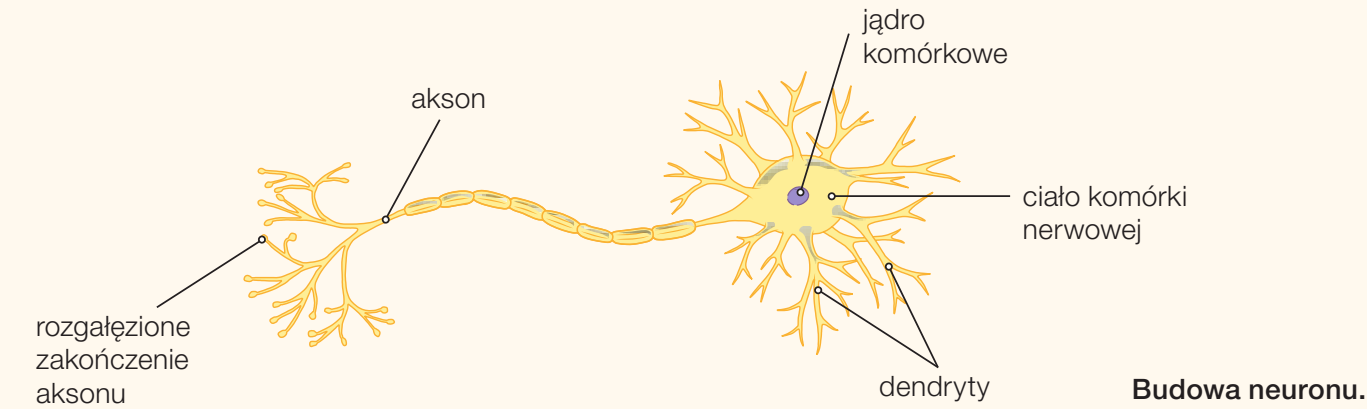
5 Budowa i funkcje różnych rodzajów tkanki nabłonkowej

Rodzaj tkanki nabłonkowej	Budowa	Funkcje
Nabłonek jednowarstwowy płaski	Składa się z płaskich komórek.	Umożliwia transport różnych substancji, np. tlenu i dwutlenku węgla.
Nabłonek jednowarstwowy sześcienny	Ma komórki w kształcie sześciątów.	Wydziela i wchłania różne substancje.
Nabłonek jednowarstwowy walcowaty	- Składa się z komórek w kształcie walca. - Komórki mogą mieć mikrokosmki.	Wchłania i wydziela różne substancje.
Nabłonek jednowarstwowy wielorzędowy	- Tworzą go wysokie i niskie komórki o nieregularnym kształcie. - Komórki mogą mieć rzęski.	Usuwa zanieczyszczenia z powietrza transportowanego do płuc.
Nabłonek wielowarstwowy płaski	Składa się z wielu warstw komórek ułożonych jedna na drugiej.	Chroni organizm np. przed wnikaniem do niego drobnoustrojów chorobotwórczych.

6 Charakterystyka różnych rodzajów tkanki mięśniowej

Porównywana cecha	Rodzaj tkanki mięśniowej		
	tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowa-na 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



Komórki nerwowe (neurony)	Komórki glikowe
- 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

Rodzaj tkanki	Budowa	Funkcje
Tkanka łączna właściwa	Tworzą ją różnego rodzaju komórki oraz substancja międzykomórkowa, w której występują włókna białkowe, głównie kolagenowe.	Łączy tkanki i narządy oraz chroni je przed urazami mechanicznymi.
Tkanka tłuszczowa	- Tworzą ją komórki wypełnione tłuszczem. - Wyróżniamy tkankę tłuszczową żółtą (białą) i tkankę tłuszczową brunatną (u człowieka występuje w okresie noworodkowym).	- Tkanka tłuszczowa żółta magazynuje substancje zapasowe, amortyzuje i zapewnia termoizolację. - Tkanka tłuszczowa brunatna uczestniczy w termoregulacji.
Tkanka chrzęstna	- Składa się z komórek chrzęstnych i substancji międzykomórkowej. Komórki chrzęstne znajdują się w jamkach chrzęstnych. - Dzięki włóknom białkowym (kolagenowym i sprężystym) tkanka ta jest elastyczna oraz wytrzymała na rozciąganie i ściskanie.	- Buduje niektóre narządy (np. tchawicę, krtań, oskrzela). - Łączy elementy szkieletu (np. żebra z mostkiem).
Tkanka kostna	Składa się z komórek kostnych oraz substancji międzykomórkowej. Substancja zawiera dużą ilość soli mineralnych (np. soli wapnia) nadających tkance twardość oraz włókna kolagenowe, które odpowiadają za elastyczność kości.	- Buduje szkielet. - Stanowi magazyn soli mineralnych.
Tkanka płynna	krew	- Transportuje hormony, składniki pokarmowe i tlen oraz odprowadza końcowe produkty przemiany materii. - Reguluje poziom wody w organizmie oraz temperaturę ciała. - Uczestniczy w procesach odpornościowych.
	limfa	- Składa się głównie z wody, zawiera też dużo leukocytów i tłuszczu. - Transportuje tłuszcze. - Uczestniczy w procesach odpornościowych.

1 Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie wpisz podane nazwy elementów organizmu w odpowiednich miejscach tabeli. (1 p.)

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

Komórka	Tkanka	Narząd
?	?	?

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

A.

B.

C.

D.

1. Tkanka kostna.
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–D). Odpowiedź zapisz w zeszycie. (4 p.)

- A. Transport gazów oddechowych.

C. Przewodzenie impulsów nerwowych.
- B. Tworzenie ścięgien i więzadeł.

D. Magazynowanie tłuszczów.

4 Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie przyporządkuj podane cechy do właściwych rodzajów tkanki mięśniowej. Wpisz ich oznaczenia literowe (A–D) w odpowiednich miejscach tabeli. (4 p.)

- A. Skurcze powolne, długotrwałe i niezależne od woli.
- B. Brak prążkowania.
- C. Skurcze prawie zawsze zależne od woli.
- D. Pod mikroskopem widać poprzeczne prążkowanie włókien.

Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa	Tkanka mięśniowa gładka
?	?

2. Skóra – powłoka ciała

Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

Funkcje skóry:

ochrona, np. przed urazami mechanicznymi,

termoregulacja,

wydalanie, np. nadmiaru wody,

wydzielanie, np. łoju,

synteza witaminy D₃,

odbieranie bodźców z otoczenia.

Budowa skóry:

Skóra

naskórek

skóra właściwa

warstwa rogowa

warstwa rozrodcza

Wytwory naskórka – włosy, paznokcie, gruczoły: potowe, łojowe, mlekowe.

2.1. Budowa i funkcje skóry

Ważne na tej lekcji!

- związek pomiędzy budową a funkcjami skóry
- rola skóry w termoregulacji, odbiorze bodźców oraz syntezie witaminy D₃

Skóra jest największym narządem naszego ciała. U dorosłego człowieka stanowi ona ok. 15% jego masy i ma powierzchnię ok. 2 m². Dzięki swojej budowie skóra chroni organizm przed utratą wody oraz przed wpływem czynników zewnętrznych, takich jak

promieniowanie UV, zmiany temperatury czy drobnoustroje chorobotwórcze. Skóra uczestniczy też w wydalaniu oraz w odbieraniu bodźców, np. bodźców dotykowych.

Pod skórą znajduje się tkanka podskórna. Jej budowę i funkcje także poznasz na tej lekcji.

■ Czym są linie papilarne?

Linie papilarne to listewki skórne na powierzchni skóry dłoni i na podeszwach stóp. Pomiędzy listewkami znajdują się bruzdy, dzięki czemu zwiększa się chwytliwość palców.

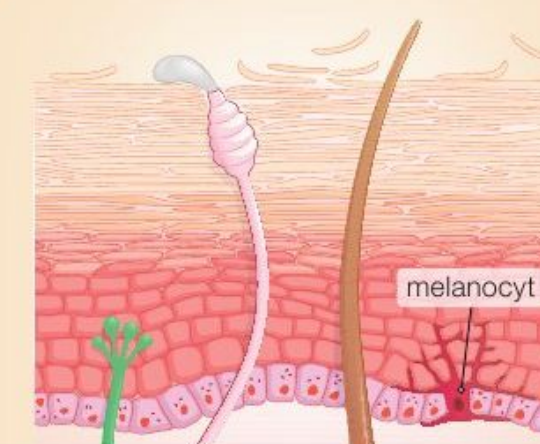
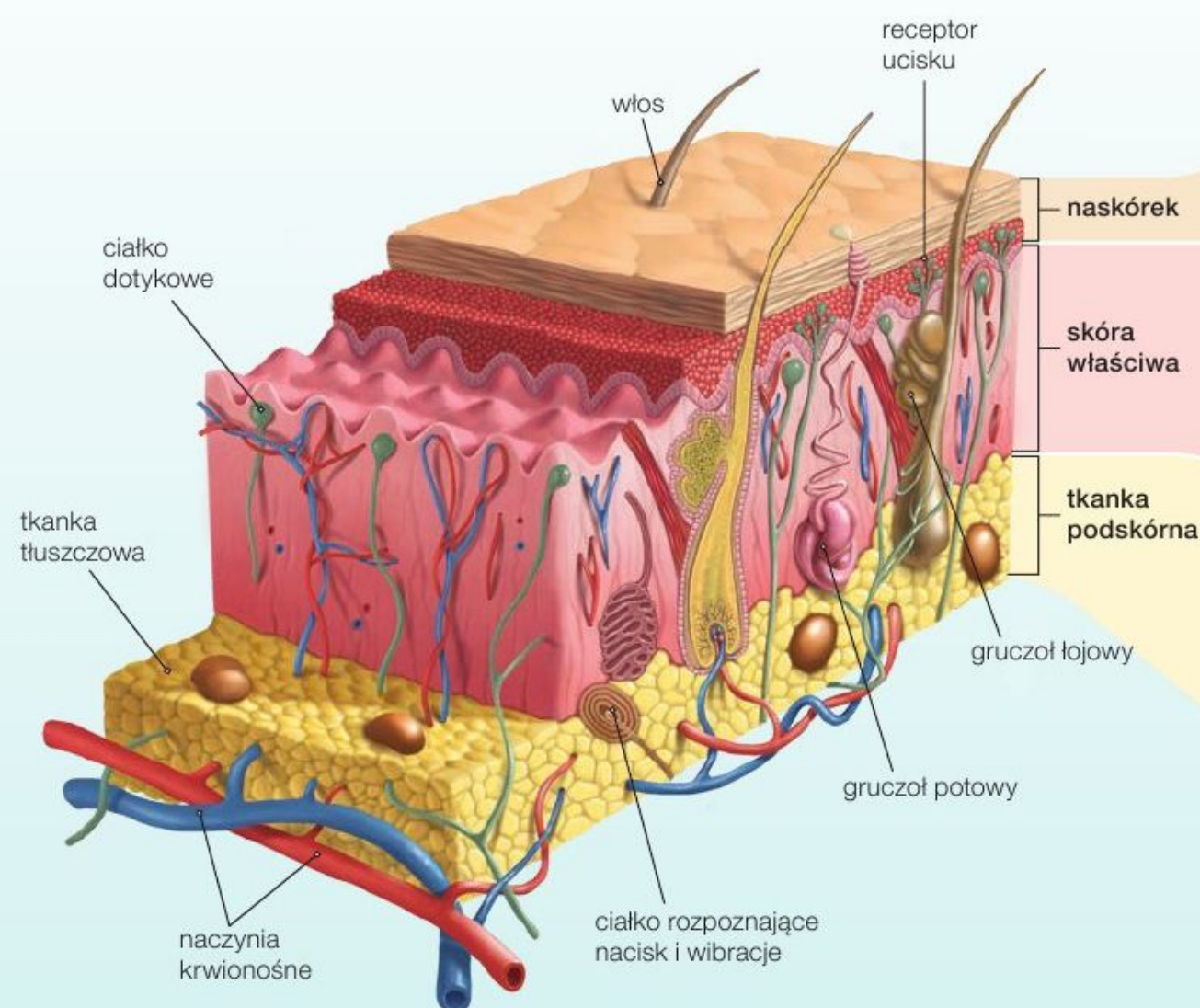
Każdy człowiek ma charakterystyczny dla siebie układ linii papilarnych, który pozostaje niezmienny do końca jego życia. Oznacza to, że nawet jeśli się zranimy np. w palec, to linie papilarne na nim odzyskują swój pierwotny kształt.



Linie papilarne na opuszkach palców.

Skóra i tkanka podskórna

Skóra człowieka składa się z dwóch głównych warstw ułożonych jedna na drugiej: **naskórka** i **skóry właściwej**. Pod nimi znajduje się **tkanka podskórna**.



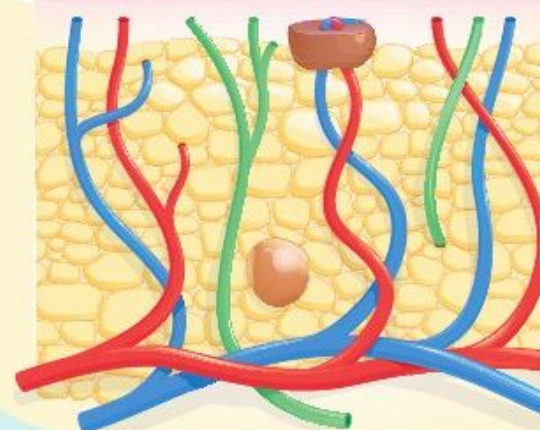
Naskórek

- ▶ Jest zbudowany z nabłonka wielowarstwowego płaskiego.
- ▶ Dwie główne warstwy naskórka to:
 - **warstwa zrogowaciała**, złożona z martwych, złuszczaących się komórek i stwardniała wskutek odkładania się białka – keratyny,
 - **warstwa rozrodcza**, złożona z żywych komórek zdolnych do podziałów.
- ▶ Warstwa rozrodcza zawiera **melanocyty** – komórki produkujące barwniki o nazwie **melaniny**. Melaniny odpowiadają za kolor skóry i chronią organizm przed promieniowaniem UV.



Skóra właściwa

- ▶ Składa się głównie z tkanki łącznej właściwej, w której występują liczne włókna białkowe (np. kolagenowe) nadające skórze wytrzymałość mechaniczną, elastyczność i rozciągliwość.
- ▶ Znajdują się w niej:
 - **naczynia krwionośne** umożliwiające usuwanie szkodliwych produktów przemiany materii oraz termoregulację,
 - **receptory** odbierające informacje ze środowiska.



Tkanka podskórna

- ▶ Składa się głównie z tkanki tłuszczowej, dzięki której pełni funkcje:
 - **termoizolacyjną** – chroni ciało przed utratą ciepła,
 - **amortyzującą** – chroni ciało przed uszkodzeniami mechanicznymi,
 - **zapasową** – stanowi rezerwę energetyczną organizmu.
- ▶ Grubość tkanki podskórnej zależy m.in. od okolicy ciała, płci oraz stopnia odżywienia organizmu.

Wytwory naskórka

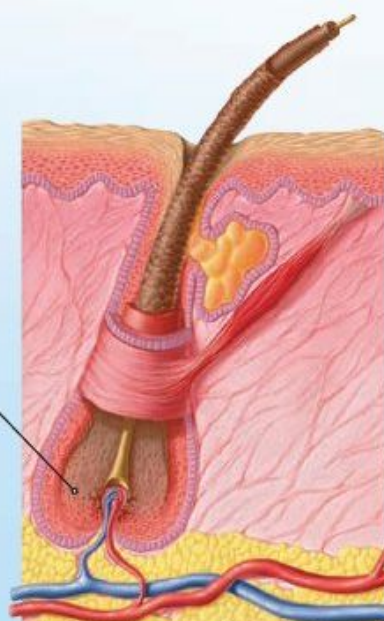
Wytwory naskórka to różne struktury, które powstają z komórek nabłonkowych i są głęboko umiejscowione w skórze właściwej. Zaliczamy do nich włosy, paznokcie oraz gruczoły – potowe, łojowe i mlekowe.



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 termoisolacyjną.

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



Paznokcie

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

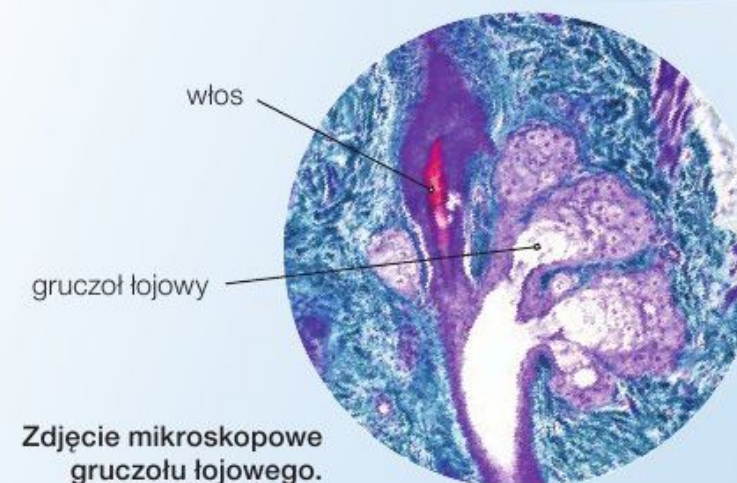


Warstwy komórek paznokcia z keratyną (zdjęcie mikroskopowe SEM).

Gruczoły

Gruczoły łojowe

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



Zdjęcie mikroskopowe gruczołu łojowego.

Gruczoły potowe

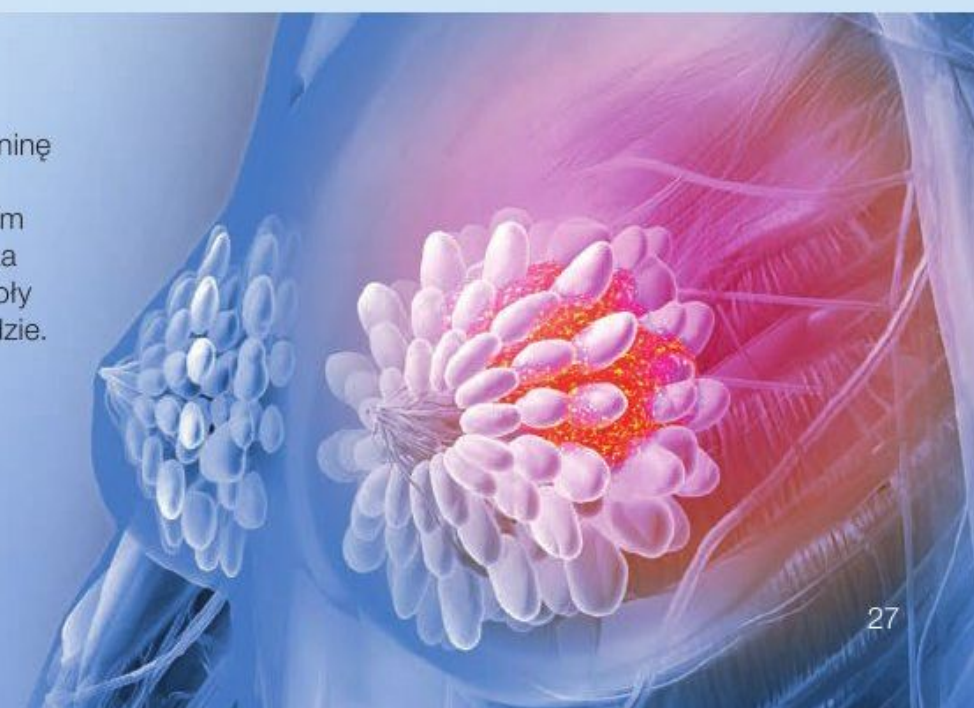
Są rozsiane po całym ciele, ale najliczniej występują w okolicy pach, na spodniej stronie stóp i dłoni oraz na czole. Wydzielają **pot**, który odgrywa ważną rolę w termoregulacji i wydalaniu zbędnych produktów przemiany materii, a także przeciwdziała rozwojowi chorobotwórczych bakterii i grzybów.

Zdjęcie mikroskopowe gruczołu potowego.



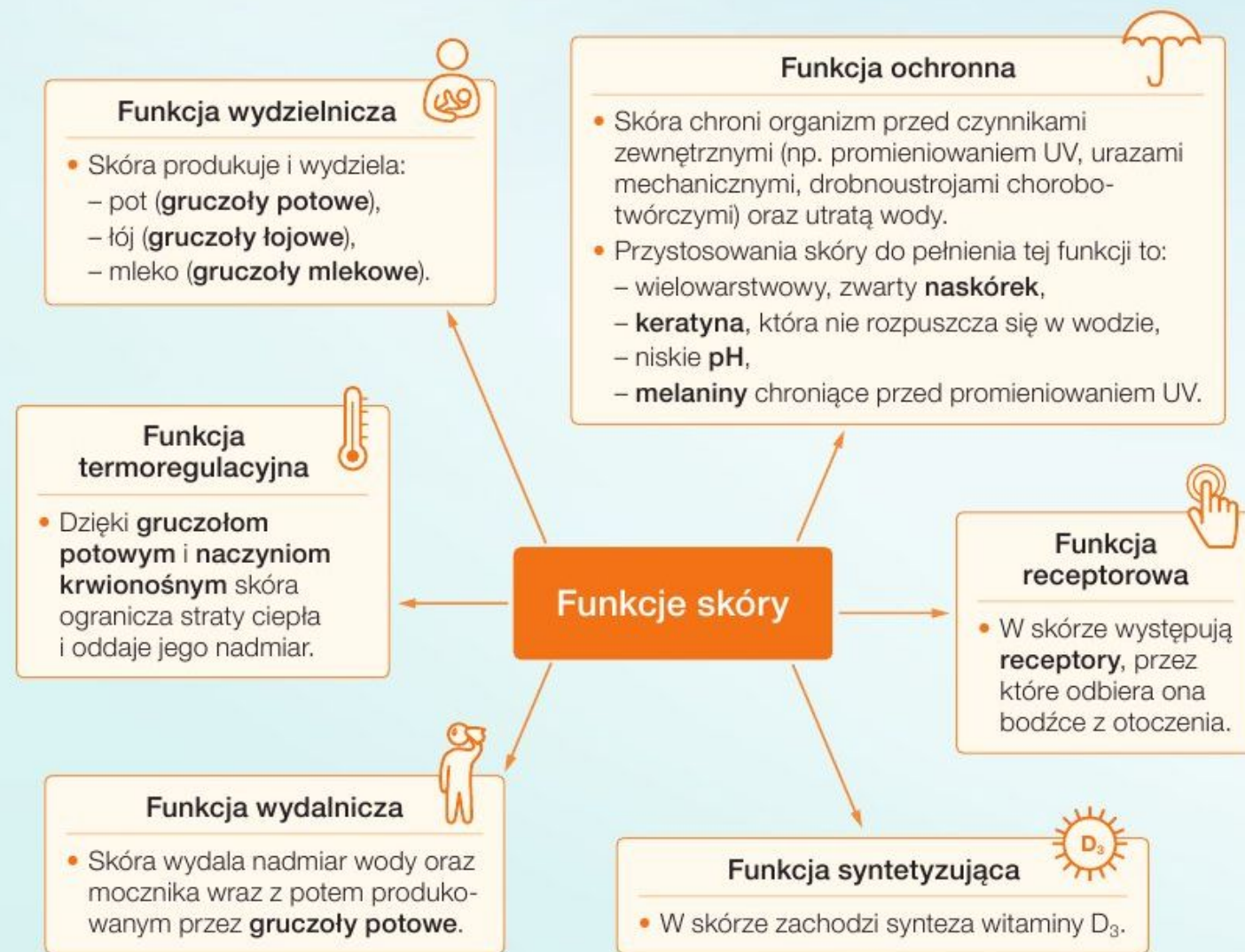
Gruczoły mlekowe

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.



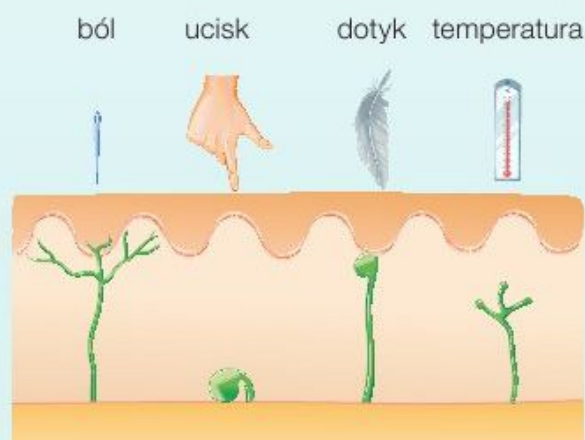
Funkcje skóry

Skóra pełni funkcję: ochronną, wydzielniczą, wydalniczą, syntetyzującą, receptorową i termoregulacyjną.



Skóra jako narząd zmysłów

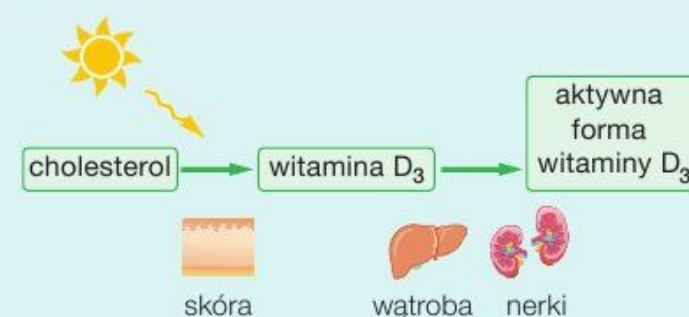
W skórze występują receptory bólu (wolne zakończenia nerwowe), ucisku, dotyku, ciepła oraz zimna.



Przykłady receptorów w skórze.

Synteza witaminy D₃

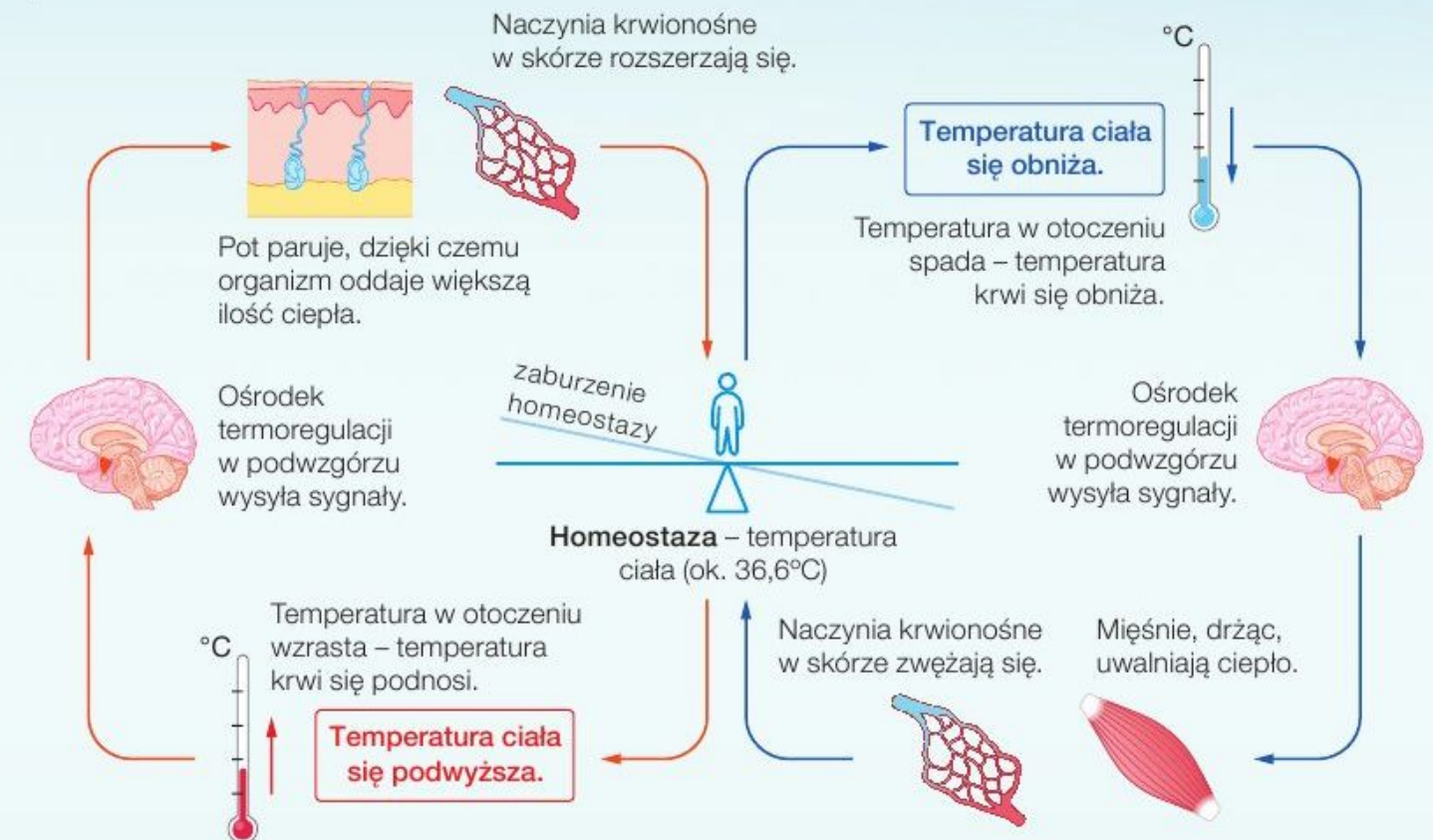
Witamina D₃ powstaje z pochodnej cholesterolu, która jest przekształcana w skórze pod wpływem promieniowania UV. Formę aktywną witamina D₃ uzyskuje jednak w wątrobie i nerkach. Synteza witaminy D₃ zależy np. od: pory roku, szerokości geograficznej, zachmurzenia oraz wieku człowieka.



Schemat syntezy witaminy D₃.

Rola skóry w termoregulacji

W skórze znajdują się receptory ciepła i zimna, które rejestrują zmiany temperatury otoczenia. Gdy temperatura naszego ciała odbiegnie od optymalnej wartości 36,6°C, receptory przekazują tę informację do ośrodka termoregulacji w podwzgórz. Ośrodek ten wysyła sygnały do skóry oraz do mięśni. W wyniku ich działania temperatura ciała wraca do właściwego poziomu.



Rola skóry w ochronie przed

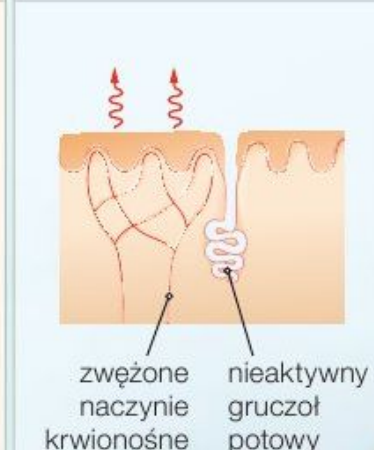
przegrzaniem

- Gruczoły potowe wydzielają pot, który paruje z powierzchni skóry i zabiera nadmiar ciepła z organizmu.
- Skórne naczynia krwionośne rozszerzają się, dzięki czemu przepływa przez nie większa ilość krwi, która oddaje nadmiar ciepła do otoczenia.



wyziębieniem

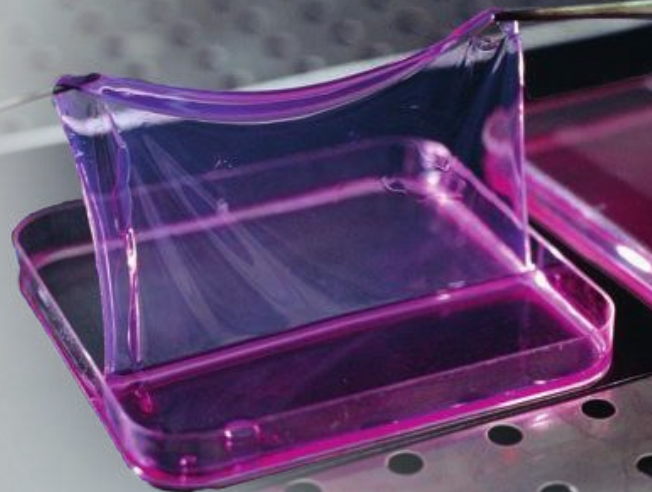
- Gruczoły potowe nie wydzielają potu.
- Skórne naczynia krwionośne kurczą się, co powoduje zmniejszenie przepływu krwi tuż pod powierzchnią skóry. W efekcie organizm oddaje do otoczenia mniej ciepła.



Przepis na „drugą skórę”?

Bliżej życia

U pacjentów z poważnymi oparzeniami ciała niekiedy stosuje się tzw. **autoprzyszczepę skóry**. Polegają one na tym, że fragment skóry z jednej części ciała przeszczepia się w inne miejsce. Niekiedy jednak oparzenia są tak rozległe, że brakuje odpowiedniej ilości skóry do przeszczepu. W takiej sytuacji można wyprodukować ludzką skórę w laboratorium, z komórek skóry pobranych od pacjenta. Do wyhodowania skóry o powierzchni kilkudziesięciu centymetrów kwadratowych potrzeba zaledwie kilku dni.



Skóra wyhodowana w laboratorium.

W skrócie

- Skóra człowieka składa się z dwóch warstw:
 - naskórka,
 - skóry właściwej.
- Naskórek** jest zbudowany z tkanki nabłonkowej wielowarstwowej płaskiej. Wyróżniamy w nim dwie główne części:
 - warstwę zrogowaciałą,
 - 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 właściwej. 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, wydalinicza, syntetyzująca (skóra, pod wpływem promieniowania UV, syntetyzuje witaminę D₃) i receptorowa.

Polecenia kontrolne

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

2.2. Choroby i higiena skóry

Ważne na tej lekcji!

- związek między nadmierną ekspozycją na promieniowanie UV a starzeniem się skóry i ryzykiem rozwoju chorób

Kondycja skóry odzwierciedla stan całego organizmu. Zmiany w wyglądzie skóry mogą wskazywać na zaburzenia związane z niewłaściwym funkcjonowaniem narządów,

niedoborem minerałów lub witamin w organizmie i nieprawidłową dietą. Jeżeli więc zauważymy, że ze skórą dzieje się coś niepokojącego, zawsze powinniśmy zgłosić się do lekarza.

Higiena skóry, czyli jak dbać o skórę?

Jeżeli skóra jest zdrowa, radzi sobie dobrze z ochroną ciała przed zagrożeniami. Aby zapewnić skórze dobrą kondycję, należy o nią właściwie dbać. W jaki sposób?



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.

■ 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.

■ Uczulenie na słońce

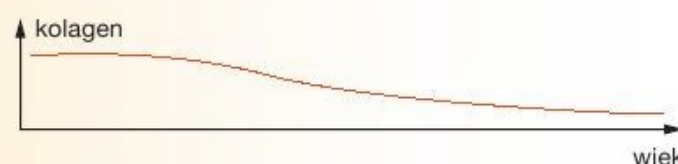
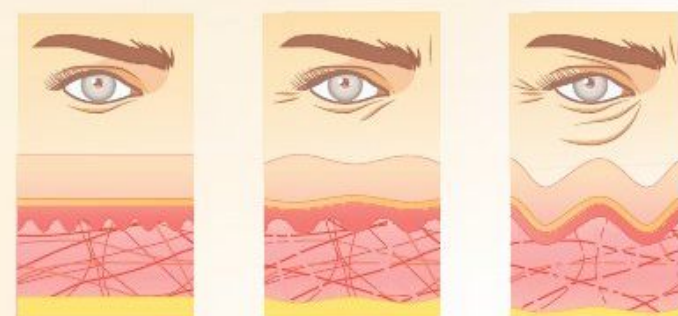
Fotouczenie to rodzaj reakcji alergicznej występującej pod wpływem promieniowania UV. Objawami są zwykle różnego rodzaju wysypki, np. w postaci plam, zaczerwienienia, drobnych pęcherzyków czy swędzącej pokrzywki. Często towarzyszą im gorączka i złe samopoczucie. Uczulenie może występować samoistnie lub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

■ 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.



Czynniki ryzyka rozwoju nowotworów skóry:

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

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



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

Te choroby warto znać!

Choroby skóry

Grzybice

- **Przyczyna:** zakażenie grzybami chorobotwórczymi.
- **Drogi zakażenia:** kontakt z zakażonym człowiekiem lub z przedmiotami, których używał.
- **Profilaktyka:** przestrzeganie zasad higieny, nieużywanie cudzych 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 białinę pościelową.
- **Profilaktyka:** przestrzeganie zasad higieny, nieużywanie cudzych przedmiotów higieny osobistej.

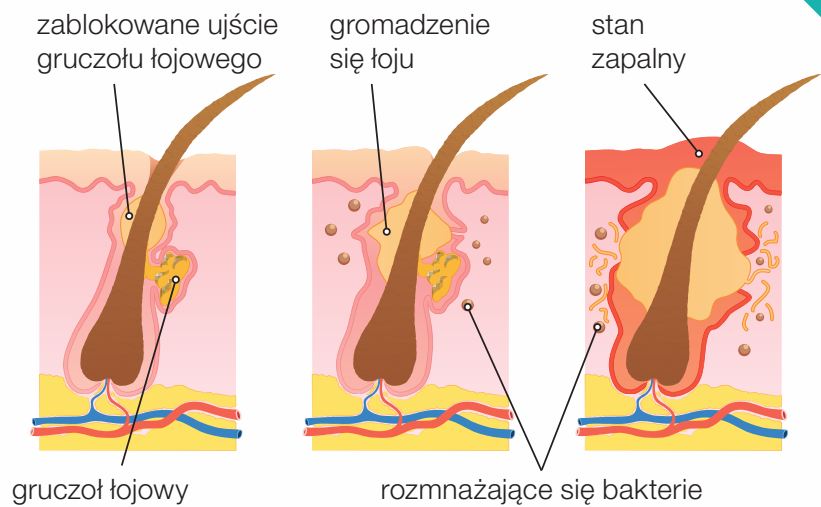
Świerzbowiec drąży korytarze w warstwie rogowej naskórki, co powoduje silne swędzenie.



Choroby skóry

Trądzik pospolity

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



Czerniak – nowotwór skóry

- **Przyczyna:** zmiany w materiale genetycznym, powodujące niekontrolowane dzielenie się komórek skóry.
- **Profilaktyka:** unikanie nadmiernego opalania się, stosowanie kremów z filtrami UVA i UVB, 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.

Alfabet czerniaka

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



Co można znaleźć na naszych dłoniach?

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. Tym bardziej, że nie są do tego potrzebne specjalistyczne preparaty. Aby stukrotnie zmniejszyć liczbę mikroorganizmów obecnych na naszej skórze, wystarczy umyć ją ciepłą wodą z dodatkiem mydła.

Odcisk brudnej dłoni w pożywce bakteriologicznej pozwala zobaczyć kolonie drobnoustrojów występujących na naszej skórze.



W skrócie

- 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,
 - uczuleń na słońce,
 - przyspieszonego procesu starzenia się skóry,
 - rozwoju nowotworów skóry.
- W celu ochrony skóry przed promieniowaniem UV należy stosować odpowiednią odzież i kremy z filtrem pochłaniającym promieniowanie UV.
- Aby uniknąć wielu chorób skóry, należy dbać 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. Na podstawie informacji dotyczących chorób skóry uzasadnij twierdzenie, że lepiej zapobiegać chorobom, niż je leczyć.
3. Wyjaśnij, na czym polega fotostarzenie się skóry.
4. Wykaż, że utrzymanie odpowiedniej higieny skóry jest ważne, aby mogła ona chronić organizm przed czynnikami zewnętrznymi.

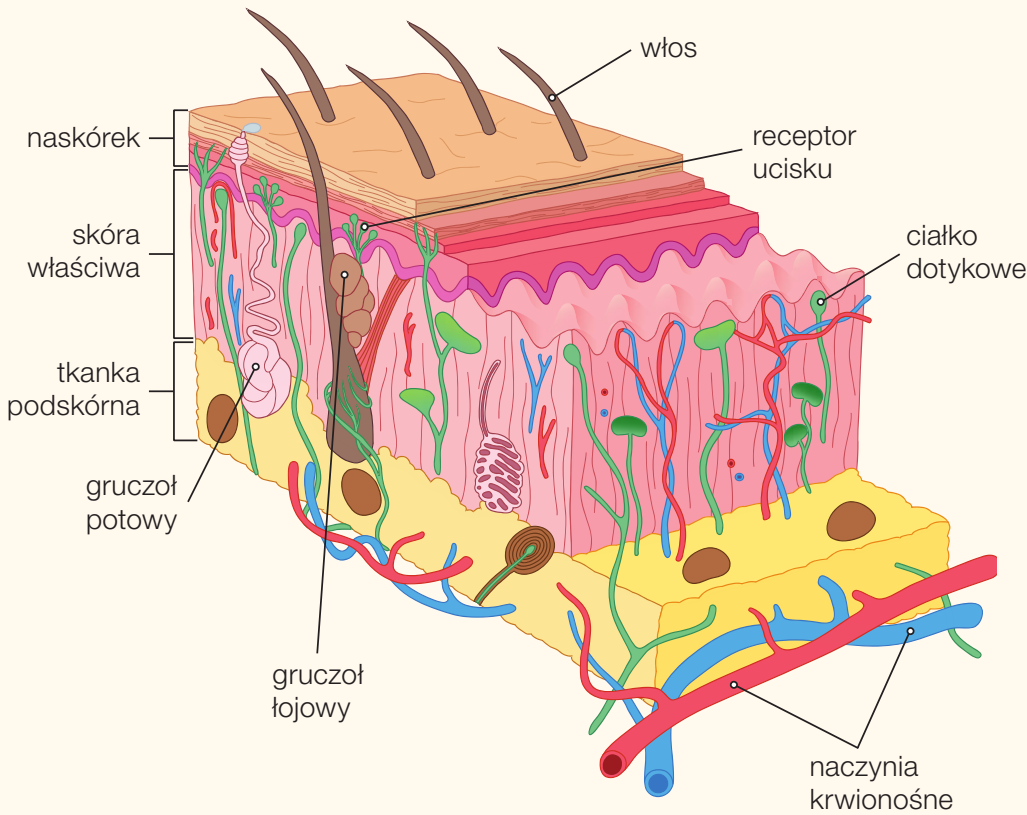
Podsumowanie



1 Budowa skóry



- 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.

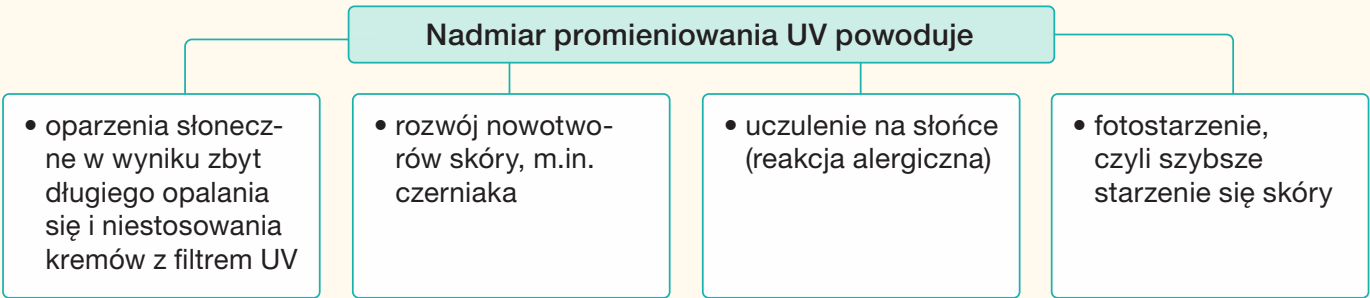
3 Wytwory naskórka i ich funkcje

Wytwory naskórka	Funkcje
Włosy	• Chronią ciało przed czynnikami środowiska. • Pełnią funkcję termoizolacyjną u ssaków (u człowieka zatraciły tę właściwość).
Paznokcie	• Ochraniają końcówki palców. • Sprawiają, że opuszki palców silniej odbierają wrażenia dotykowe.
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 UV, urazami mechanicznymi, substancjami chemicznymi, drobnoustrojami chorobotwórczymi • ochrona przed utratą wody	• 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 D₃	• melanocyty znajdujące się w naskórku (pod wpływem promieniowania UV)
receptorowa	• odbiór bodźców z otoczenia	• receptory: bólu, ucisku, dotyku, ciepła i zimna
termoregulacyjna	• oddawanie nadmiaru ciepła • ograniczanie strat ciepła	• gruczoły potowe • naczynia krwionośne w skórze

5 Wpływ nadmiaru promieniowania UV na skórę

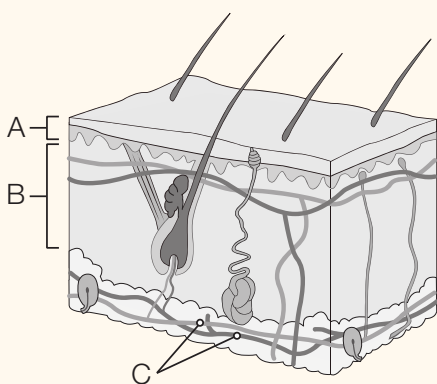


Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



- 1 Na ilustracji przedstawiono budowę skóry.
- a) Podaj nazwy warstw skóry oznaczonych na ilustracji literami A i B. Odpowiedź zapisz w zeszycie.
- b) Określ, za jaką funkcję odpowiadają struktury oznaczone na ilustracji literą C. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



(2 p.)

- 2 Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

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

(3 p.)

- 3 Skóra może stanowić skuteczną barierę dla drobnoustrojów chorobotwórczych.
- Wybierz spośród podanych elementów te, które odpowiadają za podaną powyżej funkcję skóry. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

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

(1 p.)

- 4 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 jonów: sodu, potasu i wapnia może maksymalnie stracić człowiek, który wytworzył 2,5 l potu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.
- b) Na podstawie tabeli i innych 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

- 5 W skórze człowieka pod wpływem promieniowania UV zachodzi synteza witaminy D₃.

(2 p.)

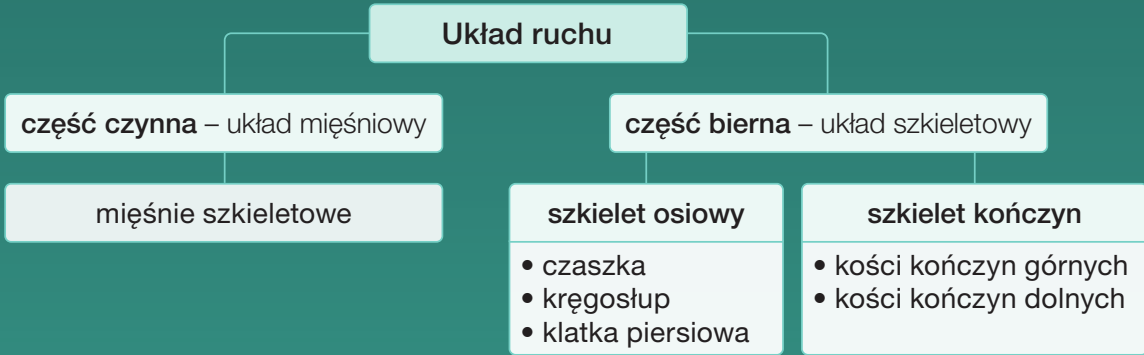
- a) Podaj nazwę warstwy skóry, w której zachodzi synteza witaminy D₃. Odpowiedź zapisz w zeszycie.
- b) Wyjaśnij, dlaczego w okresie jesienno-zimowym możemy być narażeni na deficyt witaminy D₃ w naszym organizmie. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

3. Układ ruchu



Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

Budowa układu ruchu:



- 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

Ważne na tej lekcji!

- ogólna budowa i części szkieletu
- budowa kości
- funkcje szkieletu



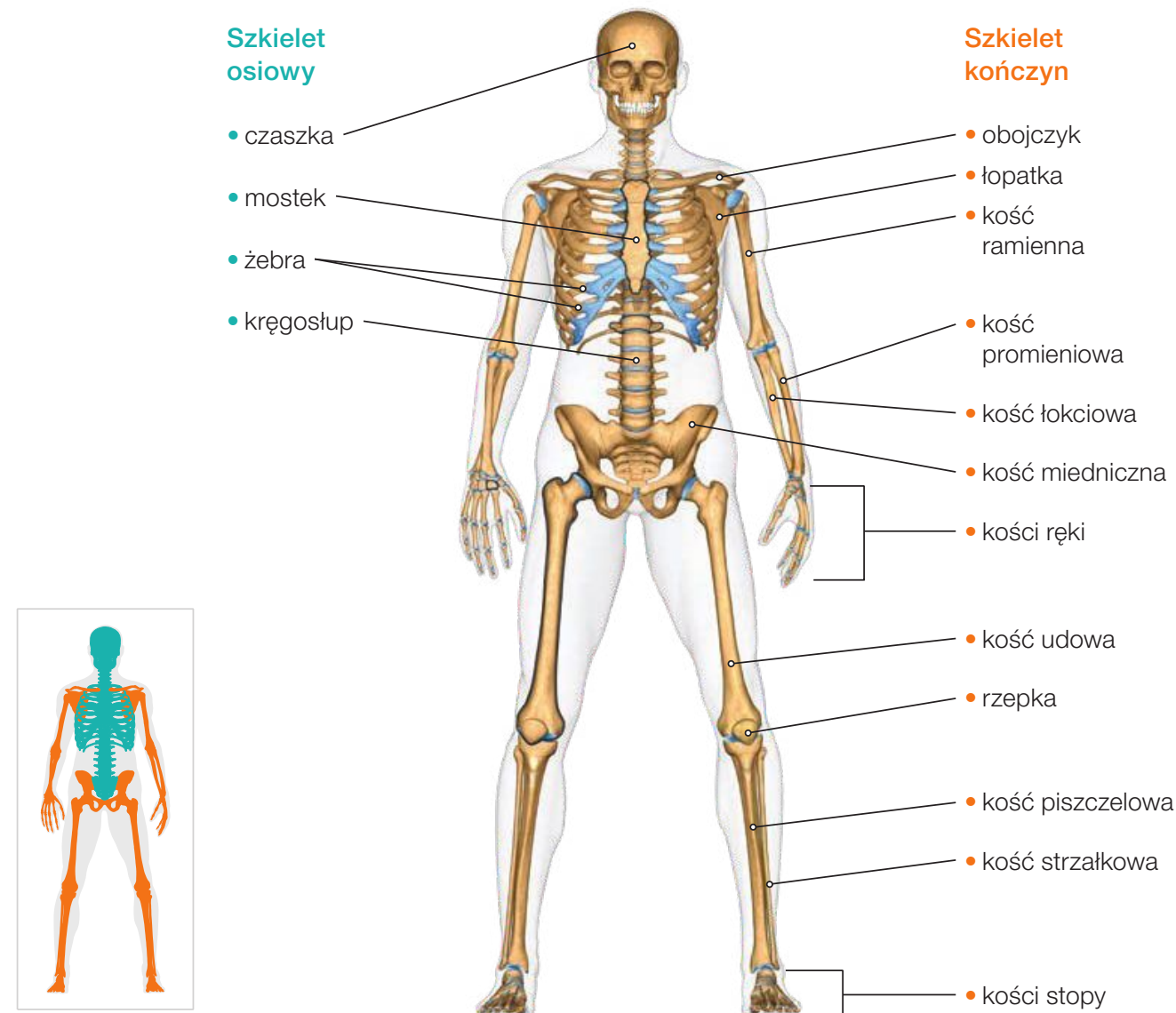
Za nasze poruszanie się, np. bieganie czy chodzenie, a także za wykonywanie precyzyjnych ruchów związanych np. z pisanie, odpowiada **układ ruchu**. Tworzą go współpracujące ze sobą elementy: szkielet oraz mięśnie szkieletowe. **Szkielet** to część bierna, niezdolna do samodzielnego poruszania się. **Mięśnie** to część czynna, wprawiająca elementy szkieletu w ruch.

■ Z jakich części składa się szkielet człowieka?

Szkielet człowieka dzielimy na dwie części:

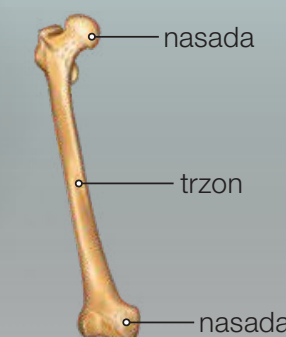
- ▶ **szkielet osiowy**, w skład którego wchodzi czaszka, kręgosłup i klatka piersiowa,
- ▶ **szkielet kończyn**, złożony z kości kończyn górnych wraz z obręczą barkową oraz kości kończyn dolnych wraz z obręczą miedniczną.

Elementy tworzące szkielet osiowy oraz szkielet kończyn



Budowa kości na przykładzie kości udowej

Kość udowa należy do tzw. kości długich. Na jej powierzchni znajduje się okostna, a pod nią – warstwa tkanki kostnej zbitej, która charakteryzuje się dużą twardością. W kościach występuje też tkanka kostna gąbczasta. Ma ona ażurową budowę, dzięki czemu jest lżejsza i mniej twarda niż tkanka kostna zbita. Wewnątrz kości znajduje się jama szpikowa wypełniona szpikiem kostnym.

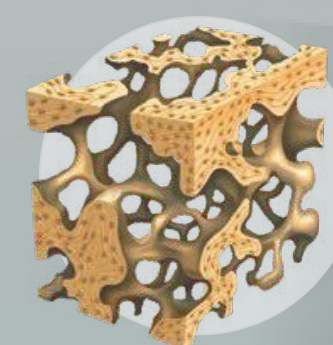


Kość długa ma rozszerzone końce, tak zwane **nasady**, oraz długi, wąski **trzon**.

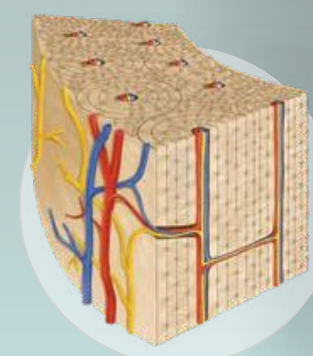
Budowa wewnętrzna kości

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 chrzęstna pokrywa powierzchnie stawowe, zmniejsza tarcie i zabezpiecza kości przed uszkodzeniami. Tkanka ta umożliwia też wydłużanie się kości w okresie wzrostu, czyli do ok. 20. roku życia.



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.



Szpik kostny to galaretowata substancja. 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 **szpik kostny żółty** wypełnia większość kości, a szpik kostny czerwony występuje np. w nasadach kości długich.

Okostna to łącznotkankowa błona. Występują w niej liczne naczynia krwionośne, dzięki którym do kości trafiają składniki pokarmowe. Okostna uczestniczy też w przebudowie i regeneracji kości, np. po złamaniach.

Właściwości kości i funkcje szkieletu

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 nierozdzielnie związane z funkcjami szkieletu, które przedstawiliśmy poniżej.



W skrócie

- **Układ ruchu** człowieka składa się z:
 - części biernej, czyli szkieletu,
 - części czynnej, którą tworzą mięśnie.
- Szkielet człowieka dzielimy na **szkielet osiowy** oraz **szkielet kończyn**.
- Kość długa składa się z nasady i trzonu. **Nasady** są zbudowane głównie z tkanki kostnej gąbczastej, a **trzon** – głównie z tkanki kostnej zwartej. Na zewnątrz kości występuje **okostna** – błona, która odżywia kość. Nasady kości pokrywa **tkanka chrzęstna**, 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 produkuje niektóre elementy krwi.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, dlaczego szkielet jest bierną częścią układu ruchu.
2. Opisz budowę kości długiej.
3. Wykaż powiązanie wybranej funkcji szkieletu z budową kości.

3.2. Rodzaje połączeń kości



Ważne na tej lekcji!

- połączenia ścisłe i ruchome kości
- rodzaje stawów
- budowa stawu

Szkielet jest rusztowaniem dla ciała, nadaje mu kształt, a w połączeniu z mięśniami umożliwia wykonywanie ruchów. Szkielet chroni 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.

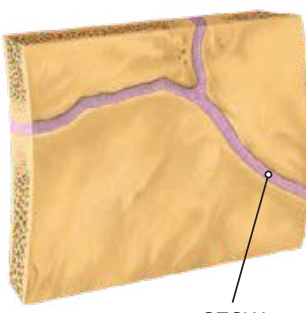
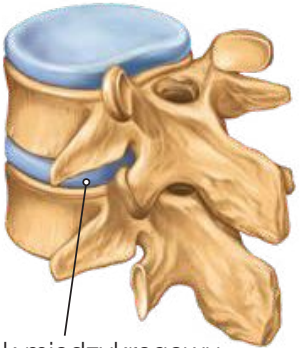
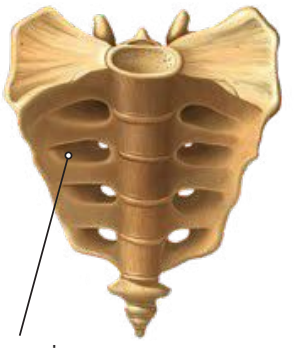
Jak kości łączą się ze sobą?

Poszczególne kości pełnią w organizmie różne funkcje, dlatego występują między nimi różnorodne połączenia. Ze względu na ruchomość połączeń wyróżniamy:

- ▶ **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 płaszczyźnie lub w 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 kościorzrosty. Różnią się one rodzajem tkanki, z której są zbudowane.

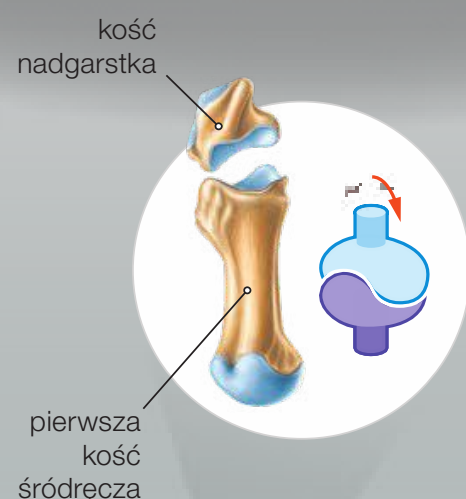
Więzozrosty	Chrząstkozrosty	Kościorzrosty
• To połączenia kości za pomocą tkanki włóknistej. • Przykładami są szwy, czyli cienkie, mocne pasma tkanki łączące kości czaszki.	• To połączenia kości za pomocą chrząstek, pozwalające na ograniczony ruch kości. • Przykładami są krążki międzykręgowe występujące w kręgosłupie.	• To połączenia kości za pomocą tkanki kostnej. Są one całkowicie nieruchome. • Kościorzrosty występują m.in. w kości krzyżowej, która powstaje przez zrośnięcie się kręgów krzyżowych kręgosłupa.
 szew	 krążek międzykręgowy	 kość krzyżowa

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.

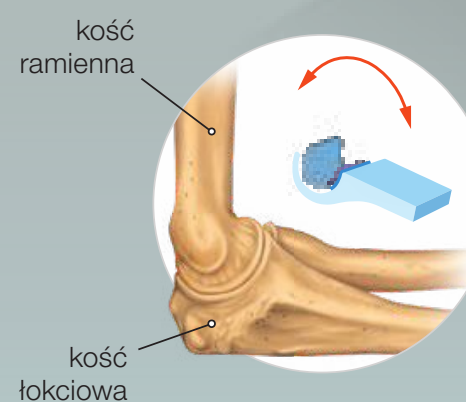
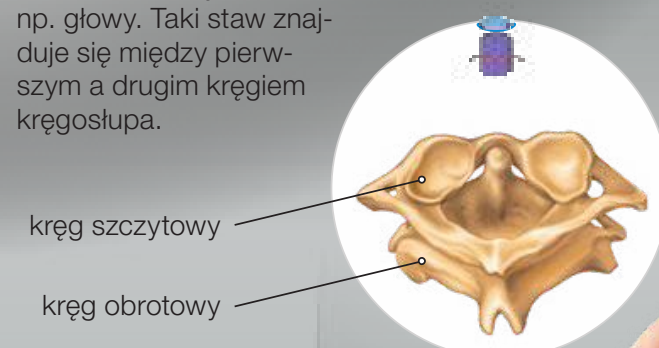
Staw siodełkowy

Umożliwia szeroki zakres ruchów podobnych do ruchów stawu kulistego. Taki staw znajduje się np. u nasady kciuka.



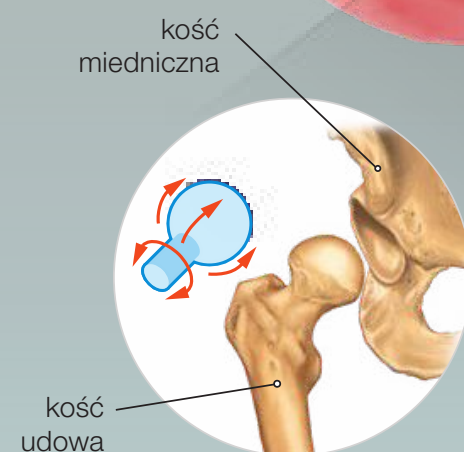
Staw obrotowy

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 palczkami kości palców.

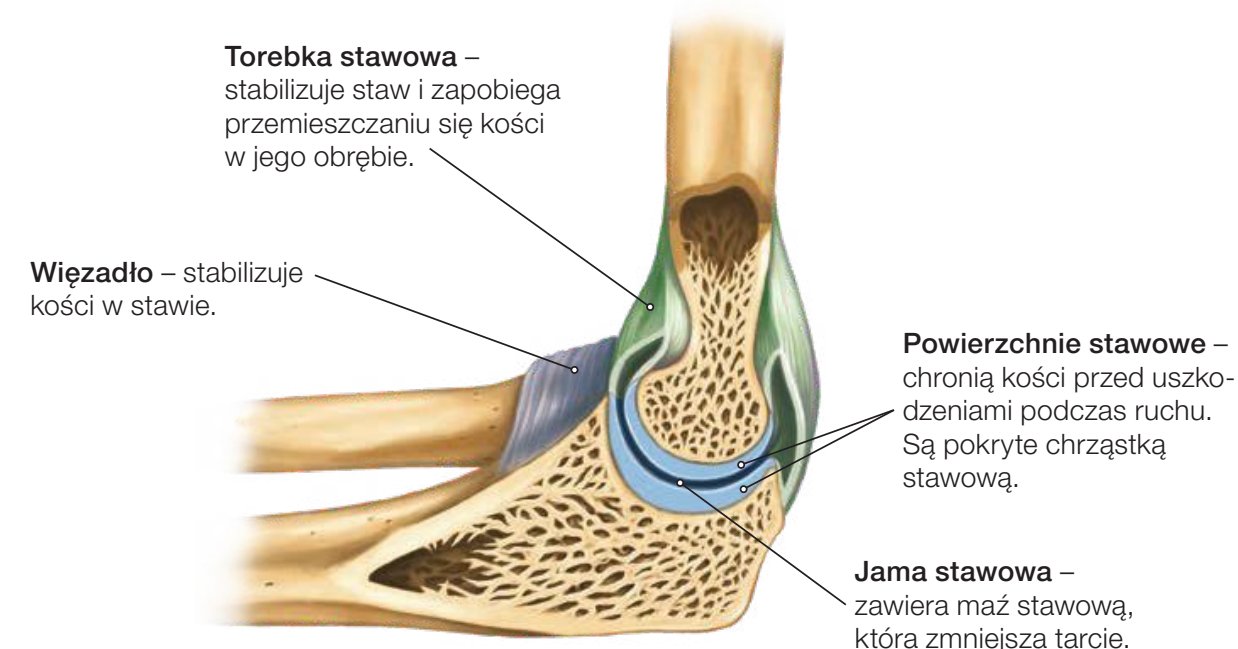


Staw kulisty

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**. Całość otacza **torebka stawowa**. W niektórych stawach występują **więzadła**, które ułatwiają utrzymywanie kości w odpowiednim położeniu.



Budowa stawu na przykładzie stawu łokciowego.

W skrócie

- **Połączenia ściste** kości to:
 - więzozrosty,
 - chrząstkozrosty,
 - kościorosty.
- **Połączenia ruchome** kości nazywamy **stawami**. Wyróżniamy następujące rodzaje stawów:
 - staw obrotowy,
 - staw kulisty,
 - staw siodełkowy,
 - staw zawiasowy.
- W skład stawu wchodzi **powierzchnie stawowe** kości pokryte **chrząstką**. Między powierzchniami stawowymi znajduje się **jama stawowa** wypełniona **mazią stawową**. Staw otacza **torebka stawowa**, która stabilizuje kości. Funkcję stabilizacyjną pełnią też **więzadła** występujące w niektórych stawach.

Polecenia kontrolne

1. Porównaj w zeszycie 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



Ważne na tej lekcji!

- budowa szkieletu osiowego: czaszki, kręgosłupa i klatki piersiowej
- budowa szkieletu kończyn

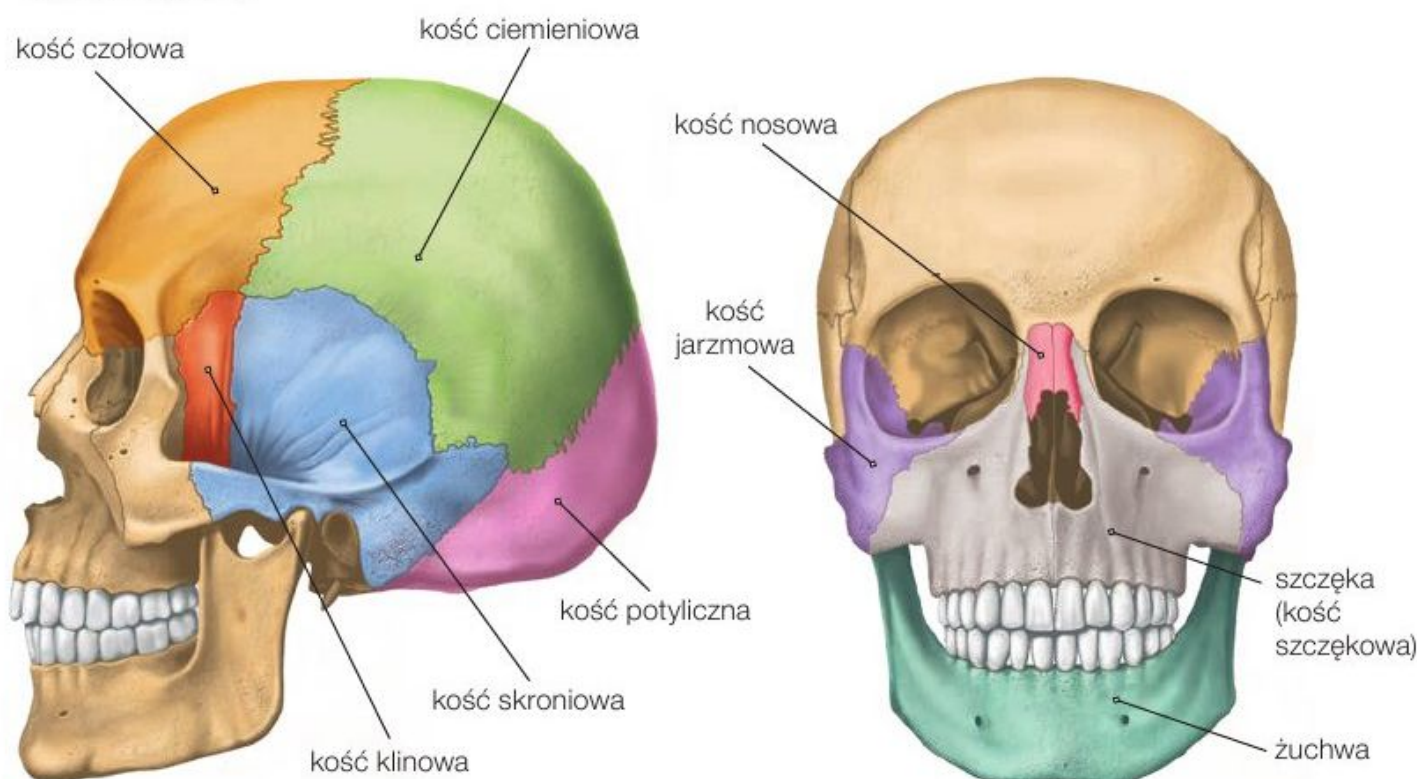
Na pierwszej lekcji omówiliśmy ogólną budowę szkieletu człowieka. Wiesz już zatem, że szkielet ten dzielimy na dwie części: **szkielet osiowy** i **szkielet kończyn**. Na tej lekcji przyjrzymy się dokładniej budowie obu części szkieletu oraz poznamy funkcje każdej z nich.

■ Szkielet osiowy

Szkielet osiowy składa się z:

- ▶ czaszki,
- ▶ kręgosłupa,
- ▶ klatki piersiowej.

Budowa czaszki



W skład **mózgoczaszki** wchodzi kości parzyste – ciemieniowe i skroniowe – oraz kości nieparzyste, w tym kość czołowa, klinowa i potyliczna.

■ Budowa i funkcje czaszki

Czaszka składa się z mózgowic i twarzoczaszki (trzewioczaszki). Pełnią one głównie funkcję ochronną:

- ▶ **mózgowica** – chroni mózgowie,
- ▶ **twarzoczaszka** – chroni narządy zmysłów i początkowe odcinki układu oddechowego oraz układu pokarmowego.

W czaszce znajdują się także **zatoki**. To przestrzenie w kościach wypełnione powietrzem. Zatoki ogrzewają i nawilżają powietrze. Uczestniczą też w modulacji głosu i chronią czaszkę przed urazami mechanicznymi.

W skład **twarzoczaszki** wchodzi m.in. kości parzyste – nosowe, szczękowe i jarzmowe – oraz kości nieparzyste, czyli żuchwa i kość gnykowa (niewidoczna na rysunku).

■ Budowa i funkcje kręgosłupa

Kręgosłup człowieka 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, różniących się wielkością oraz liczbą kręgów.

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

Jak jest zbudowany kręgosłup?

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

Odcinek piersiowy – składa się z 12, stosunkowo dużych kręgów piersiowych. Odcinek ten wchodzi w skład klatki piersiowej (kręgi piersiowe łączą się z żebrami).

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

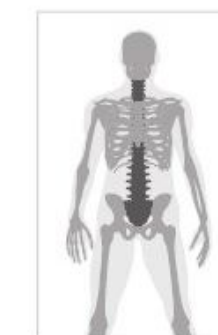
Odcinek krzyżowy – składa się z 5 zrośniętych ze sobą kręgów tworzących kość krzyżową. Kość ta jest jedną z kości budujących miednicę.

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

Czy kręgosłup jest prosty?

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. Ze względu na lordozy i kifozy kręgosłup widziany z boku przypomina kształtem literę S.



Krążki międzykręgowe zapewniają kręgosłupowi amortyzację. W ciągu dnia nieco się spłaszczają, dlatego jeżeli zmierzmy nasz wzrost rano i wieczorem, różnica może wynosić ok. 2–3 cm.



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, który składa się z 12 kręgów piersiowych,
- ▶ mostka,
- ▶ 12 par żeber.

Większość żeber ma jeden koniec (tylny) połączony za pomocą stawu z kręgosłupem, a drugi koniec (przedni) połączony z mostkiem. W zależności od sposobu połączenia żeber w obrębie klatki piersiowej wyróżniamy:

- ▶ żebra prawdziwe,
- ▶ żebra rzekome,
- ▶ żebra wolne.

Dzięki temu, że żebra łączą się z mostkiem za pomocą tkanki chrzęstnej, klatka piersiowa jest **wytrzymała** i jednocześnie **elastyczna**.

Jakie funkcje pełni klatka piersiowa?

Klatkę piersiową możemy porównać do ażurowego pancerza chroniącego narządy znajdujące się w górnej części tułowia. Jednak oprócz tego, że **chroni ona serce i płuca**, pełni też dwie inne ważne funkcje:

- ▶ stanowi miejsce przyczepu wielu mięśni,
- ▶ umożliwia organizmowi wykonywanie wdechów i wydechów dzięki skurczom mięśni międzyżebrowych.

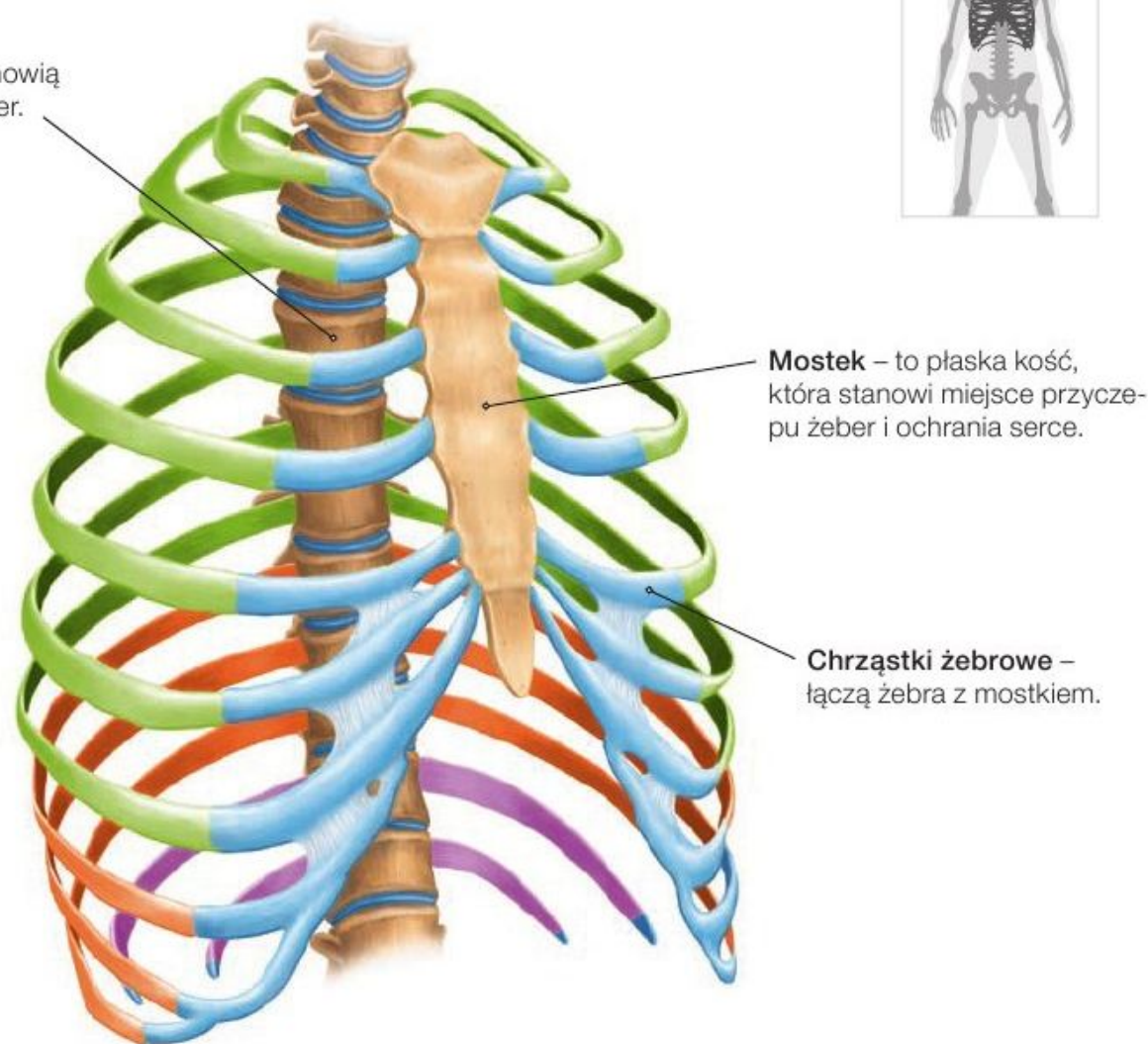
Budowa klatki piersiowej

Kręgi piersiowe – stanowią miejsce przyczepu żeber.

Żebra prawdziwe (7 par) – łączą się z mostkiem bezpośrednio za pomocą chrząstek.

Żebra rzekome (3 pary) – łączą się z mostkiem za pośrednictwem chrząstki siódmego żebra.

Żebra wolne (2 pary) – nie są połączone z mostkiem.



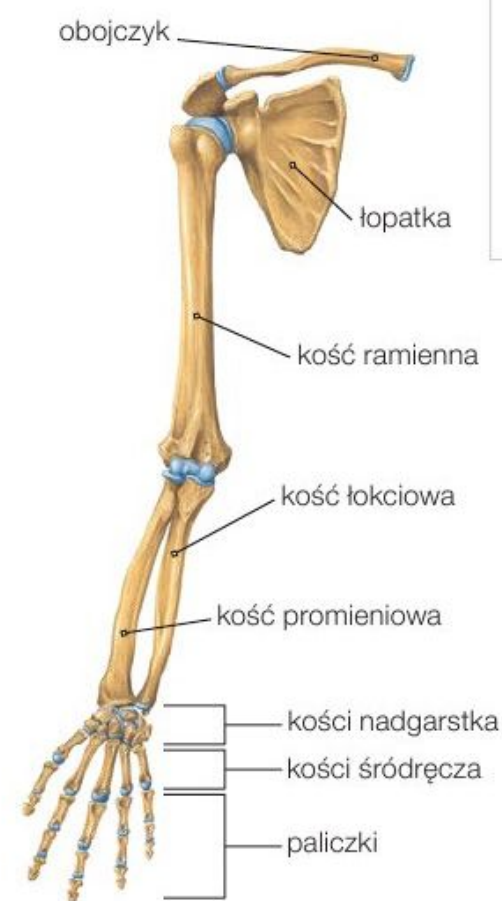
■ Szkielet kończyn

Do szkieletu kończyn zaliczamy **kości kończyn wolnych** oraz **kości obręczy**.

Szkielet kończyny górnej

Szkielet kończyny górnej składa się ze szkieletu **kończyny górnej wolnej** oraz szkieletu **obręczy barkowej**. Kończynę górną wolną budują: kość ramienna, kość łokciowa, kość promieniowa, kości nadgarstka, kości śródręcza oraz paliczki. Z kolei szkielet **obręczy barkowej** tworzą dwa obojczyki i dwie łopatki. Obręcz barkowa łączy kończynę górną ze szkieletem osiowym. Kości kończyny górnej wraz z łączącymi je stawami oraz mięśniami umożliwiają wykonywanie różnorodnych, nawet bardzo precyzyjnych ruchów.

Szkielet kończyny górnej



- **Kości jednej kończyny górnej wolnej:** kość ramienna, kość łokciowa, kość promieniowa, kości nadgarstka, kości śródręcza, paliczki.
- **Cała obręcz barkowa:** dwa obojczyki, dwie łopatki.

Szkielet kończyny dolnej

Szkielet kończyny dolnej składa się ze szkieletu **kończyny dolnej wolnej** oraz szkieletu **obręczy miednicznej**.

Kończynę dolną wolną budują: kość udowa, kość piszczelowa, kość strzałkowa, rzepka oraz kości stępu, śródstopia i paliczki.

Obręcz miedniczną budują dwie kości miedniczne, z których każda powstaje ze zrośnięcia się trzech kości (biodrowej, łonowej i kulszowej). Kości miedniczne razem z kością krzyżową i kością guziczną tworzą **miednicę**.

Kończyna dolna i kończyna górna mają podobną budowę, ale kości kończyny dolnej są zdecydowanie masywniejsze, ponieważ muszą utrzymywać ciężar całego ciała.

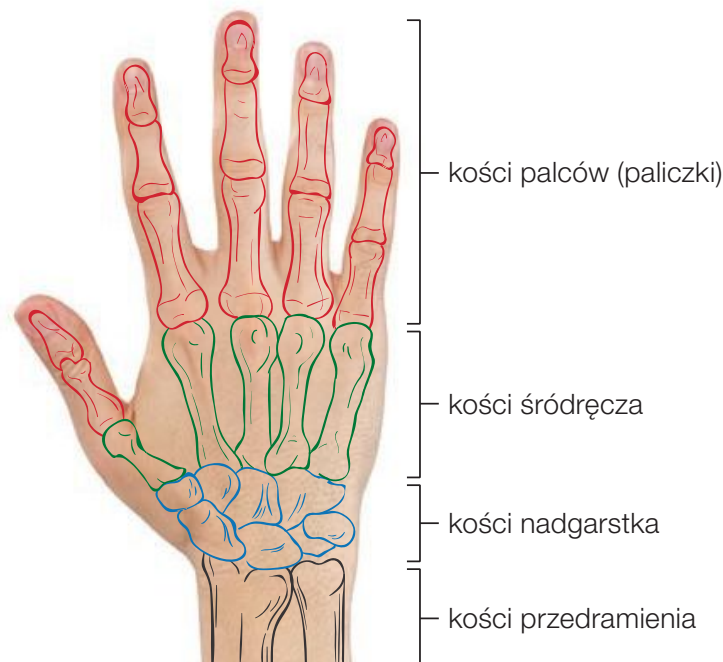
Szkielet kończyny dolnej



- **Kości jednej kończyny dolnej wolnej:** kość udowa, kość piszczelowa, kość strzałkowa, rzepka, kości stępu, śródstopia, paliczki.
- **Cała obręcz miedniczna:** dwie kości miedniczne.

Jest na to sposób

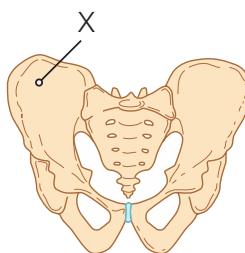
Niektóre informacje najlepiej zapamiętuje się na własnym przykładzie. Dlatego, aby nauczyć się, gdzie występują poszczególne kości, możesz wskazać je na swoim ciele lub narysować je na swoim zdjęciu. Ten sposób możesz również wykorzystać, aby nauczyć się tego, gdzie występują poszczególne narządy wewnętrzne.

**W skrócie**

- Szkielet osiowy człowieka składa się z **czaszki, kręgosłupa i klatki piersiowej**.
- W skład czaszki wchodzi 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.
- Klatkę piersiową tworzą: **odcinek piersiowy kręgosłupa, mostek** oraz **żebra** (prawdziwe, rzekome i wolne). 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 składa się z **kości kończyny górnej wolnej**, którą tworzą: kość ramienna, kość promieniowa, kość łokciowa, kości nadgarstka, kości śródręcza, paliczki. Do kości kończyn górnych należy również **obręcz barkowa**, zbudowana z dwóch łopatek i dwóch obojczyków.
- W skład kończyny dolnej wchodzi kości **kończyny dolnej wolnej**: kość udowa, rzepka, kość piszczelowa, kość strzałkowa, kości stępu, kości śródstopia i paliczki. Do kości kończyn dolnych należy też **obręcz miedniczna**, zbudowana z dwóch kości miednicznych.

Polecenia kontrolne

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



3.4. Budowa i funkcjonowanie mięśni szkieletowych

**Ważne na tej lekcji!**

- budowa mięśni szkieletowych
- współdziałanie mięśni, ścięgien, stawów i kości w ruchu
- antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów

Mięśnie szkieletowe to czynna część układu ruchu. Dzięki ich pracy nasz organizm może się poruszać oraz utrzymywać odpowiednią postawę. Jednak aby było to możliwe, mięśnie muszą współdziałać zarówno z kośćmi, jak i z innymi mięśniami szkieletowymi.



Aby zmarszczyć brwi, musisz użyć ok. 40 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 – uczestniczy w poruszaniu kończyną górną, np. opuszcza uniesione ramię.

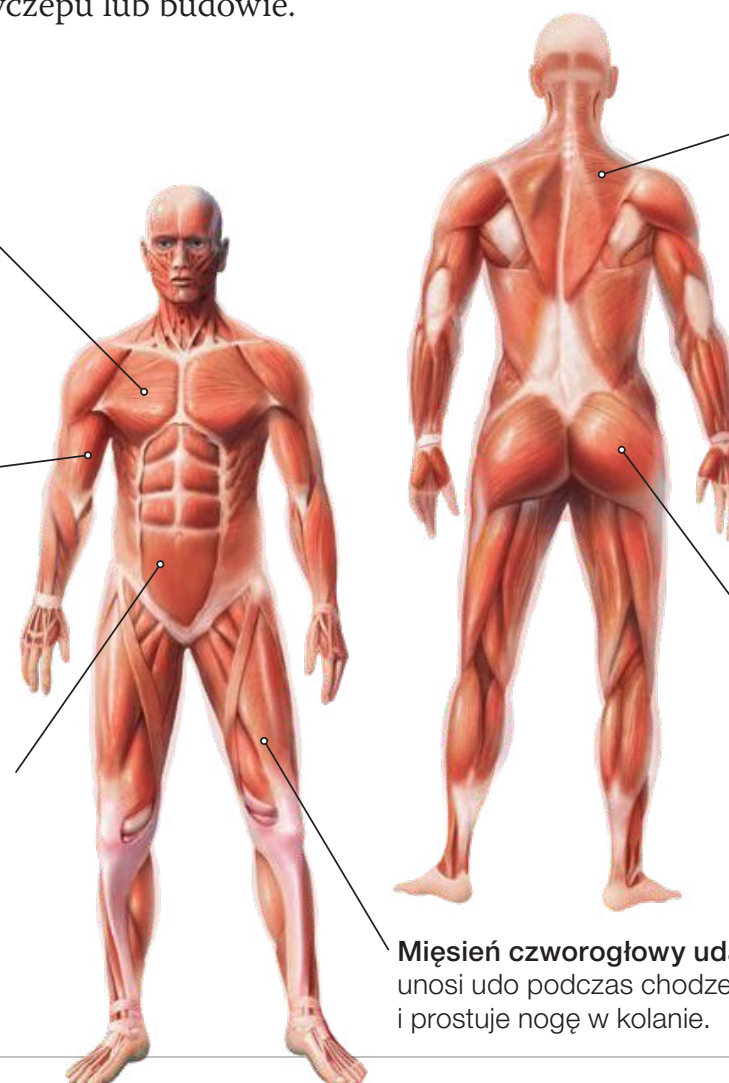
Mięsień dwugłowy ramienia (biceps) – do jego zadań należy m.in. zginanie kończyny w stawie łokciowym.

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

Mięsień czworoboczny – uczestniczy w ruchach głowy, pozwala również na podnoszenie kończyny górnej.

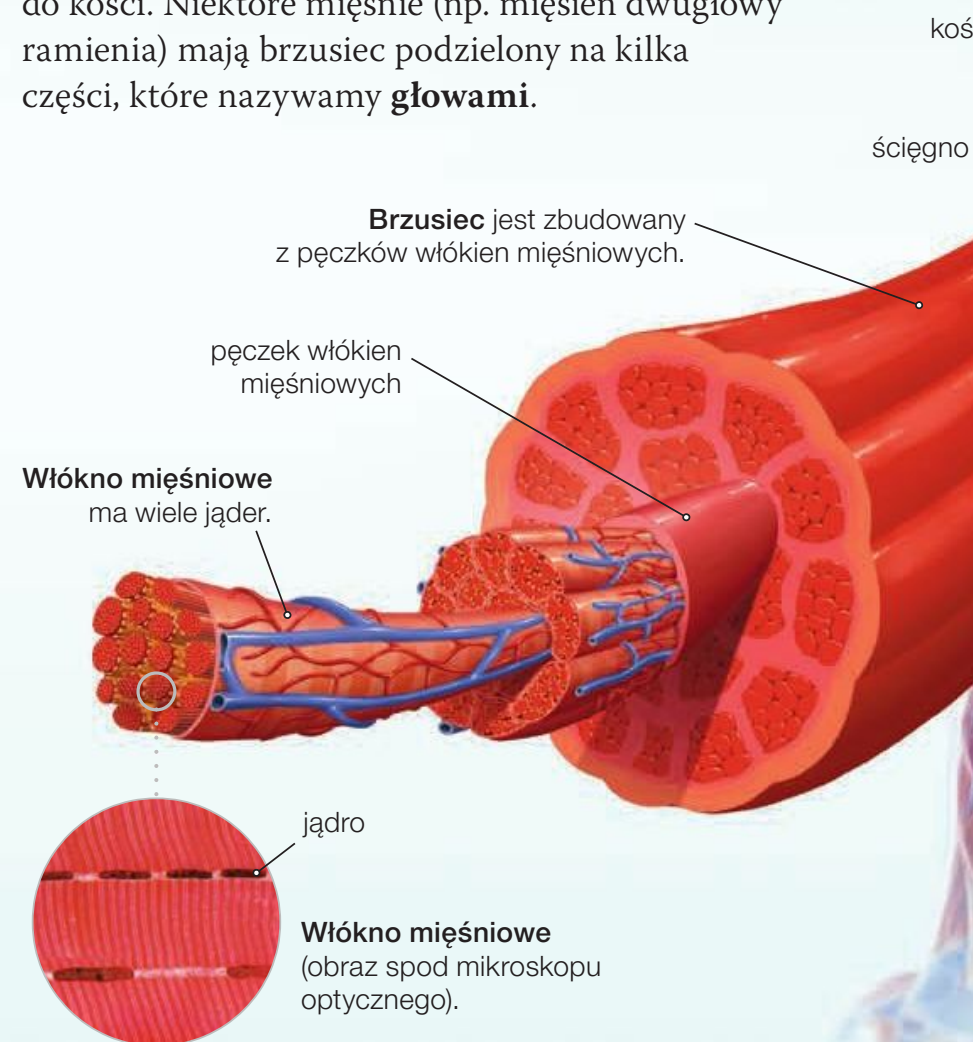
Mięsień pośladkowy wielki – utrzymuje pionową postawę ciała, prostuje kończynę dolną w stawie biodrowym.

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. Niektóre mięśnie (np. mięsień dwugłowy ramienia) mają brzusiec podzielony na kilka części, które nazywamy **głowami**.

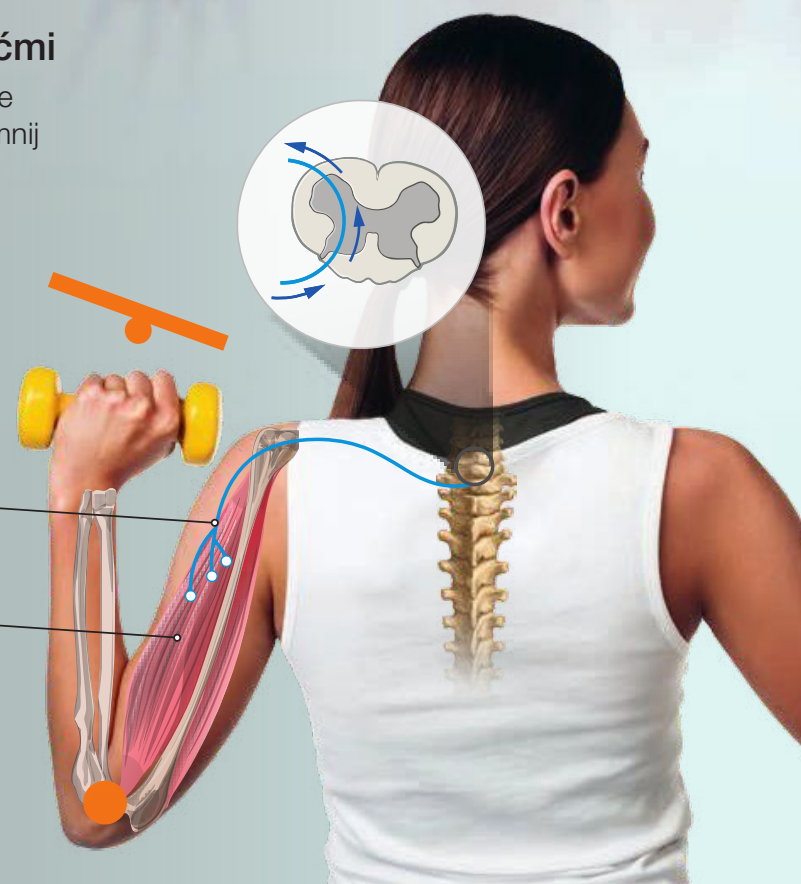


Współpraca mięśni szkieletowych z kośćmi

Aby organizm mógł wykonywać ruchy, mięśnie szkieletowe muszą współpracować z kośćmi. W jaki sposób? 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, do których mięśnie są przyłączone za pomocą ścięgien.

Impulsy nerwowe przesyłane przez komórki nerwowe pobudzają mięsień do skurczu.

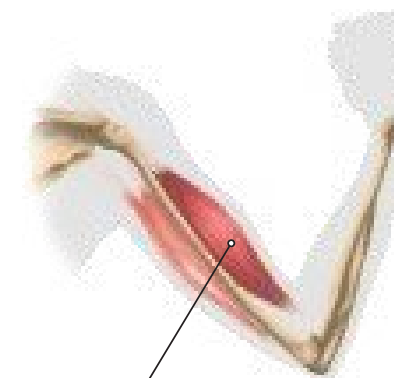
Kurczący się mięsień skraca się i w ten sposób powoduje ruch kości, która jest przymocowana do niego za pomocą ścięgna.



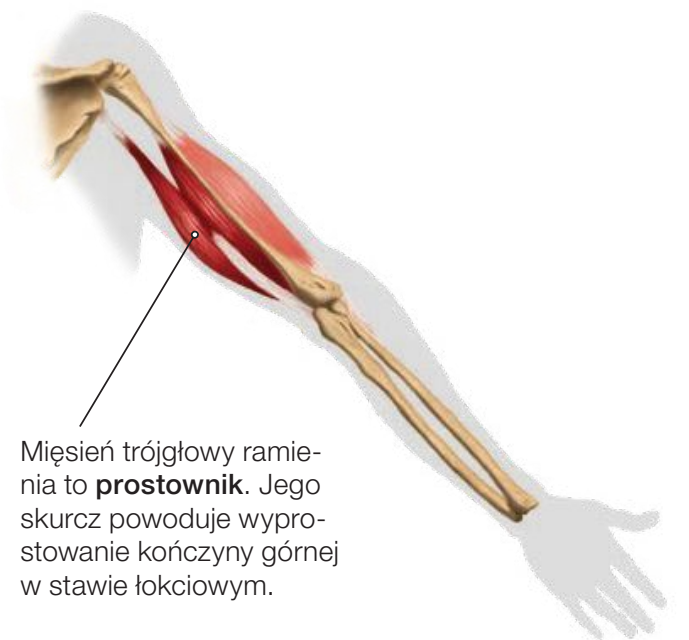
Jak mięśnie szkieletowe współpracują ze sobą?

Mięśnie kurczą się, przez co podciągają kości, do których są przytwierdzone. Efektem tego jest ruch, ale tylko w jednym kierunku. Dlatego większość mięśni pracuje parami, przy czym jeden mięsień 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 – synergistycznymi**.

Antagonistyczne działanie mięśnia dwugłowego ramienia i mięśnia trójąłowego ramienia



Mięsień dwugłowy ramienia to **zginacz**. Jego skurcz powoduje zgięcie kończyny górnej w stawie łokciowym.



Mięsień trójąłowy ramienia to **prostownik**. Jego skurcz powoduje wyprostowanie kończyny górnej w stawie łokciowym.

W skrócie

- **Mięsień szkieletowy** jest zbudowany z:
 - **brzuśca** (część kurczliwa),
 - **ścięgien**.
- Brzusiec tworzą pęczki **włókien mięśniowych**. Niektóre mięśnie mają brzusiec podzielony na kilka części, które nazywamy **głowami**.
- Mięśnie współpracujące w wykonywaniu ruchu w tym samym kierunku to **mięśnie synergistyczne**.
- Mięśnie, które pracują przeciwstawnie, to **mięśnie antagonistyczne**.

Polecenia kontrolne

1. Omów budowę mięśni szkieletowych.
2. Wyjaśnij, w jaki sposób mięśnie współpracują z układem szkieletowym podczas wykonywania ruchów.
3. Opisz antagonistyczną pracę mięśni na przykładzie mięśni ramienia.

3.5. Higiena i choroby układu ruchu

Ważne na tej lekcji!

- wpływ diety i aktywności fizycznej na stan układu ruchu
- 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. Niektórych z tych czynników nie możemy wyeliminować, jednak powinniśmy zadbać o właściwą dietę i aktywność fizyczną.

Właściwa dieta a układ ruchu

O właściwej diecie mówimy wtedy, gdy dostarczamy organizmowi wszystkich potrzebnych mu składników. Sprawdź, które z nich są najważniejsze dla prawidłowego funkcjonowania układu ruchu.

Białko umożliwia rozwój mięśni.

Źródła: nabiał, mięso, ryby, jaja, nasiona roślin strączkowych.



Składniki mineralne

(wapń, fosfor, magnez, potas) sprawiają, że kości są mocne i wytrzymałe, a mięśnie prawidłowo pracują.

Źródła: warzywa, owoce, wątroba, ryby, orzechy, nasiona słonecznika i dyni.



Woda pozwala sprawnie działać wszystkim narządom organizmu. Wypijaj jej codziennie ok. 2,5 l.



Szkodliwe dla układu ruchu są:

- produkty przetworzone, zawierające m.in. konserwanty,
- produkty wysokokaloryczne, ponieważ ich spożycie może prowadzić do nadwagi, a przez to do zbyt dużego obciążenia aparatu ruchu.



Witaminy są potrzebne kościom, mięśniom i stawom, np.:

- witamina D₃ odpowiada za wysycenie kości wapniem. Jej źródła to tran, jaja, nabiał, wątroba;
- witamina C uczestniczy w syntezie kolagenu, który odpowiada za elastyczność kości i chrząstek. Jej źródła to czarna porzeczka, natka pietruszki, kiwi, papryka i cytrusy.



■ Czym są suplementy diety?

Suplementy diety to środki, które mają uzupełniać naszą dietę, np. w witaminy, minerały czy niektóre białka (m.in. kolagen). Można je przyjmować 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 D₃, gdyż z powodu zbyt małej ilości światła słonecznego nasza skóra nie wytwarza jej 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.



Osoby uprawiające sport wyczynowy często stosują suplementy diety i tzw. odżywkę. Trudno jest im bowiem uzupełnić niedobory niektórych składników, nawet jeśli odpowiednio się odżywiają.

Jak codzienna aktywność fizyczna wpływa na nasze ciało?

Oprócz zdrowej diety codziennie powinniśmy być aktywni fizycznie. Brak aktywności powoduje m.in. wady postawy i choroby zwyrodnieniowe stawów (np. w wyniku nadmiernej masy ciała). Ponadto siedzący tryb życia sprawia, że zwiększa się ryzyko zachorowania na choroby układu krążenia. Na schemacie przedstawiliśmy przykłady pozytywnego wpływu aktywności fizycznej na nasz organizm.



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. za pomocą środków farmakologicznych czy manipulacji genetycznych. Metody te wpływają jednak negatywnie na organizm.

Środki anaboliczne (np. testosteron)

Przyspieszają wzrost masy mięśniowej.

Przykładowe działania niepożądane:

- 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 działania niepożądane:

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



Środki pobudzające i przeciwbólowe

Pobudzają i eliminują zmęczenie, zmniejszają odczuwanie bólu.

Przykładowe działania niepożądane:

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



Właściwym sposobem na zwiększanie sprawności fizycznej i wytrzymałości, a także osiągnięcie 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. Działania niepożądane są trudne do przewidzenia. Manipulacje genetyczne mogą prowadzić m.in. do rozwoju nowotworów.



Transfuzja krwi

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

Przykładowe działania niepożądane:

- 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. Działaniami niepożądanymi 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. Nieleczona może prowadzić do silnego bólu kręgosłupa, a zniekształcona klatka piersiowa może uciskać serce i płuca.



Nadmierna kifoza 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.

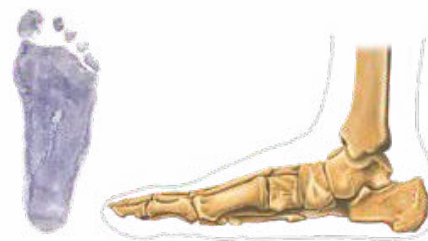
Płaskostopie

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: skręcenia i zwichnięcia 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.

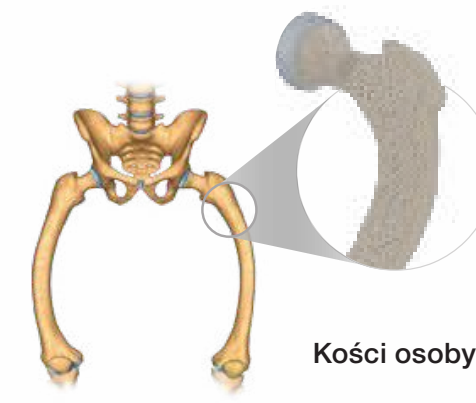
- **Przyczyny:** zmniejszone wydzielanie hormonów płciowych i niedobór wapnia w organizmie.
- **Na rozwój choroby wpływają:** starszy wiek (zwłaszcza u kobiet), czynniki genetyczne, dieta uboga w wapń i białko, długotrwałe unieruchomienie, zbyt mała aktywność fizyczna, przyjmowanie niektórych leków (np. sterydowych), niedobór witaminy D₃, 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 D₃ oraz białka w diecie, uprawiać sport, aby wzmocnić kości, zrezygnować z picia alkoholu i palenia papierosów.



■ 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 D₃ 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 D₃ i wapń oraz ekspozycja na działanie promieni słonecznych.



Jak zapobiegać wadom postawy?

Aby zachować prawidłowe krzywizny kręgosłupa, musisz pamiętać o kilku ważnych zasadach. Bez nich wykształcisz złe nawyki, które mogą doprowadzić do problemów z funkcjonowaniem kręgosłupa i innych narządów.

← **cofnij głowę**

opuść barki ↓

Głowa
wyprostowana,
w jednej linii
z klatką piersiową.

Ramiona
na tej samej
wysokości,
opuszczone.

Plecy proste.

↑ **wyprostuj się**

← **napnij brzuch**

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 skoliozy, czyli do pogłębienia bocznego skrzywienia kręgosłupa.
- Nadmierna masa ciała oraz częste pochylanie ciała do przodu podczas siedzenia np. przy biurku mogą doprowadzić do nadmiernej lordozy lędźwiowej.

W skrócie

- Na układ ruchu wpływa korzystnie dieta bogata w **sole mineralne** (wapnia, magnezu i potasu), **białko** oraz **witaminy D₃** i **C**.
- Dzięki **aktywności fizycznej** kości i mięśnie są mocniejsze oraz bardziej wytrzymałe na urazy mechaniczne.
- **Doping** to sztuczne podnoszenie wydolności sportowca. Wyróżniamy m.in. doping: farmakologiczny, fizjologiczny i genetyczny.

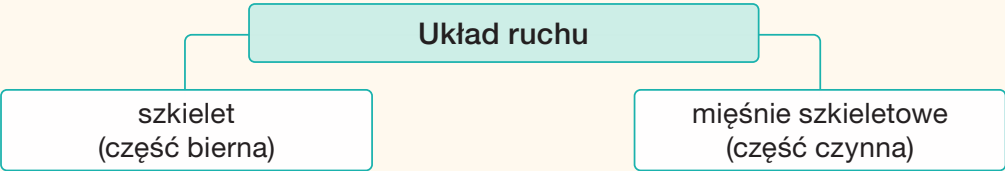
Polecenia kontrolne

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 w zeszycie 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



2 Funkcje szkieletu:

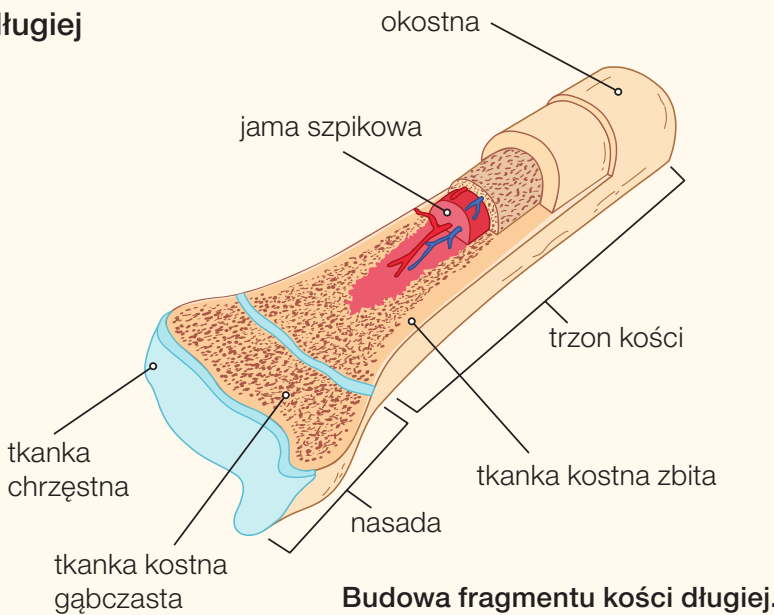
- chroni narządy wewnętrzne (np. mózg, płuca),
- stanowi miejsce przyczepu mięśni,
- jest rusztowaniem dla ciała i nadaje ciału kształt,
- magazynuje składniki mineralne, m.in. sole wapnia,
- produkuje elementy morfotyczne krwi (erytrocyty, leukocyty i płytki krwi).

3 Budowa szkieletu człowieka:

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

4 Budowa kości na przykładzie kości długiej

- Na zewnątrz znajduje się **okostna** – łącznotkankowa błona, która pełni funkcję odżywczą i uczestniczy w przebudowie i regeneracji kości.
- Trzon składa się głównie z **tkanki kostnej zbitiej**, a nasady kości buduje **tkanka kostna gąbczasta**.
- Wewnątrz kości znajduje się **jama szpikowa** wypełniona szpikiem kostnym.
- Powierzchnie stawowe kości pokrywa tkanka chrzęstna, która zmniejsza tarcie i chroni kości przed urazami.

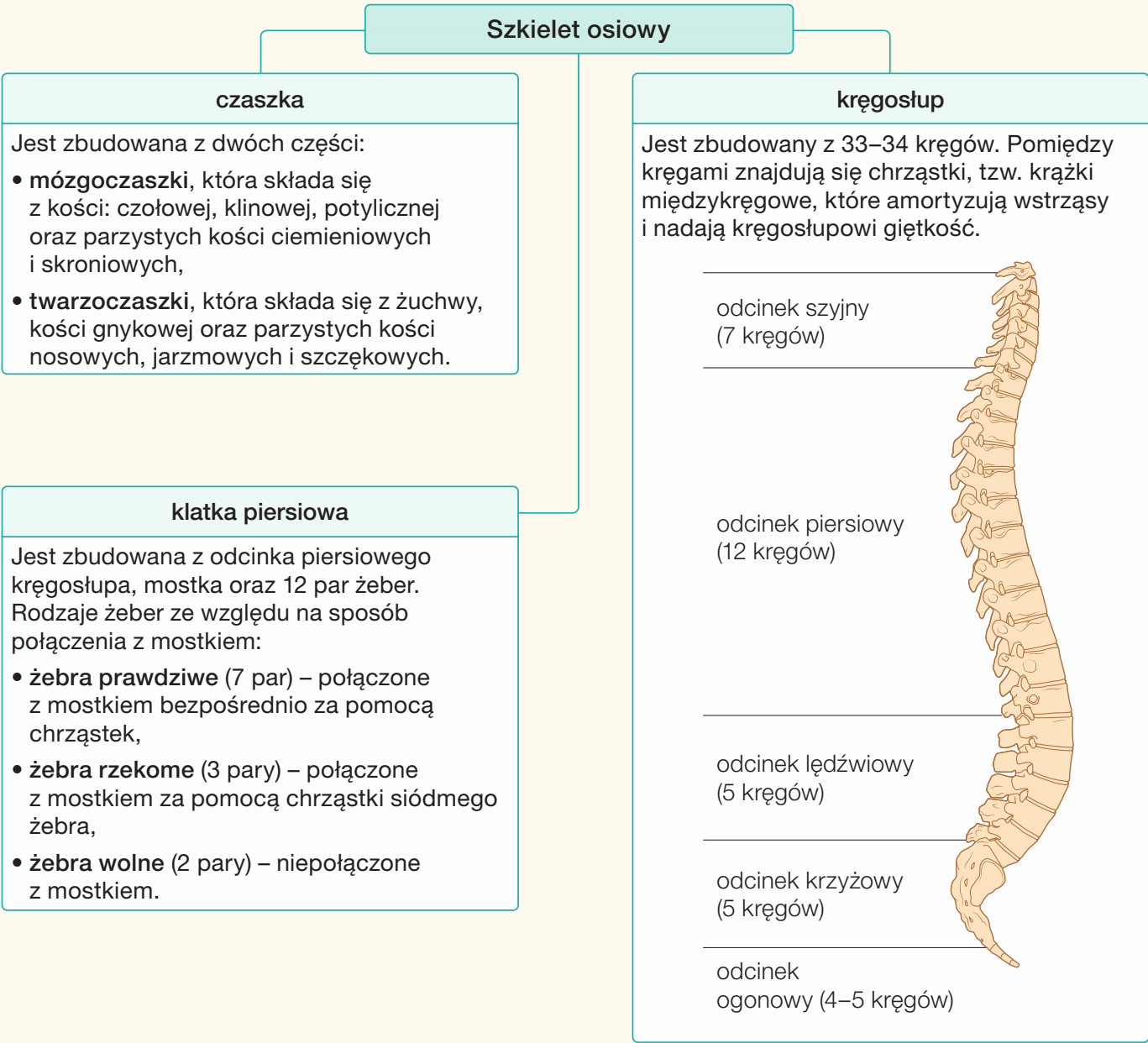


5 Rodzaje połączeń kości:

- **połączenia ruchome (stawy)** – razem z mięśniami umożliwiają ruch kości względem siebie w jednej płaszczyźnie lub w kilku płaszczyznach,
- **połączenia ściste** – mają ograniczoną ruchomość lub są nieruchome.

Połączenia ściste	Opis	Przykłady
Więzozrosty	połączenie kości za pomocą tkanki włóknistej	• szwy łączące kości czaszki
Chrzążkozrosty	połączenie kości za pomocą tkanki chrzęstnej	• krążki międzykręgowe w kręgosłupie • połączenia żeber z mostkiem
Kościorosty	połączenie kości za pomocą tkanki kostnej	• kość krzyżowa

6 Budowa szkieletu osiowego



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 z układu mięśniowego.	P	F
2.	W skład szkieletu osiowego wchodzi: czaszka, mostek, żebra, obojczyki i kręgosłup.	P	F
3.	Kość promieniowa i kość strzałkowa to kości kończyny dolnej.	P	F

2 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.

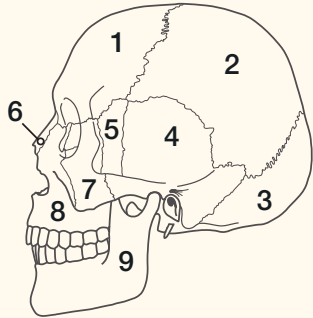
2. Pokrywa powierzchnie stawowe.

3. Składa się z beleczek kostnych.

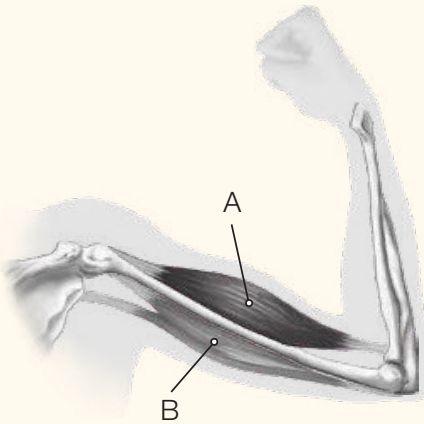
4. Odżywia kości i uczestniczy w ich regeneracji.

3 Wykaż związek między rodzajem połączeń łączących żebra z mostkiem a funkcją klatki piersiowej. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

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



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



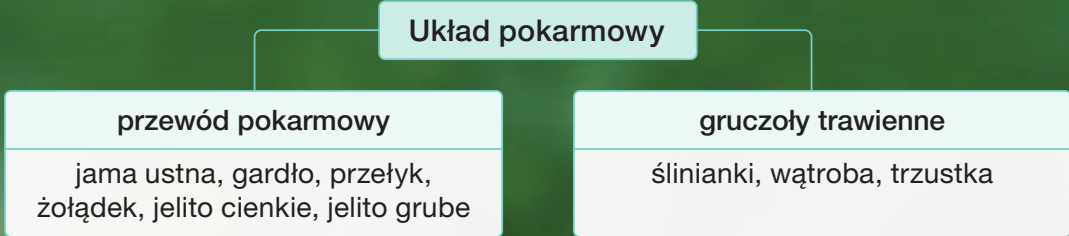
6 Uzasadnij słuszność stwierdzenia: „Odpowiednia dieta i aktywność fizyczna pozwalają utrzymać sprawność układu ruchu”. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

4. Układ pokarmowy



Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

- ▶ Składniki pokarmowe dzielimy na: **organiczne** (cukry, białka, tłuszcze, witaminy) oraz **nieorganiczne** (woda i sole mineralne).
- ▶ **Funkcje układu pokarmowego:**
 - rozdrabnianie, nawilżanie i trawienie pokarmu,
 - wchłanianie do krwi związków otrzymanych w procesie trawienia,
 - defekacja, czyli usuwanie niestrawionych resztek pożywienia w postaci kału.
- ▶ **Elementy układu pokarmowego:**



4.1. Organiczne składniki pokarmowe

Ważne na tej lekcji!

- funkcje 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 składników pokarmowych. Składniki te służą do budowy ciała i zapewniają energię potrzebną do życia.

■ Cukry – główne źródło energii

Cukry (węglowodany) to związki, których podstawową funkcją jest **dostarczanie organizmowi energii** – glukoza jest głównym substratem oddychania komórkowego.

Cukry pełnią też **funkcję zapasową**. Oznacza to, że stanowią magazyn energii, którą organizm wykorzysta, gdy zabraknie podstawowego jej źródła. Przykładem cukru pełniącego to zadanie jest **glikogen**.

Węglowodany zawarte w pokarmie dzielimy na przyswajalne i nieprzyswajalne.

Węglowodany przyswajalne są źródłem energii. **Węglowodany nieprzyswajalne** nie stanowią jej źródła.

Podział węglowodanów



Rodzaje węglowodanów przyswajalnych

cukry proste (monosacharydy)

- Należą do nich np. glukoza, fruktoza i galaktoza.
- Po zjedzeniu produktów zawierających te cukry w organizmie bardzo szybko wzrasta poziom glukozy we krwi.
- Ich źródłami są głównie owoce, słodczyce i miód.



dwucukry (disacharydy)

- Należą do nich cukry złożone z dwóch cukrów prostych, np. sacharoza, laktoza (cukier mleczny) i maltoza.
- Są szybko rozkładane do cukrów prostych, dlatego dostarczają szybko energii, ale na krótki czas.
- Ich źródłami są głównie słodczyce i nabiał.



wielocukry (polisacharydy)

- Należą do nich cukry złożone z wielu cząsteczek cukrów prostych, np. skrobia.
- Glukoza jest z nich uwalniana powoli, dlatego stanowią źródło energii na dłuższy czas.
- Ich źródłami są głównie produkty zbożowe, np. pieczywo, kasze, makarony.



Błonnik wymiata pokarm

Błonnik pokarmowy to związki pochodzenia roślinnego, których nasz organizm nie potrafi strawić. Najczęściej są to wielocukry budujące ściany komórkowe komórek roślinnych, np. celuloza. Błonnik nie dostarcza prawie wcale substancji odżywczych, jednak, ze względu na swoje funkcje, jest ważnym składnikiem diety.

Funkcje błonnika:

- wzmacnia 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,
- stanowi pożywienie dla mikrobiomu jelit i wspomaga jego rozwój,
- 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.

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.

Otręby, czyli zewnętrzne części nasion, są cennym źródłem nie tylko błonnika, lecz także witamin z grupy B oraz makro- i mikroelementów.

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 procesów** zachodzących w organizmie. Przykładowo hormony przekazują informacje między komórkami, a enzymy umożliwiają przebieg reakcji biochemicznych.

Białka **transportują** również substancje. Białkiem transportowym jest m.in. hemoglobina, która przenosi tlen oraz dwutlenek węgla.

Podział białek

Białka, które spożywamy, dzielimy na **białka pełnowartościowe** i **białka niepełnowartościowe**. Podział ten wynika z tego, które

aminokwasy i w jakich proporcjach wchodzi w skład białka.

Białka buduje 20 różnych 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**.

Podział białek ze względu na skład i proporcje aminokwasów



Źródła białek dla organizmu

Najbogatszymi źródłami białek dla organizmu są produkty pochodzenia zwierzęcego. Produkty te można jednak zastąpić niektórymi pokarmami roślinnymi, zwłaszcza otrzymywanymi z nasion roślin strączkowych.



Przypomnij sobie

■ Budowa tłuszczów

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.



■ Tłuszcze – materiał zapasowy

Tłuszcze to przede wszystkim **materiał zapasowy** dostarczający energii, gdy zabraknie cukrów. Mogą one 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:

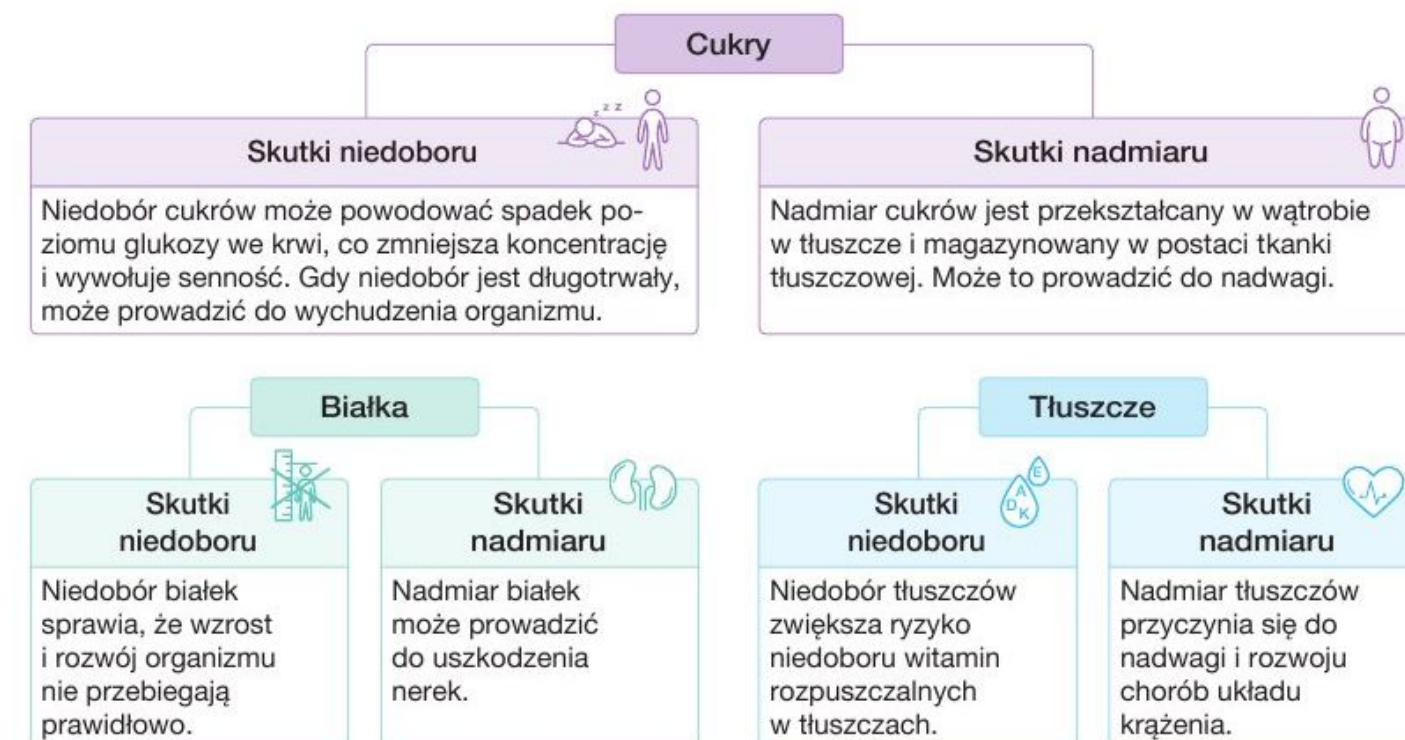
- ▶ pełnią funkcję termoizolacyjną i funkcję ochronną – wchodzą w skład tkanki podskórnej oraz tkanki tłuszczowej,
- ▶ są nośnikami i magazynem tych witamin, które się w nich rozpuszczają (→ s. 71),
- ▶ budują błony komórkowe,

- ▶ są niezbędne do syntezy niektórych hormonów.

Czym są NNKT?

NNKT to niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. Nasz organizm nie potrafi ich syntetyzować, dlatego musimy przyjmować je wraz z pokarmem. Bardzo ważne jest, aby spożywać właściwą ilość NNKT, ponieważ dzięki temu cholesterol utrzymuje się na odpowiednim poziomie. Ponadto wpływa to pozytywnie na pracę serca oraz ciśnienie krwi. Najlepszymi źródłami NNKT są **ryby morskie i oleje roślinne**.

Przykładowe skutki niedoboru i nadmiaru składników organicznych w diecie

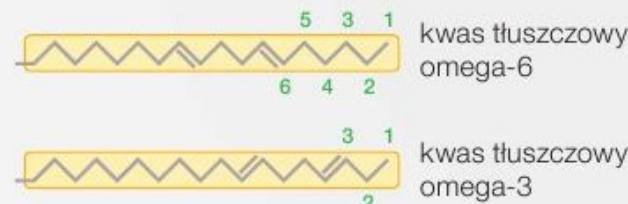


Omega-3 czy omega-6?

W mediach często słyszymy o kwasach omega-3 i omega-6 oraz o ich znaczeniu w prawidłowej diecie. Oba te związki należą do NNKT i są nam potrzebne. Musimy jednak pamiętać, że stosunek ilości spożywanych kwasów omega-6 do omega-3 nie powinien przekraczać 5:1. Tymczasem często jemy zbyt dużo produktów zawierających kwasy omega-6, przez co stosunek ten wynosi nawet 20:1. Dlatego zaleca się, aby co najmniej dwa razy w tygodniu jeść ryby morskie.



Kwasy omega-3 mają podwójne wiązanie przy trzecim, a kwasy omega-6 – przy szóstym atomie węgla w cząsteczce kwasu tłuszczowego, gdy liczymy od jego końca.



Źródła kwasów omega-6



Źródła kwasów omega-3



W skrócie

- **Węglowodany** są głównym źródłem energii. Kiedy ich zabraknie, organizm wykorzystuje **tłuszcze** – materiał zapasowy. **Białka** pełnią funkcję budulcową. Jako źródło energii organizm wykorzystuje je dopiero wtedy, gdy zabraknie cukrów i tłuszczów.
- **Błonnik pokarmowy** m.in.: przyspiesza perystaltykę jelit, obniża poziom cholesterolu i ciśnienie krwi, wspomaga rozwój mikrobiomu jelitowego, reguluje procesy trawienne i poziom glukozy we krwi, zmniejsza ryzyko rozwoju nowotworów żołądka i jelita grubego.
- **Aminokwasy endogenne** są syntetyzowane w organizmie. **Aminokwasy egzogenne** 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 należy bardzo urozmaicać posiłki.

4.2. Rola witamin. Nieorganiczne składniki pokarmowe

Ważne na tej lekcji!

- podział i funkcje witamin
- funkcje oraz źródła wybranych mikro- i makroelementów
- znaczenie wody i bilans wodny

Witaminy i sole mineralne to składniki pokarmowe, których organizm potrzebuje w niewielkich ilościach. Jednak gdy jest ich za mało, organizm nie funkcjonuje prawidłowo. Równie ważne dla zachowania zdrowia jest picie odpowiedniej ilości wody, czyli utrzymywanie właściwego bilansu wodnego.

■ Czym są witaminy?

Witaminy to związki organiczne uczestniczące w różnych reakcjach biochemicznych i procesach fizjologicznych. Większości witamin nasz organizm nie potrafi sam wytworzyć, dlatego musimy przyjmować je wraz z pożywieniem. Witaminy dzielimy na:

- ▶ **rozpuszczalne w tłuszczach** – należą do nich witaminy: A, D₃, E, K,
- ▶ **rozpuszczalne w wodzie** – należą do nich witaminy z grupy B i witamina C.

■ Niedobór i nadmiar witamin

Stan, w którym w organizmie brakuje witamin, nazywamy **awitaminozą**, a niedobór witamin – **hipowitaminozą**. Niedobór witamin może wynikać:

- ▶ z niewłaściwej diety,
- ▶ z pory roku (np. niedobór witaminy D₃ zimą),
- ▶ ze zwiększonego zapotrzebowania na witaminę (m.in. w czasie choroby lub ciąży),
- ▶ z problemów z przyswajaniem witamin.

Nadmiar witamin w organizmie nazywamy **hiperwitaminozą**. Jej przyczyną jest zwykle nadużywanie suplementów diety i leków zawierających witaminy. Hiperwitaminiza dotyczy głównie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach, które m.in. kumulują się w tkance tłuszczowej. Nadmiar witamin rozpuszczalnych w wodzie jest wydalany z organizmu z moczem.

Jakie są źródła witamin?



Jakie są funkcje witamin?

Głównym zadaniem witamin jest regulacja 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, nasza dieta powinna być zróżnicowana.

■ Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach – A, D₃, 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 D₃

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 B₂

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 B₃ (PP)

Funkcje: warunkuje prawidłową pracę układu pokarmowego i układu nerwowego.

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

Witamina B₁₂

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

Skutki niedoboru: anemia złośliwa, uszkodzenia układu nerwowego.

Witamina B₆

Funkcje: 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.



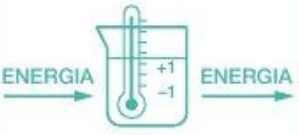
Jednym z najlepszych źródeł witaminy C jest **czarna porzeczka**, która ma trzy razy więcej tej witaminy niż cytryna.

Przypomnij sobie

Składniki nieorganiczne organizmów



Wybrane właściwości wody i ich znaczenie dla organizmu

	• Woda jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem wielu związków, dlatego może transportować różne substancje oraz tworzyć środowisko, w którym zachodzą reakcje chemiczne.
	• Woda ma duże ciepło właściwe, dzięki czemu wyrównuje temperaturę w organizmie.
	• Woda ma wysokie ciepło parowania, co sprawia, że może ochładzać organizm. Służy do tego woda zawarta w pocie, która parując, ochładza ciało.

Składniki mineralne

Składniki mineralne to pierwiastki chemiczne niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Nie są one wytwarzane w organizmie, dlatego muszą zostać dostarczone w pożywieniu, np. w postaci soli mineralnych.

- Ogólne funkcje składników mineralnych:
- ▶ służą do budowy związków wykorzystywanych przez organizm,
 - ▶ uczestniczą w regulacji procesów życiowych,
 - ▶ wpływają na utrzymanie odpowiedniego

pH i ciśnienia osmotycznego płynów ustrojowych.

Na następnej stronie (→ s. 75) przedstawiliśmy przykłady funkcji, źródeł oraz skutków niedoboru wybranych składników mineralnych.

Tak jak w przypadku witamin szkodliwy jest zarówno niedobór, jak i nadmiar niektórych składników mineralnych. Na przykład nadmiar sodu w diecie zwiększa ryzyko wystąpienia nadciśnienia tętniczego, a nadmiar magnezu powoduje m.in. problemy z pracą serca 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 to związek nieorganiczny, który występuje w organizmie człowieka w największej ilości – stanowi średnio ok. 65% masy naszego ciała. Poszczególne tkanki i narządy różnią się jej zawartością. Najmniej wody znajduje się w szklawie zębów, a najwięcej – we krwi i w limfie.

Bilans wodny

Bilans wodny to różnica pomiędzy ilością wody pobranej a ilością wody utraconej przez organizm w ciągu doby.

Bilans wodny powinien wynosić zero, co oznacza, że powinniśmy dostarczać organizmowi tyle wody, ile jej tracimy.

Jeżeli przyjmujemy mniej wody, niż jej wydalamy, bilans wodny ma wartość

ujemną, co może prowadzić do odwodnienia. Bez wody człowiek może przeżyć bardzo krótko – w zależności od warunków i klimatu maksymalnie 6–7 dni. Zbyt mała ilość wody w organizmie może być spowodowana:

- ▶ gorączką, wymiotami, biegunką,
- ▶ nadmierną aktywnością fizyczną,
- ▶ zbyt wysoką temperaturą otoczenia.

Dobowy bilans wodny człowieka

Dostarczanie wody [cm ³]	Usuwanie wody [cm ³]
z napojami – 1200	przez skórę – 300
z pokarmem – 900	przez płuca – 600
woda metaboliczna – 300	z moczem – 1400
	z kałem – 100
razem – 2400	razem – 2400

W skrócie

- **Witaminy** to związki organiczne potrzebne do tego, aby w organizmie mogły zachodzić różne reakcje biochemiczne i procesy fizjologiczne.
- Witaminy dzielimy na:
 - **rozpuszczalne w tłuszczach** – witaminy A, D₃, E, K,
 - **rozpuszczalne w wodzie** – witaminy z grupy B oraz witamina C.
- Do składników nieorganicznych w organizmie zaliczamy **składniki mineralne** oraz **wodę**.
- Składniki mineralne to pierwiastki chemiczne, które muszą być przyjmowane z pokarmem. Dzielimy je na:
 - **makroelementy** – zaliczamy do nich pierwiastki biogenne: 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** – zaliczamy do nich m.in.: żelazo (Fe), jod (I), fluor (F).
- **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.
2. Wymień funkcje dwóch wybranych witamin z każdej grupy.
3. Określ, z niedoborem których witamin są związane następujące choroby: **a)** szkorbut, **b)** zaburzona krzepliwość krwi, **c)** kurza ślepota, **d)** krzywica, **e)** anemia.
4. Wyjaśnij, dlaczego dodawanie niewielkich ilości tłuszczu do gotujących się warzyw lub oleju do surówki ma wpływ na przyswajalność witaminy A.

4.3. Budowa i funkcje układu pokarmowego

Ważne na tej lekcji!

- przystosowania odcinków przewodu pokarmowego do pełnionych funkcji
- budowa i funkcje gruczołów trawiennych
- rola 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 następuje kolejno pobieranie, rozdrabnianie, trawienie i wchłanianie pokarmu, a na końcu są z nich usuwane niestrawione resztki.

Elementy układu pokarmowego

W skład układu pokarmowego wchodzi:

- ▶ **przewód pokarmowy** – w jego odcinkach zachodzą kolejne etapy obróbki pokarmu,
- ▶ **gruczoły trawienne** – produkują one wydzieliny niezbędne do trawienia pokarmu w przewodzie pokarmowym.

Gruczoły trawienne

Ślinianki wydzielają ślinę, która działa bakteriobójczo, nawilża pokarm oraz zawiera enzym rozpoczynający trawienie wielocukrów.

Wątroba produkuje żółć, która ułatwia trawienie tłuszczów.

Trzustka produkuje sok trzustkowy zawierający enzymy, dzięki którym zachodzi dalsze trawienie wielocukrów oraz trawienie dwucukrów, białek i tłuszczów.

Przewód pokarmowy

Jama ustna odpowiada za pobieranie, rozdrabnianie i nawilżanie pokarmu.

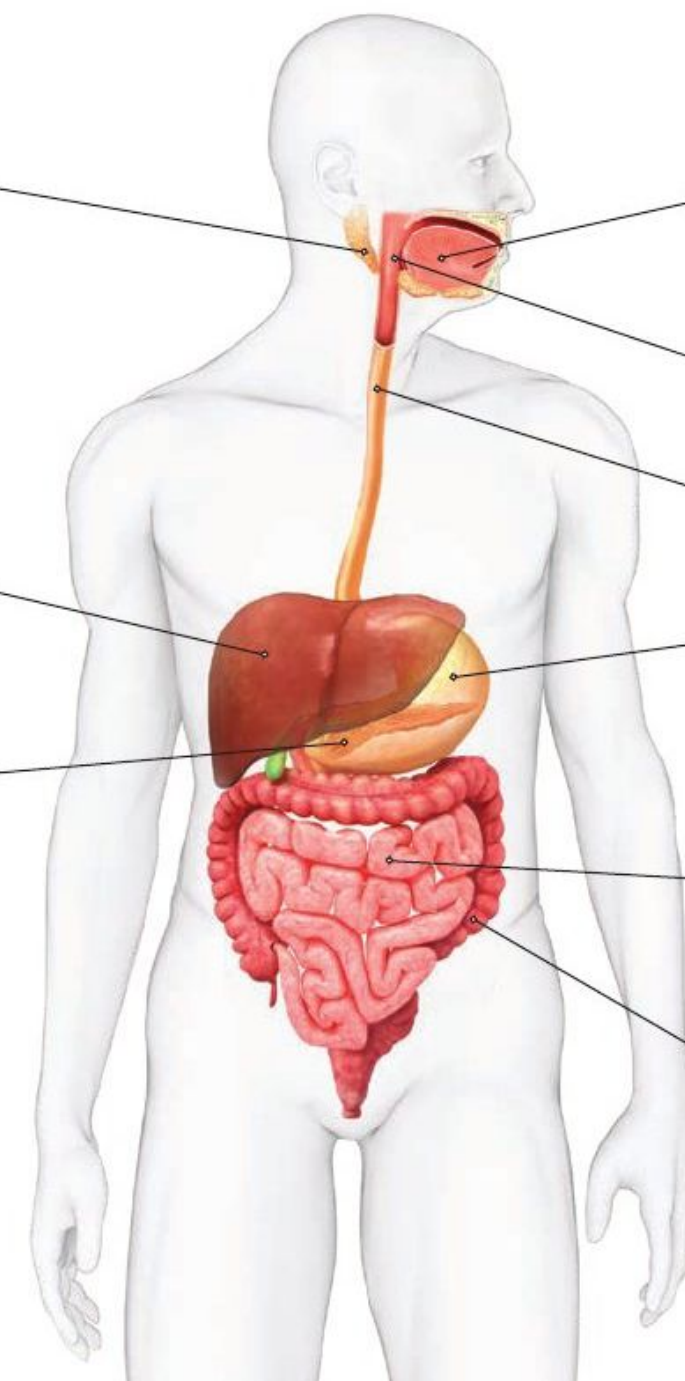
Gardło odpowiada za przesuwanie pokarmu do przełyku.

Przełyk transportuje pokarm do żołądka.

Żołądek odkaża i czasowo magazynuje pokarm. Zachodzi w nim także częściowe trawienie białek.

Jelito cienkie odpowiada za trawienie i wchłanianie składników pokarmowych.

Jelito grube odpowiada za wchłanianie wody i soli mineralnych oraz formowanie kału.

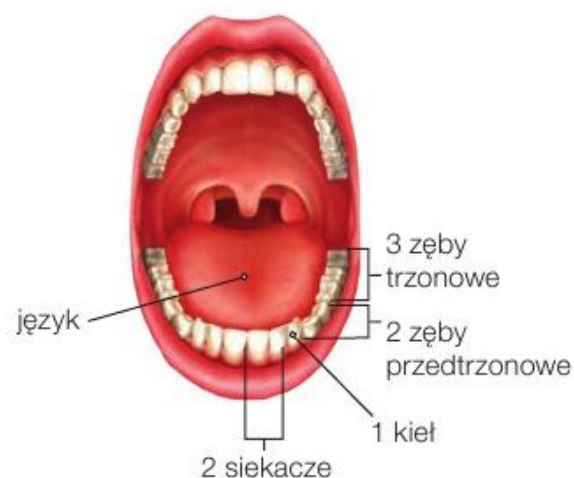


■ Droga pokarmu w przewodzie pokarmowym

Przewód pokarmowy jest podzielony na odcinki, w których zachodzą poszczególne etapy trawienia i wchłaniania składników pokarmu. Pokarm przemieszcza się w nich dzięki **ruchom perystaltycznym**, za które odpowiadają mięśnie gładkie tworzące jedną z warstw ściany przewodu pokarmowego. Mięśnie te kurczą się i rozkurczają, a w efekcie tych ruchów porcje pokarmu nie tylko przesuwają się dalej, lecz także mieszają się z wydzielinami gruczołów trawiennych.

W przewodzie pokarmowym występuje również **śluz** wydzielany przez błonę śluzową. Dzięki śluzowi porcje pokarmu łatwiej się przemieszczają.

Jama ustna – pobieranie, rozdrabnianie i nawilżanie pokarmu

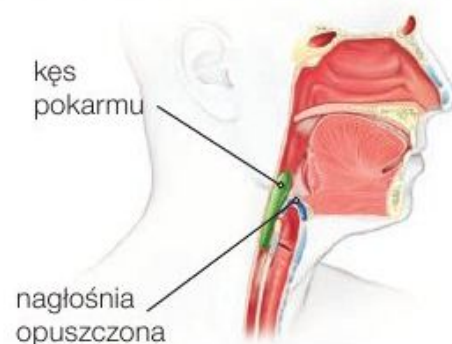


U dorosłego człowieka występują 32 zęby stałe.

Jama ustna to pierwszy odcinek przewodu pokarmowego. Tutaj pokarm miesza się ze śliną – wydzieliną ślinianek.

Zęby uczestniczą w pobieraniu i rozdrabnianiu pokarmu. **Język**, za pomocą narządów zmysłu smaku – kubków smakowych – sprawdza, czy dana porcja pokarmu nadaje się do zjedzenia. Pomaga on też w mieszanii pokarmu ze śliną. **Ślina** nawilża pokarm i ułatwia formowanie z niego kęsa pokarmowego. Zawiera ona amylazę ślinową – enzym, który rozpoczyna trawienie wielocukrów.

Gardło i przełyk – transport pokarmu

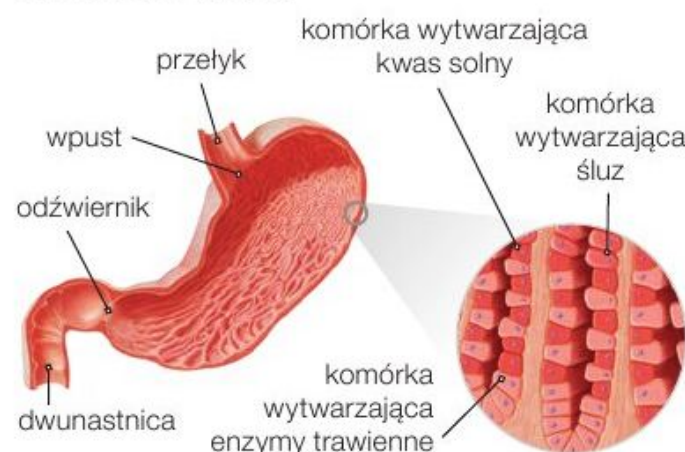


W momencie połykania pokarmu **nagłośnia** jest opuszczona. Dzięki temu kęs pokarmu trafia do przełyku.

Gardło jest wspólnym odcinkiem układu oddechowego i układu pokarmowego. Jedną z chrząstek krtani – **nagłośnia** – zamyka wejście do dróg oddechowych w czasie przełykania.

Przełyk ma kształt długiej (ok. 25 cm), wąskiej rury. Ruchy perystaltyczne zachodzą w nim rytmicznie, dzięki czemu kęsy pokarmu trafiają do żołądka.

Żołądek – magazynowanie pokarmu i trawienie białek



W błonie śluzowej ściany żołądka znajdują się gruczoły żołądkowe.

Żołądek to worek mięśniowy znajdujący się między przełykiem a dwunastnicą. Miejsce połączenia żołądka z przełykiem nazywamy **wpustem**. Z dwunastnicą żołądek łączy się za pomocą **odźwiernika**. Jest to mięsień regulujący przesuwanie pokarmu do jelit. Ściany żołądka są rozciągliwe, dlatego mieści się w nim ok. 1,5 l pokarmu, który jest tu trawiony, odkazany i czasowo magazynowany.

Gruczoły żołądkowe produkują **sok żołądkowy**. W jego skład wchodzi m.in. woda, **kwas solny** (HCl) oraz **pepsyna** – enzym trawiący białka. Sok żołądkowy ma odczyn kwasowy (pH ok. 1–2), dzięki czemu działa bakteriobójczo oraz denaturuje białka zawarte w pokarmie.

Sok żołądkowy oraz pepsyna mogłyby doprowadzić do uszkodzenia ściany żołądka, jednak chroni ją przed tym śluz. Ponadto pepsyna jest wydzielana w nieaktywnej formie, nazywanej pepsynogenem.

Pod wpływem soku żołądkowego i silnych skurczów ścian żołądka pokarm stopniowo zmienia się w płynną papkę, która przesuwa się do jelita cienkiego.

■ Jelito cienkie – trawienie i wchłanianie pokarmu

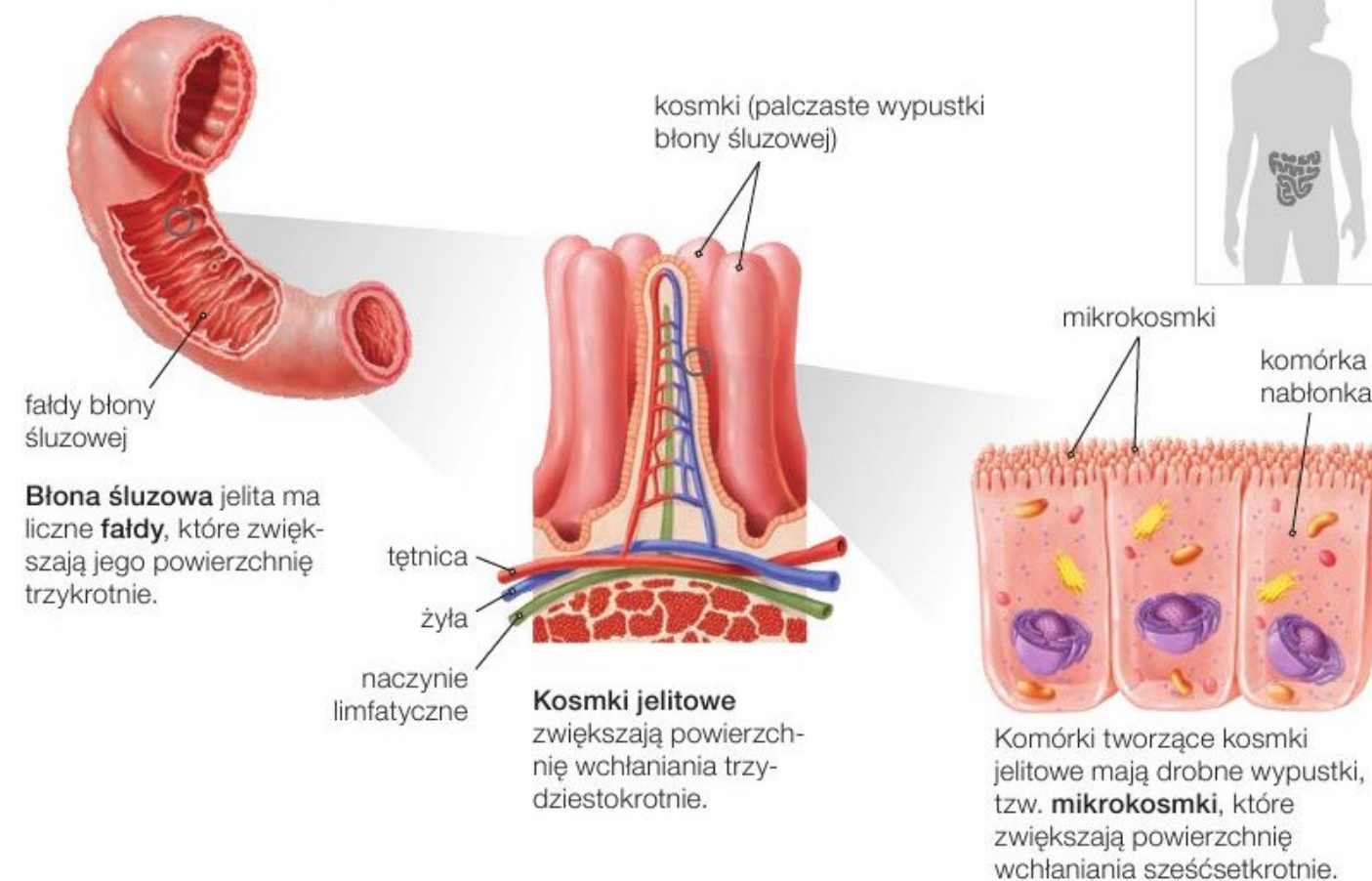
Jelito cienkie jest najdłuższym odcinkiem przewodu pokarmowego (ma ok. 6 m długości). Jego początkowa część – **dwunastnica** – łączy się z żołądkiem. W jelicie cieni-

mach zachodzi intensywne trawienie pokarmu. Jest to związane z występowaniem w jego ścianie gruczołów produkujących enzymy trawienne. Ponadto do dwunastnicy uchodzą przewody z trzustki i z wątroby. Dostarczają one wydzieliny tych narządów, czyli:

- ▶ **sok trzustkowy**, który ma zasadowy odczyn i zobojętnia kwaśną treść pokarmu docierającą z żołądka. Sok trzustkowy zawiera liczne enzymy trawiące wielocukry, dwucukry, białka i tłuszcze;
- ▶ **żółć**, która pomaga przekształcić tłuszcze w emulsję o bardzo drobnych kroplach. Proces ten nazywamy **emulgacją**. Dzięki emulgacji zwiększa się powierzchnia kontaktu tłuszczów z enzymami trawiennymi (małe krople mają łącznie większą powierzchnię niż duże krople).

Kolejną funkcją jelita cienkiego jest **wchłanianie**, ze światła jelita do krwi i limfy, prostych związków organicznych, które powstały w wyniku trawienia. Jelito pełni tę funkcję dzięki **kosmkom jelitowym**.

Budowa jelita cienkiego

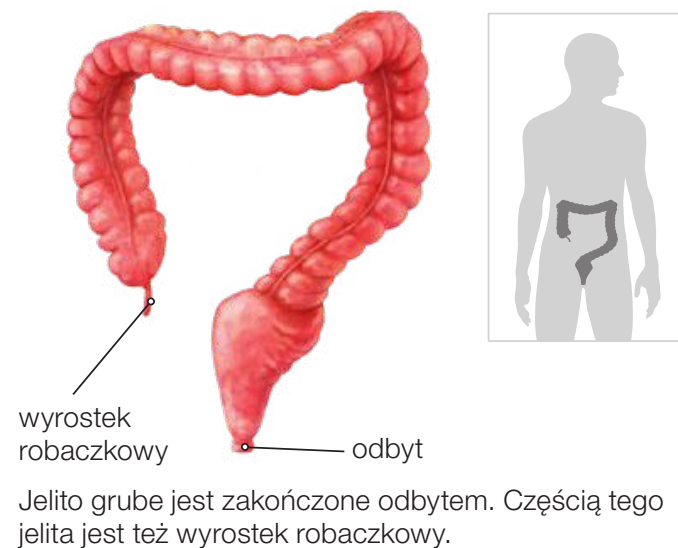


Błona śluzowa jelita ma liczne **fałdy**, które zwiększają jego powierzchnię trzykrotnie.

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**. Tutaj następuje:

- ▶ wchłanianie wody oraz zawartych w niej soli mineralnych,
- ▶ zagęszczenie niestrawionych resztek pokarmowych,
- ▶ formowanie kału.

Treść pokarmowa przesuwa się przez jelito grube dzięki ruchom perystaltycznym oraz dużej ilości śluzu. Usuwanie kału zachodzi przez odbył. Proces ten nazywamy **defekacją**.

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

Czym jest mikrobiom?

Mikrobiomem nazywamy wszystkie drobnoustroje (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 inny 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:

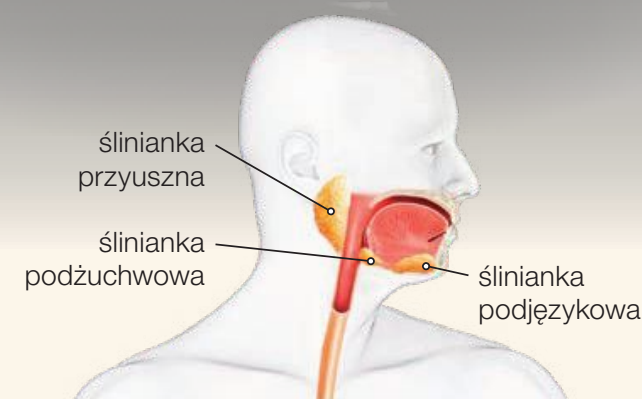
- ▶ „zajmuje on miejsce” w organizmie, przez co zapobiega rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych,
- ▶ przeprowadza fermentację i rozkłada błonnik,
- ▶ wytwarza witaminy z grupy B i K,
- ▶ umożliwia prawidłowy rozwój układu odpornościowego,
- ▶ wpływa na rozwój i właściwe funkcjonowanie układu nerwowego.



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.



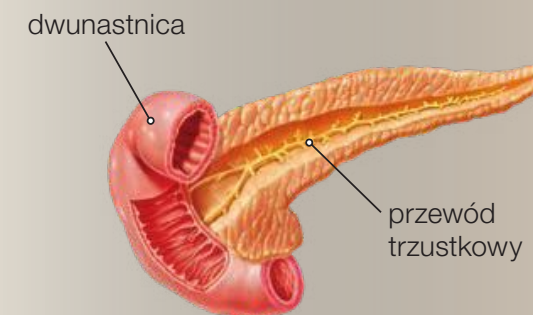
Przewody ślinianek uchodzą do jamy ustnej.

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.



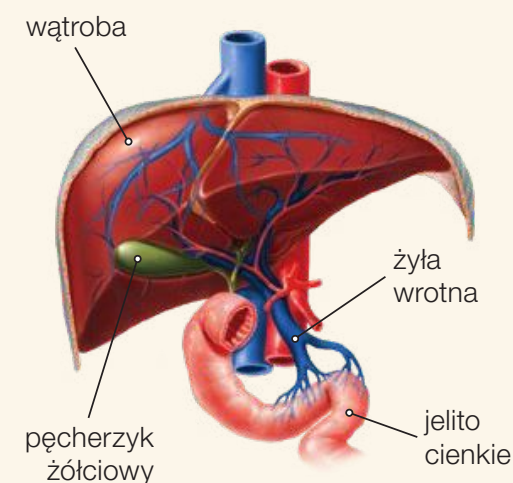
Trzustka jest połączona przewodem trzustkowym z dwunastnicą, do której trafia sok trzustkowy.

Trzustka

Trzustka produkuje mocno zasadowy **sok trzustkowy**, który zawiera enzymy trawiące wszystkie rodzaje związków organicznych. Amylaza trzustkowa kontynuuje trawienie skrobi, tripsyna i chymotrypsyna – białek, a lipaza trzustkowa 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,
- tripsyna 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.:

- ▶ produkcję **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, D₃, E, K) oraz niektórych pierwiastków (np. żelaza);
- ▶ rozkładanie hemoglobiny pochodzącej ze zużytych erytrocytów do barwników żółciowych;
- ▶ odtruwanie organizmu. Wątroba neutralizuje związki toksyczne, takie jak trucizny czy alkohol, oraz niektóre leki.

Wątroba 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 kęsa 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** to drobnoustroje występujące w ciele człowieka. Mikrobiom układu pokarmowego odgrywa ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu, m.in.:
 - zapobiega rozwojowi szkodliwych drobnoustrojów,
 - rozkłada błonnik,
 - jest źródłem witamin z grupy B i K,
 - stymuluje dojrzewanie komórek układu odpornościowego,
 - wpływa na rozwój i właściwe funkcjonowanie układu nerwowego.
- **Ślinianki** produkują ślinę, która zawiera amylazę ślinową.
- **Trzustka** produkuje sok trzustkowy zawierający m.in. enzymy trawienne. Produkuje również i wydziela bezpośrednio do krwi hormony regulujące poziom cukru – insulinę i glukagon.
- **Wątroba** produkuje żółć, bierze udział w metabolizmie cukrów, tłuszczów i białek, gromadzi niektóre witaminy oraz sole mineralne.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, w jaki sposób pokarm przesuwa się przez przewód pokarmowy.
2. Uporządkuj we właściwej kolejności procesy zachodzące w przewodzie pokarmowym (A–E). Do każdego procesu dopisz nazwę odcinka, w którym on zachodzi. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.
 - A. Trawienie cząstek pokarmowych.
 - B. Odkazanie 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. Na podstawie wiarygodnych źródeł wyjaśnij, dlaczego podczas leczenia antybiotykami należy stosować leki osłonowe, tzw. probiotyki.
5. Podaj przykłady funkcji trzustki i wątroby, dzięki którym narządy te biorą udział w regulacji poziomu glukozy we krwi.

4.4. Procesy trawienia i wchłaniania

Ważne na tej lekcji!

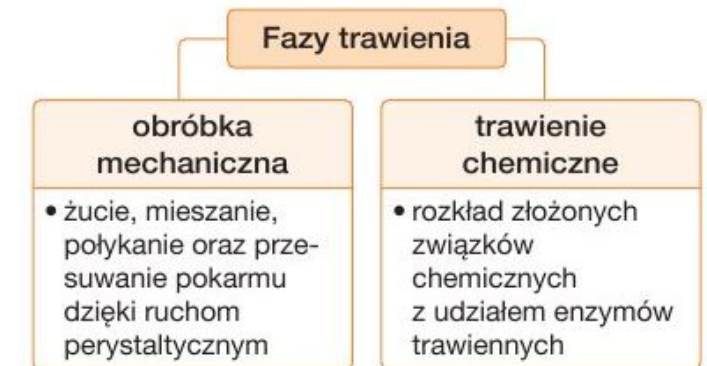
- mechanizm trawienia związków organicznych oraz lokalizacja etapów tego procesu
- wchłanianie i dalsze przemiany związków organicznych

Z poprzedniej lekcji wiesz już, w których narządach odbywa się trawienie i wchłanianie składników pokarmowych. Teraz dokładniej wyjaśnimy, na czym oba te procesy polegają.

■ 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.

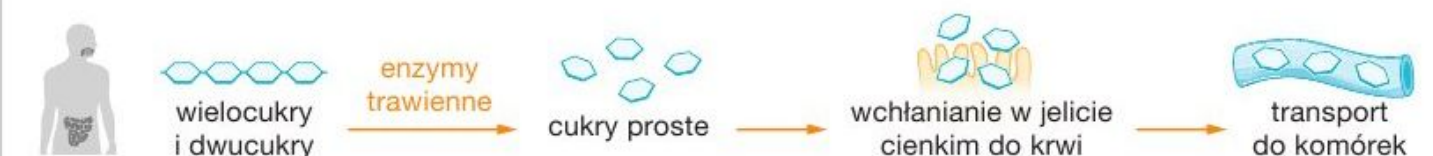
Proces trawienia przebiega w dwóch fazach, które porównaliśmy na schemacie.



■ Wchłanianie pokarmu

W wyniku trawienia powstają proste związki przyswajalne dla organizmu. Związki te są wchłaniane w jelicie cienkim do krwi lub limfy. Następnie układ krążenia rozprowadza je do komórek.

Ogólny przebieg trawienia i wchłaniania składników pokarmowych



Trawienie cukrów rozpoczyna się w jamie ustnej i przebiega dalej w jelicie cienkim. Dzięki enzymom uczestniczącym w trawieniu wielocukry i dwucukry są rozkładane na cukry proste (głównie glukozę), które są wchłaniane w jelicie cienkim do krwi.



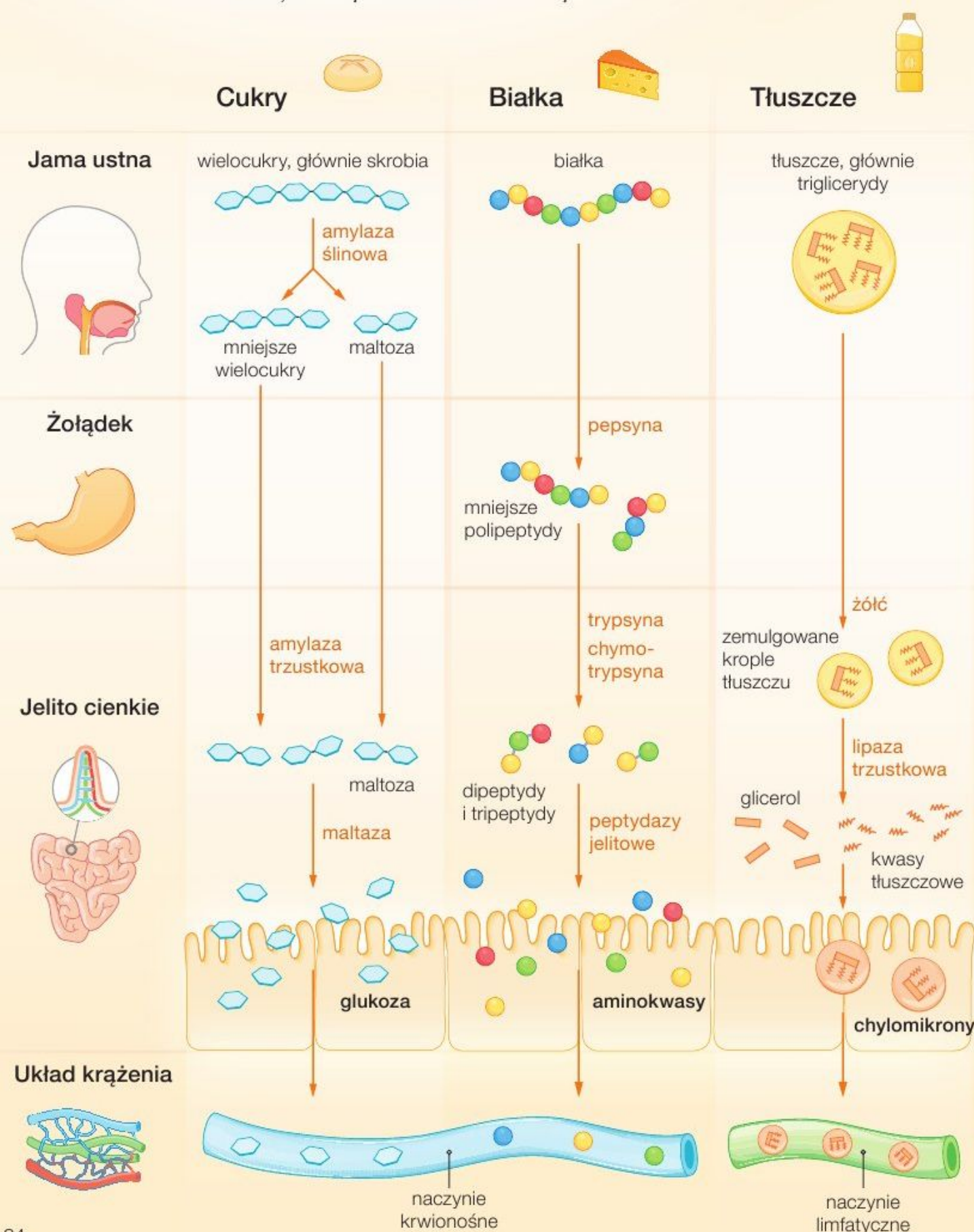
Trawienie białek rozpoczyna się w żołądku i zachodzi dalej w jelicie cienkim. Dzięki enzymom trawiennym następuje rozkład białek na aminokwasy, które są wchłaniane w jelicie cienkim do krwi.



Trawienie tłuszczów zachodzi w jelicie cienkim. W wyniku działania enzymów oraz żółci z tłuszczów powstają glicerol i kwasy tłuszczowe. Związki te są wchłaniane w jelicie cienkim do limfy w postaci kulistych kompleksów białek i tłuszczów, tzw. **chylomikronów**.

Trawienie cukrów, białek i tłuszczów i wchłanianie produktów trawienia

Trawienie cukrów, białek i tłuszczów zachodzi w różnych odcinkach przewodu pokarmowego. W procesie tym uczestniczą enzymy trawienne, których działanie zależy od odczynu środowiska. Związki powstałe w wyniku trawienia są wchłaniane w kosmkach jelitowych do krwi lub limfy.

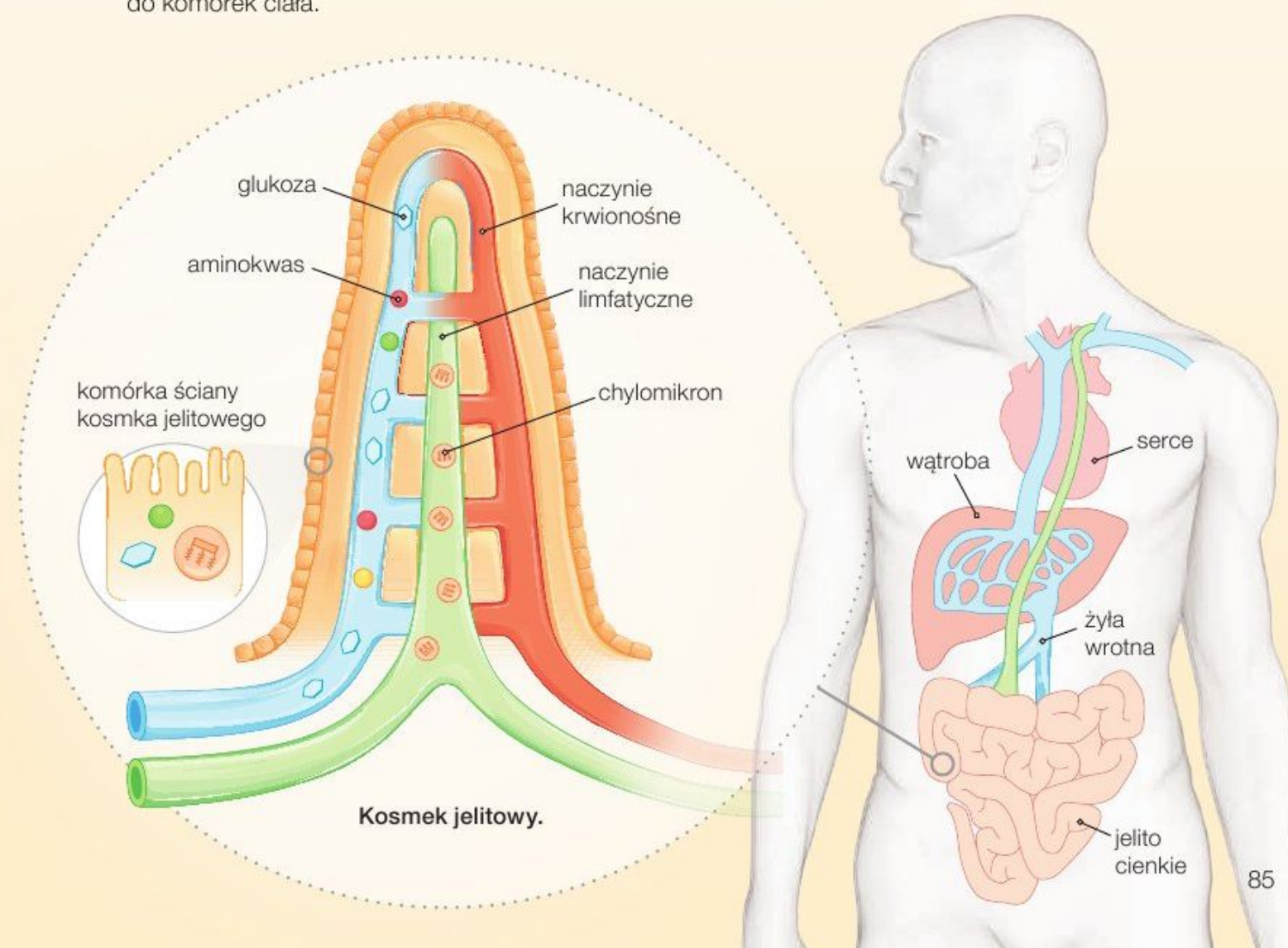


Do czego komórki wykorzystują produkty trawienia?

Glukoza 	Aminokwasy 	Glicerol i kwasy tłuszczowe 
- Glukoza to produkt trawienia wielocukrów. - Komórki wykorzystują glukozę do uzyskiwania energii podczas oddychania komórkowego. - Gdy glukozy jest za dużo, powstaje z niej glikogen, który gromadzi się w wątrobie lub w mięśniach. Pozostałe nadwyżki glukozy są przekształcane w tłuszcze i gromadzą się w tkance tłuszczowej.	- Aminokwasy to produkt trawienia białek. - W komórkach aminokwasy służą głównie do syntezy białek organizmu. - Gdy aminokwasów jest za dużo lub organizm odczuwa długotrwały głód, związki te mogą stanowić źródło energii.	- Glicerol i kwasy tłuszczowe są produktami trawienia tłuszczów. - W komórkach tłuszcze służą np. do budowy błon komórkowych oraz jako źródło energii. - Nadmiar tłuszczów gromadzi się w tkance tłuszczowej.

Wchłanianie produktów trawienia w kosmkach jelitowych

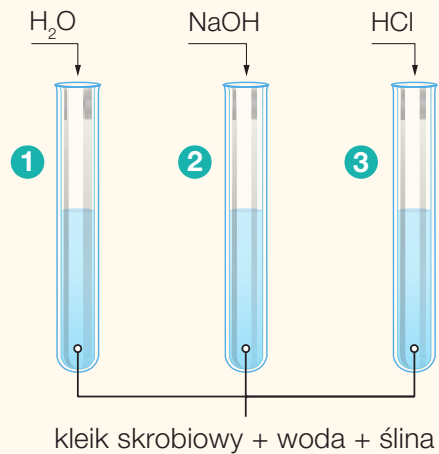
- Glukoza i aminokwasy** są wchłaniane w jelicie cienkim do krwi. Krew transportuje je żyłą wrotną do wątroby, a następnie do komórek ciała.
- Glicerol i kwasy tłuszczowe** w komórkach jelita służą do ponownej syntezy tłuszczów. Tłuszcze łączą się z białkami w chylomikrony wchłaniane do limfy, a następnie, w pobliżu serca, z limfy do krwi, która transportuje je do komórek ciała.



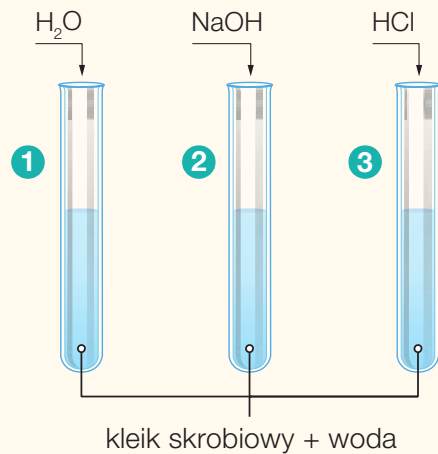
Badanie wpływu pH roztworu na trawienie skrobi przez amylazę ślinową

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

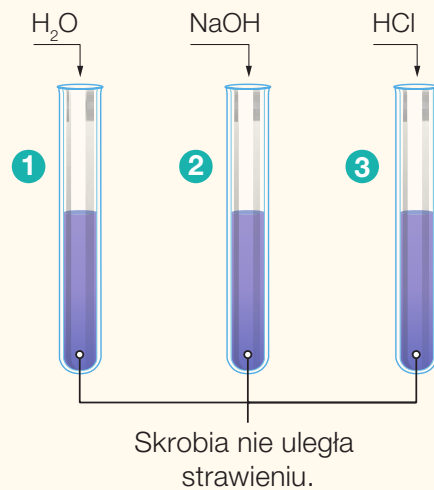
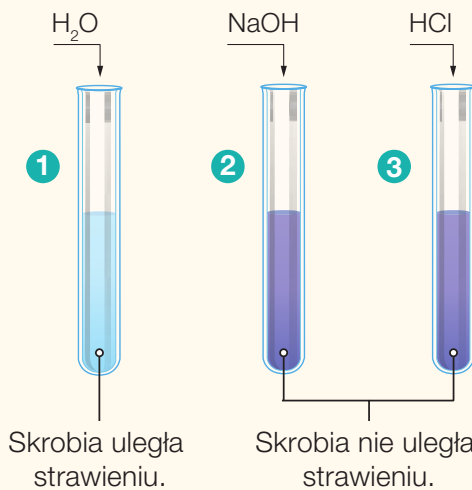
Próba badawcza: Trzy probówki (1–3) zawierające kleik skrobiowy i ślinę. Do pierwszej probówki dodano wodę destylowaną, do drugiej – roztwór NaOH, do trzeciej – roztwór HCl. Po upływie 30 min do wszystkich probówek zakroplono płyn Lugola.



Próba kontrolna: Trzy probówki (1–3) zawierające kleik skrobiowy. Do pierwszej probówki dodano wodę destylowaną, do drugiej – roztwór NaOH, do trzeciej – roztwór HCl. Po upływie 30 min do wszystkich probówek zakroplono płyn Lugola.



- 4 **Wynik doświadczenia:** Skrobia została strawiona tylko w probówce 1. próby badawczej. W próbie kontrolnej oraz w probówkach 2. i 3. próby badawczej skrobia nie została strawiona.



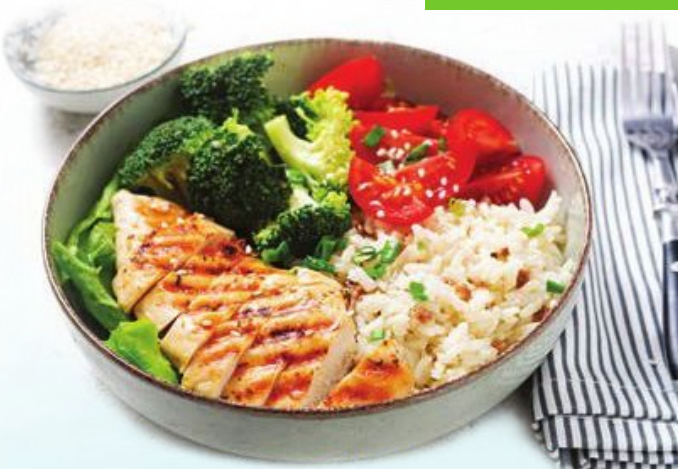
- 5 **Wniosek:** Skrobia zostaje strawiona przez amylazę ślinową w środowisku o odczynie obojętnym.

Wyjaśnienie: Amylaza ślinowa rozkłada skrobię w środowisku o odczynie obojętnym. Obecność skrobi można wykryć za pomocą płynu Lugola.

Co na obiad?

Blżej życia

Informacje dotyczące miejsc trawienia związków organicznych są bardzo przydatne w życiu codziennym. Przykładowo, gdy chcemy zaplanować obiad, powinniśmy wziąć pod uwagę, że posiłki składające się głównie z węglowodanów, np. ryżu czy makaronu, nie zapewnią nam długiego uczucia sytości. Dzieje się tak, ponieważ węglowodany nie są trawione w żołądku, przez co tuż po ich spożyciu wydaje nam się, że jesteśmy znowu głodni. Dłuższe uczucie sytości zapewnią nam potrawy mięsne, 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.



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 z udziałem enzymów trawiennych.
- Trawienie wielocukrów, białek i tłuszczów:

Grupa związków organicznych	Miejsce trawienia	Przykładowe enzymy	Produkty trawienia
Wielocukry	jama ustna, jelito cienkie	amylaza ślinowa, amylaza trzustkowa, maltaza	cukry proste, głównie glukoza
Białka	żołądek, jelito cienkie	pepsyna, trypsyna, chymotrypsyna, peptydazy jelitowe	aminokwasy
Tłuszcze	jelito cienkie	lipaza trzustkowa	glicerol i kwasy tłuszczowe

- Enzymatyczny rozkład tłuszczów przebiega łatwiej, gdy mają one postać emulsji o bardzo małych kroplach. Proces przekształcania tłuszczów w emulsję nazywamy **emulgacją**. Zachodzi on pod wpływem żółci wytwarzanej przez wątrobę.
- **Cukry proste** (glukoza) i **aminokwasy** są wchłaniane w kosmkach jelitowych do naczyń krwionośnych i wraz z krwią są transportowane do wątroby. **Tłuszcze** w postaci chylomikronów, czyli kompleksów tłuszczów i białek, są wchłaniane w kosmkach jelitowych do limfy.

Polecenia kontrolne

1. Podaj dwa przykłady enzymów trawiennych transportowanych z wydzielinami gruczołów trawiennych.
2. Określ, jaki odczyn środowiska jest optymalny dla 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. Zadanie wykonaj w zeszycie.
4. Określ, w których odcinkach przewodu pokarmowego są trawione składniki pokarmowe bułki z masłem i serem.

4.5. Zasady racjonalnego odżywiania się

Ważne na tej lekcji!

- piramida zdrowego żywienia i stylu życia
- przyczyny, skutki i profilaktyka otyłości
- zaburzenia odżywiania: anoreksja i bulimia

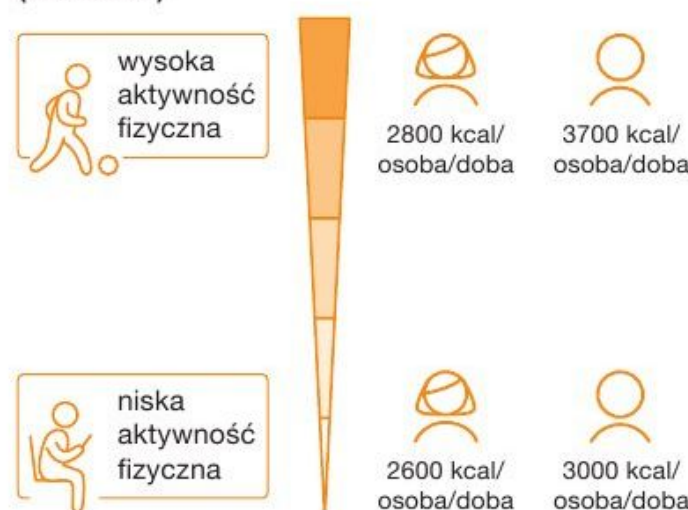
Słowo „dieta” najczęściej kojarzy nam się z odchudzaniem. Tymczasem oznacza ono przede wszystkim sposób odżywiania się, który polega na dostosowaniu ilości i rodzaju pokarmu do potrzeb naszego organizmu.

Do czego organizm wykorzystuje składniki pokarmowe?

Organizm wykorzystuje składniki pokarmowe do **wzrostu i rozwoju** oraz do **pozyskiwania energii**, która jest niezbędna do przeprowadzania wszystkich procesów życiowych. Jednak to, ile i jakich składników pokarmowych potrzebujemy oraz jakie jest zapotrzebowanie energetyczne naszego organizmu, zależy m.in. od: wieku, płci,

stanu zdrowia, wzrostu, masy ciała, stanu fizjologicznego (np. ciąża), wykonywanej pracy i aktywności fizycznej.

Zapotrzebowanie energetyczne młodzieży (16–18 lat)

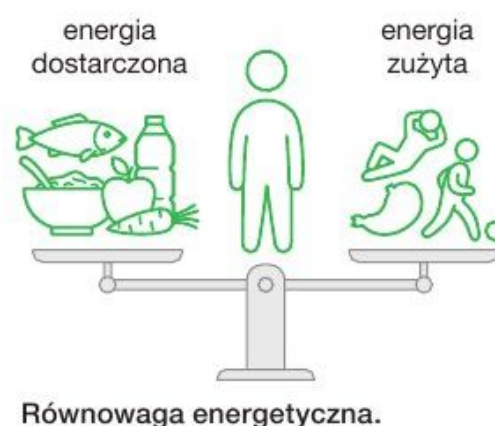


Czym jest równowaga energetyczna i dlaczego jest ona ważna?

Równowaga energetyczna to stan, w którym ilość energii pozyskiwanej przez organizm jest równa ilości energii przez niego zużywanej. Mówimy wtedy, że **bilans energetyczny** wynosi zero. To najkorzystniejszy stan dla organizmu. Zachwianie równowagi energetycznej prowadzi do zmian masy ciała, a w konsekwencji – do problemów zdrowotnych.



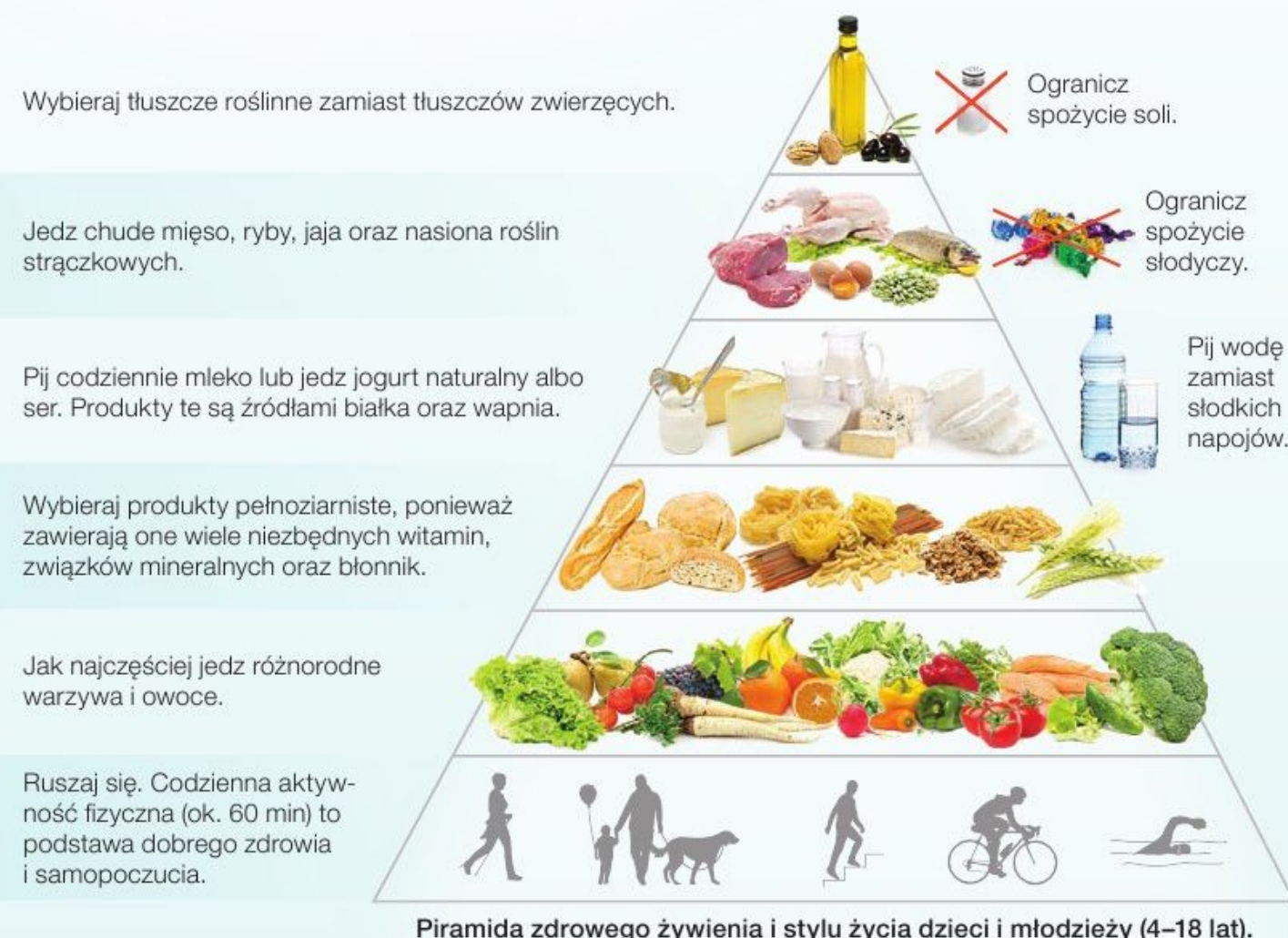
Ujemny bilans energetyczny występuje wtedy, gdy dostarczamy organizmowi za mało energii. W takiej sytuacji organizm musi zużywać własne tkanki, co może powodować niedowagę.



Dodatni bilans energetyczny występuje wtedy, gdy organizm nie zużywa całej energii dostarczonej z pokarmem. Jej nadmiar gromadzi się w postaci tkanki tłuszczowej, co może powodować nadwagę.

Piramida zdrowego żywienia i stylu życia

Piramida zdrowego żywienia i stylu życia to grafika, z której dowiadujemy się, ile i jakich pokarmów powinno znaleźć się w naszej codziennej diecie. Podano na niej również zalecenia dotyczące aktywności fizycznej. Informacje z piramidy odczytujemy w ten sposób, że im wyższe piętro, tym mniej i rzadziej powinniśmy jeść pokarmów z danej grupy.



Piramidy zdrowego żywienia i stylu życia dla poszczególnych grup wiekowych opracowuje Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej.

Talerz zdrowego żywienia

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.

Produkty skrobiowe 25%

Na przykład porcja makaronu lub kaszy wielkości Twojej pięści.

Białka 25%

Na przykład kawałek mięsa lub ryby o powierzchni Twojej dłoni bez palców.

Warzywa 50%

Na przykład sałatka lub surówka warzywna wypełniająca całą otwartą dłoń.

Otyłość – przyczyny, skutki, profilaktyka

Otyłość polega na nadmiernym gromadzeniu się tkanki tłuszczowej, co prowadzi do zbyt dużej masy ciała. Podstawową przyczyną otyłości jest **dodatni bilans energetyczny**, który może wynikać z:

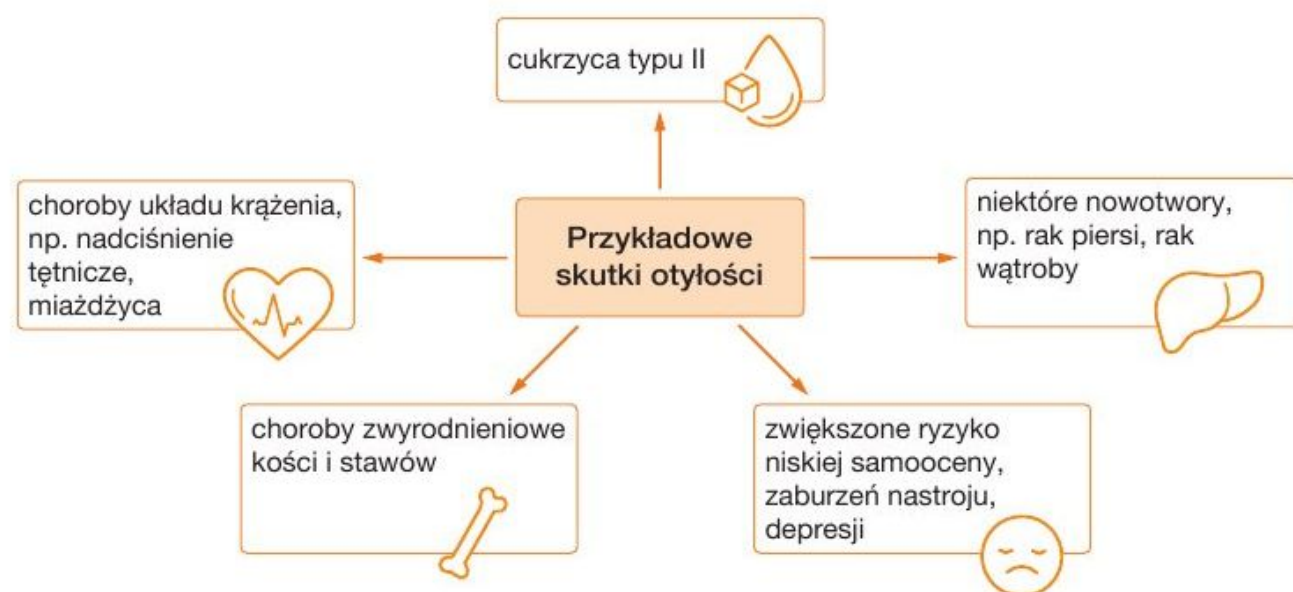
- ▶ niewłaściwych proporcji składników pokarmowych w diecie (np. zbyt dużej ilości tłuszczów i węglowodanów),

- ▶ przyjmowania zbyt dużej ilości pokarmów,
- ▶ nieregularnego spożywania posiłków,
- ▶ częstego spożywania pokarmów typu fast food.

Ryzyko wystąpienia otyłości zwiększają też **zbyt mała aktywność fizyczna** oraz **czynniki psychiczne**, np. stres.

Aby **zapobiegać otyłości**, należy przestrzegać zasad zdrowego żywienia oraz pamiętać o codziennej aktywności fizycznej.

Przykłady skutków otyłości



Zaburzenia odżywiania

Do najbardziej znanych przykładów zaburzeń odżywiania należą **anoreksja** i **bulimia**. Dotykają one najczęściej osób młodych, głównie kobiet.

Zaburzenia odżywiania mają bardzo złożone przyczyny. Ich wystąpienie ma podłoże psychiczne, może również wynikać z czynników genetycznych.

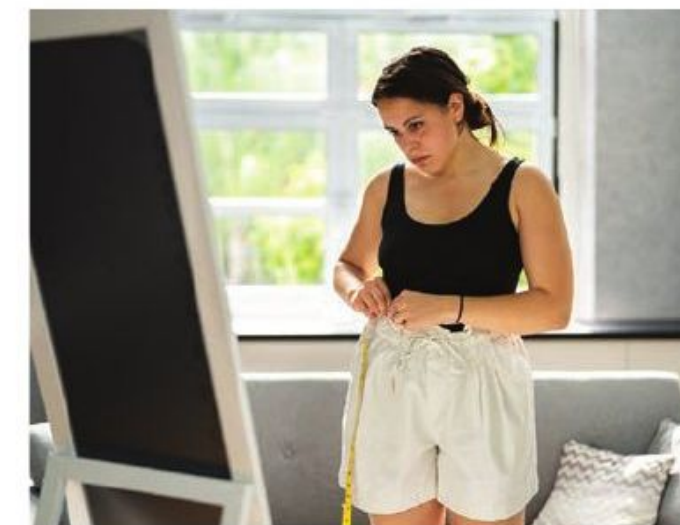
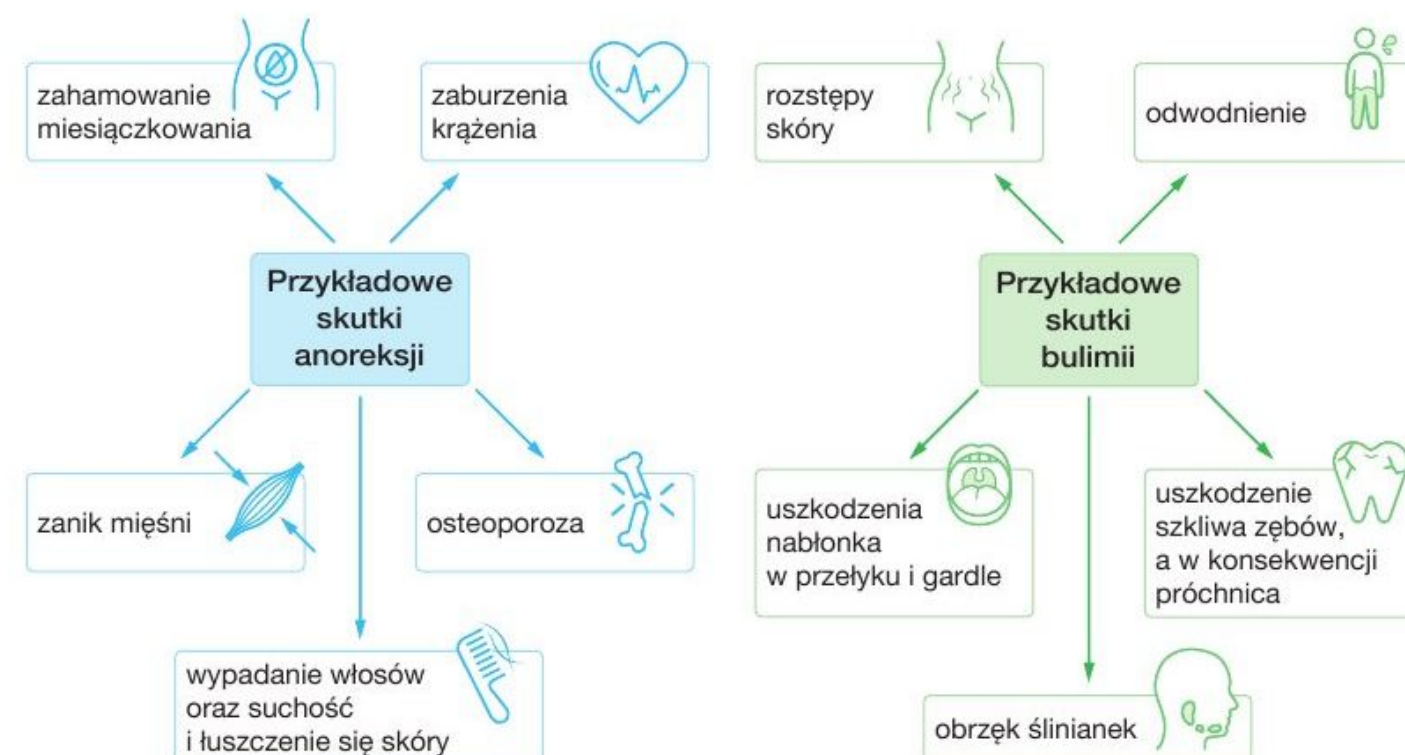
Anoreksja oraz bulimia prowadzą do **stopniowego wyniszczenia organizmu, a nawet – do śmierci**. Dlatego bardzo ważne jest szybkie zdiagnozowanie tych zaburzeń i rozpoczęcie leczenia.

Anoreksja – jadłowstręt psychiczny

Anoreksja charakteryzuje się zanikiem łaknienia, w wyniku czego następuje spadek masy ciała poniżej prawidłowej wartości. Osoby z anoreksją obsesyjnie boją się otyłości, dlatego m.in.:

- ▶ głodzą się,
- ▶ bardzo intensywnie ćwiczą,
- ▶ prowokują wymioty,
- ▶ używają środków przeczyszczających,
- ▶ bardzo często się ważą i mierzą.

Przykłady skutków anoreksji i bulimii



Zaburzenia odżywiania mogą wynikać z niskiej samooceny i braku akceptacji samego siebie.

Bulimia – wilczy głód

Bulimia polega na występowaniu okresów wzmożonego apetytu na przemian z okresami głodzenia się. Osoba dotknięta tym zaburzeniem spożywa ogromne porcje jedzenia w krótkim czasie, co wywołuje w niej poczucie winy i lęk przed przytłumieniem. Z tego powodu m.in.:

- ▶ prowokuje wymioty,
- ▶ stosuje środki przeczyszczające lub ograniczające apetyt,
- ▶ intensywnie ćwiczy.

Czym jest i jak obliczyć BMI?

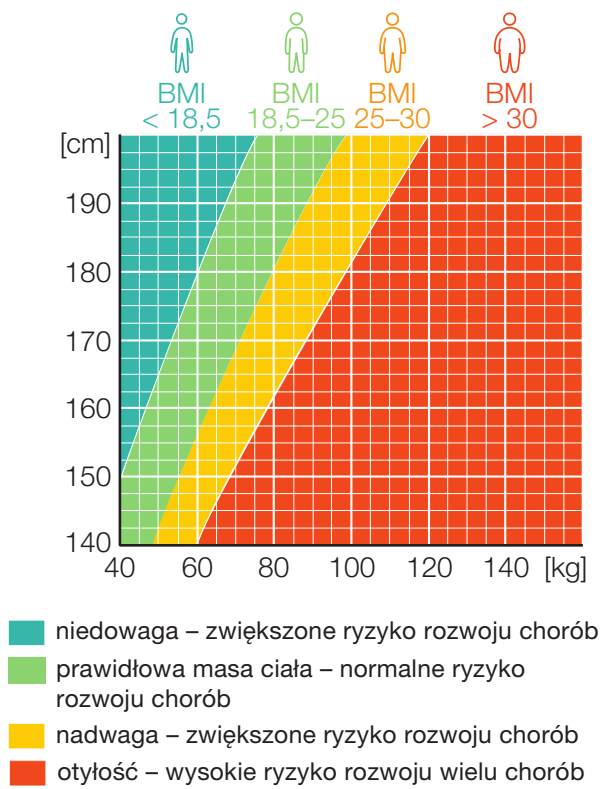
BMI (ang. Body Mass Index), czyli wskaźnik masy ciała, pokazuje zależność między masą ciała a wzrostem. Jego wartość pomaga ocenić ryzyko wystąpienia chorób związanych z nadwagą, takich jak miażdżycy lub choroba niedokrwienna serca. BMI oblicza się ze wzoru:

BMI = masa ciała [kg] / (wzrost [m])²

BMI nie jest jednak wiarygodnym wskaźnikiem dla:

- ▶ dzieci i młodzieży,
- ▶ sportowców i osób o rozbudowanej muskulaturze ciała,
- ▶ kobiet w ciąży,
- ▶ starszych ludzi.

Dlatego jeżeli po samodzielnym obliczeniu BMI pojawią się wątpliwości, należy skonsultować się z lekarzem.



W skrócie

- **Równowaga energetyczna** to stan, w którym ilość pozyskiwanej energii jest równa ilości energii zużywanej przez organizm. Zaburzenie równowagi energetycznej powoduje zmiany masy ciała.
- **Racjonalna dieta** polega na dostarczaniu organizmowi wszystkich potrzebnych składników pożywienia w odpowiednich proporcjach. Dla zachowania zdrowia oprócz diety należy być aktywnym fizycznie. Zasady zdrowego stylu życia przedstawia piramida zdrowego żywienia i stylu życia.
- **Otyłość** to problem zdrowotny. Polega ona na zwiększeniu masy ciała w wyniku nadmiernego gromadzenia się tłuszczu w tkance tłuszczowej.
- Do zaburzeń odżywiania się należą m.in. **anoreksja** (jadłowstręt psychiczny) i **bulimia** (wilczy głód).

Polecenia kontrolne

1. Opracuj dla siebie jednodniowy zestaw posiłków zgodny z zasadami racjonalnego odżywiania się. Zadanie wykonaj w zeszycie.
2. Zaproponuj pięć sposobów, które pozwolą zmniejszyć ryzyko wystąpienia otyłości u nastolatków.
3. Wyjaśnij, czym bulimia różni się od anoreksji.
4. Oblicz wskaźnik 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. Zadanie wykonaj w zeszycie.

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

4.6. Choroby układu pokarmowego

Ważne na tej lekcji!

- przykłady badań diagnostycznych chorób układu pokarmowego
- diagnostyka i profilaktyka raka żołądka i raka jelita grubego

Sprawne działanie układu pokarmowego ma ogromny wpływ na nasze samopoczucie, ponieważ nawet małe dolegliwości z jego strony potrafią być bardzo dokuczliwe. Duże znaczenie ma więc zapobieganie ich wystąpieniu (np. przez rezygnację z używek), a w przypadku wystąpienia choroby – szybkie jej rozpoznanie i rozpoczęcie leczenia.

Badania diagnostyczne 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 badań można prawidłowo zdiagnozować chorobę i rozpocząć leczenie.

Do podstawowych badań diagnostycznych układu pokarmowego należą:

- ▶ **badanie ogólne krwi**, które pozwala ocenić ogólną kondycję organizmu, np. wykryć stan zapalny lub anemię;
- ▶ **badanie kału**, które umożliwia wykrycie pasożytów. Jeżeli w kale występuje krew, może to świadczyć o poważnych chorobach. Dokładniejszą diagnostykę układu pokarmowego umożliwiają np. **USG jamy brzusznej** i **badania endoskopowe**.

Czym jest badanie USG jamy brzusznej?

USG jamy brzusznej to badanie, dzięki któremu można wykryć nieprawidłowości w budowie takich narządów układu pokarmowego, jak wątroba, pęcherzyk żółciowy i trzustka. Badanie jest bezbolesne i nieinwazyjne.



Na czym polega badanie?

Badanie przeprowadza się za pomocą urządzenia nazywanego ultrasonografem. Składa się ono m.in. z sondy, którą przesuwa się po skórze badanej osoby. Sonda wysyła ultradźwięki, czyli fale dźwiękowe o wysokiej częstotliwości. Odbijają się one od narządów, a następnie są rejestrowane przez urządzenie. Na tej podstawie powstaje obraz narządów widoczny na monitorze.

Podczas USG jamy brzusznej lekarz może wykryć m.in. guzy wątroby i trzustki oraz kamienie w pęcherzyku żółciowym.

Czym są badania endoskopowe?

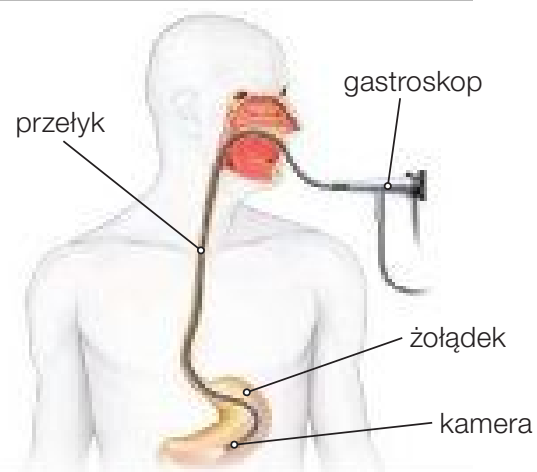
Badania endoskopowe to badania, które umożliwiają obserwację wnętrza przewodu pokarmowego. Podczas tych badań można także pobrać próbki tkanek lub wykonać proste zabiegi, np. usunąć polip lub zatamować krwawienie.

Na czym polegają badania?

Badania endoskopowe polegają na sfilmowaniu określonych części przewodu pokarmowego za pomocą urządzenia zakończonego kamerą. Do najczęściej wykonywanych badań endoskopowych należą **gastroskopia** i **kolonoskopia**.

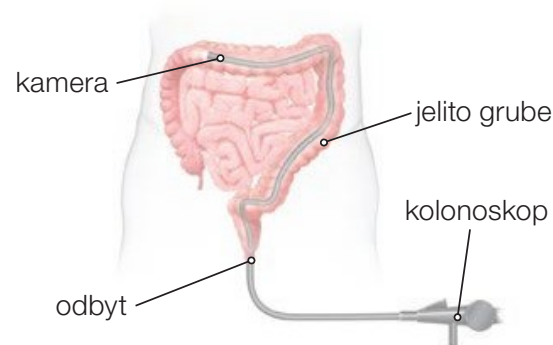
Gastroskopia

Podczas gastroskopii przewód z kamerą, tzw. gastroskop, jest wprowadzany przez jamę ustną do początkowych odcinków układu pokarmowego: przełyku, żołądka i dwunastnicy. Dzięki temu można wykryć m.in. wrzody czy nowotwory żołądka.



Kolonoskopia

Podczas 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 anemii nieznanego pochodzenia.



■ Profilaktyka chorób układu pokarmowego

Profilaktyka chorób układu pokarmowego polega przede wszystkim na prowadzeniu zdrowego trybu życia i wykonywaniu regularnych badań diagnostycznych. Jest to ważne zwłaszcza dla osób, które przez dłuższy czas obserwują u siebie dolegliwości ze strony układu pokarmowego, m.in. te, które przedstawiliśmy na schemacie obok. Warto wiedzieć, że dzięki wczesnemu wykryciu wielu chorób szanse na ich skuteczne leczenie są bardzo duże.



Te choroby warto znać!

Choroby układu pokarmowego

Choroby pasożytnicze

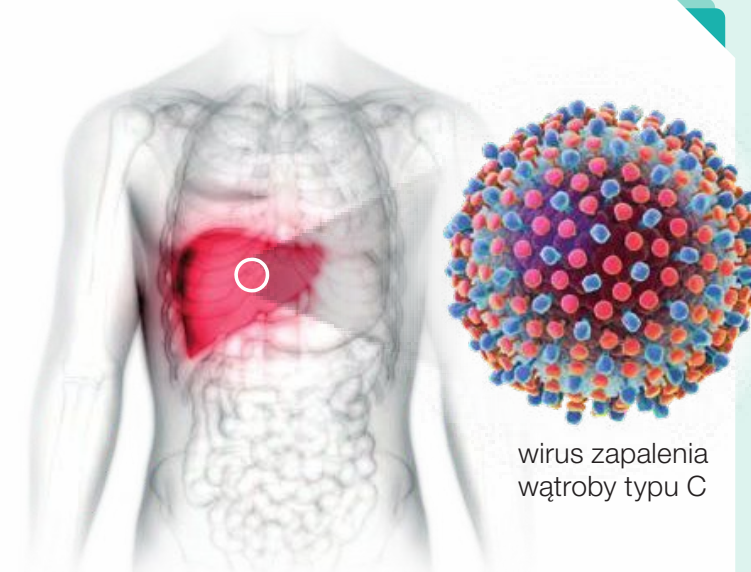
Najbardziej powszechne pasożyty wewnętrzne powodujące choroby to płazińce oraz nicienie. Zakażenie nimi następuje drogą pokarmową.



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 D₃, 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:** droga pokarmowa.
- **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.

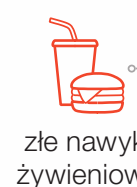


Bakterie mogą rozwijać się w niewłaściwie przechowywanych produktach spożywczych zawierających surowe jaja, np. lodach czy kremach stosowanych do ciast. Objawy zatrucia to m.in. wymioty, biegunka i bóle brzucha.

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**:



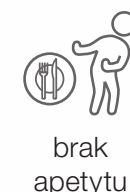
- nadmierne spożywanie czerwonego mięsa
- dieta uboga w błonnik
- żywność przetworzona chemicznie
- złe proporcje tłuszczów
- spożywanie alkoholu

► Rak żołądka

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

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

• Objawy:



zmiana nowotworowa

Diagnostyka:

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

► Rak jelita grubego

Rak jelita grubego najczęściej rozwija się w okrężnicy i odbytnicy.

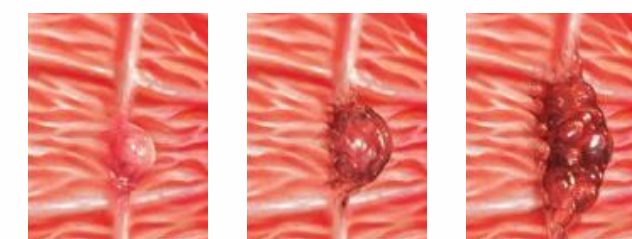
- **Profilaktyka:** zmniejszenie czynników ryzyka, m.in. niepalenie papierosów, dieta zawierająca dużo błonnika, utrzymywanie prawidłowej masy ciała, zdrowy tryb życia.

• Objawy:



Diagnostyka:

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



Kolejne stadia rozwoju nowotworu w ścianie jelita grubego.

O tym się mówi!

Dieta bezglutenowa – dla każdego?

W zapobieganiu objawom niektórych przewlekłych chorób układu pokarmowego stosuje się dietę bezglutenową. Dieta ta zaczęła cieszyć się popularnością 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/wp-content/uploads/2019/01/dieta_bezglutenowa_sonia_walla.pdf (dostęp: 2.04.2025).

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 Żywności/Fakty i mity, <https://ncez.pzh.gov.pl/abc-zywnosc/gluten-wrog-czy-przyjaciel/> (dostęp: 2.04.2025).

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> (dostęp: 2.04.2025).

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

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

Kamera w kapsułce

Coraz częściej w badaniach przewodu pokarmowego wykorzystuje się tzw. endoskopię kapsułkową. Jest to bezinwazyjne badanie, podczas którego chory połyka niewielką kamerę bezprzewodową zamkniętą w kapsułce. Kamera przemieszcza się przez przewód pokarmowy i wykonuje tysiące zdjęć, a na koniec jest wydalana w naturalny sposób z organizmu. Ze zdjęć powstaje film, który pozwala lekarzowi ocenić stan przewodu pokarmowego. Najczęściej za pomocą kapsułki endoskopowej bada się jelito cienkie.



Blżej życia

W skrócie

- W **diagnostyce** chorób układu pokarmowego stosuje się m.in.:
 - badania krwi i badania kału,
 - USG jamy brzusznej,
 - badania endoskopowe – gastroskopię i kolonoskopię.
- Najczęściej występujące choroby nowotworowe układu pokarmowego to **rak żołądka i rak jelita grubego**.
- Czynniki ryzyka rozwoju chorób nowotworowych to m.in.:
 - palenie papierosów,
 - czynniki genetyczne,
 - podeszły wiek,
 - brak aktywności fizycznej,
 - złe nawyki żywieniowe.
- 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 infekcje wirusowe lub bakteryjne mogą wpływać na rozwój chorób nowotworowych układu pokarmowego.
2. Wyjaśnij, na czym polegają badania endoskopowe, a następnie podaj przykłady trzech chorób, w których diagnostyce wykorzystuje się te badania.
3. Podaj trzy przykłady działań profilaktycznych, które zmniejszą ryzyko zachorowania na choroby układu pokarmowego.

Podsumowanie



1 Składniki organiczne pokarmu

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

2 Podział aminokwasów

Aminokwasy	
endogenne	egzogenne
• Wytwarza je organizm.	• Nie wytwarza ich organizm, dlatego muszą być przyjmowane z pokarmem.

3 Podział białek

Białka	
pełnowartościowe	niepełnowartościowe
• Zawierają wszystkie aminokwasy egzogenne w odpowiednich proporcjach. • Są to głównie białka zwierzęce. • Występują np. w mleku, jajach i mięsie.	• Nie zawierają wszystkich niezbędnych aminokwasów egzogennych w odpowiednich proporcjach. • Są to białka roślinne. • Występują np. w nasionach fasoli, bobu i soi.

4 Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) – kwasy tłuszczowe, których nasz organizm nie wytwarza i dlatego musimy zjadać zawierające je pokarmy, takie jak ryby morskie i oleje roślinne. Właściwy poziom NNKT pomaga m.in. utrzymać prawidłową ilość cholesterolu we krwi, reguluje ciśnienie krwi i wpływa pozytywnie na pracę serca.

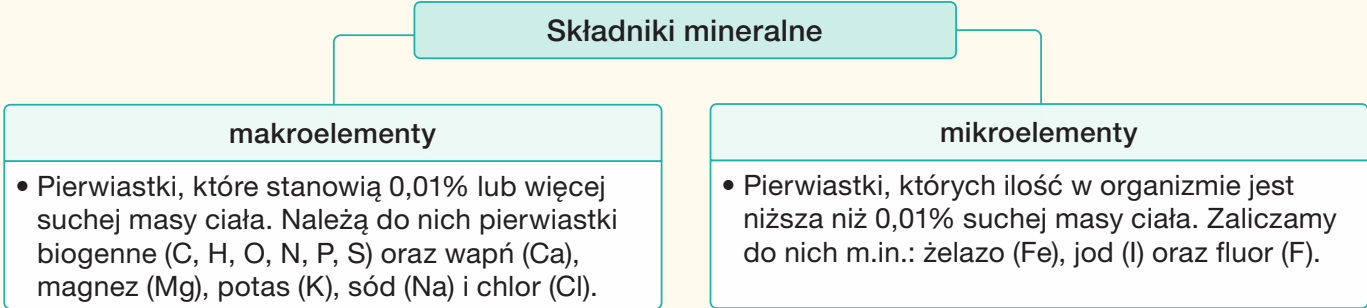
5 Błonnik pokarmowy – substancje, najczęściej pochodzenia roślinnego, których nie trawia enzymy występujące w układzie pokarmowym człowieka. W skład błonnika wchodzi głównie celuloza, pektyny i ligniny. Źródłem błonnika są np. warzywa, owoce i mąka pełnoziarnista.

- Błonnik pełni wiele funkcji, m.in.:
- wzmacnia ruchy jelit,
 - przyspiesza wędrowkę pokarmu przez przewód pokarmowy, co zapobiega zaparciom,
 - chłonie wodę i pęcznieje, dzięki czemu czujemy się najedzeni,
 - stanowi pożywienie dla mikrobiomu jelit i wspomaga jego rozwój,
 - przyczynia się do obniżenia stężenia cholesterolu i glukozy we krwi,
 - pomaga chronić organizm przed nowotworami żołądka i jelita grubego.

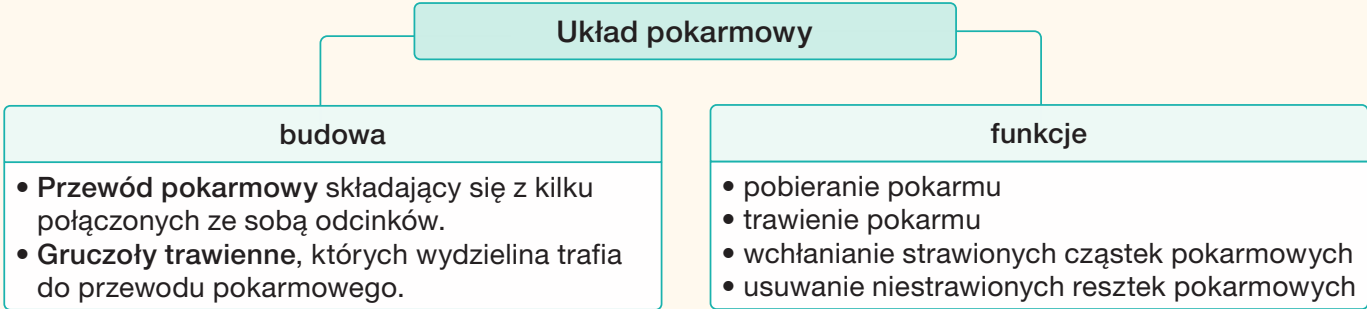
6 Charakterystyka wybranych witamin

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, pomarańczowe warzywa i owoce, wątroba, tran
D ₃	Zwiększa wchłanianie wapnia i fosforu z przewodu pokarmowego, powoduje odkładanie 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 pod wpływem promieniowania UV
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, awokado, jaja, orzechy, nasiona
K	Uczestniczy w krzepnięciu krwi.	krwawienia, np. z dziąseł, nosa, jelit	wątroba, zielone warzywa; wytwarzają ją bakterie jelitowe
Witaminy rozpuszczalne w wodzie			
B ₂	Uczestniczy 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)	Umożliwia prawidłową pracę układu pokarmowego i układu nerwowego.	pękanie i łuszczenie skóry, biegunka, otępienie	mięso, drożdże, ziarna zbóż, kielki, 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)	Służy do syntezy kwasów tłuszczowych, poprawia stan skóry.	wypadanie włosów, łuszczenie się skóry, bóle mięśni	rośliny strączkowe, drożdże, otręby, wątroba; wytwarzają ją 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; wytwarzają ją bakterie jelitowe
B ₁₂	Reguluje proces powstawania krwinek, uczestniczy w biosyntezie kwasów nukleinowych.	anemia złośliwa, uszkodzenia układu nerwowego	wątroba, jaja, mięso, ryby, mikrobiom jelitowy
C	Wzmacnia odporność, ułatwia gojenie się ran, ułatwia wchłanianie żelaza, wpływa korzystnie na stan tkanki łącznej.	szkorbut, którego objawy to m.in. owrzodzenie i krwawienie dziąseł, wypadanie zębów	wiele owoców (np. owoce cytrusowe, czarna porzeczka), warzywa liściaste, kiszonki

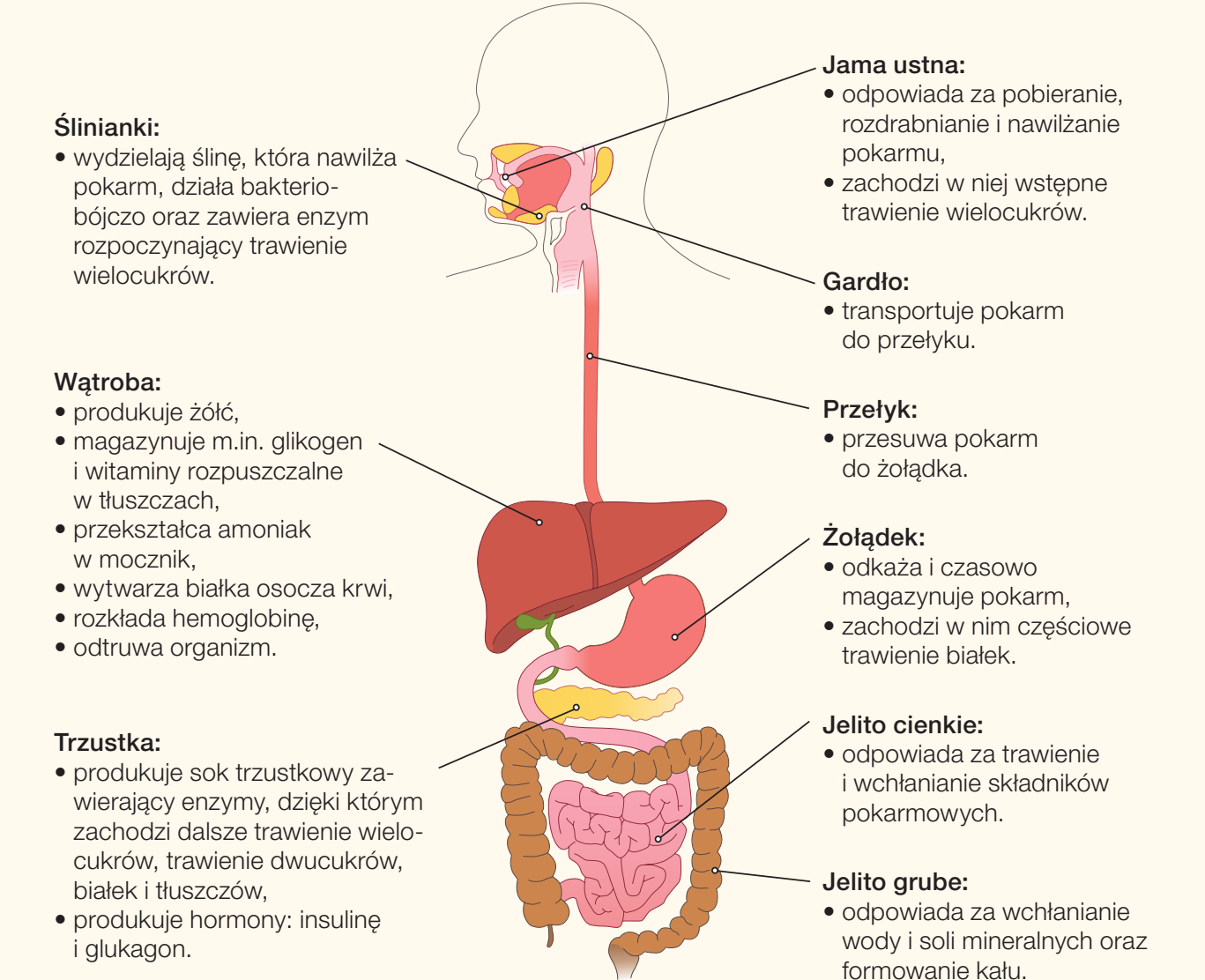
7 Podział składników mineralnych



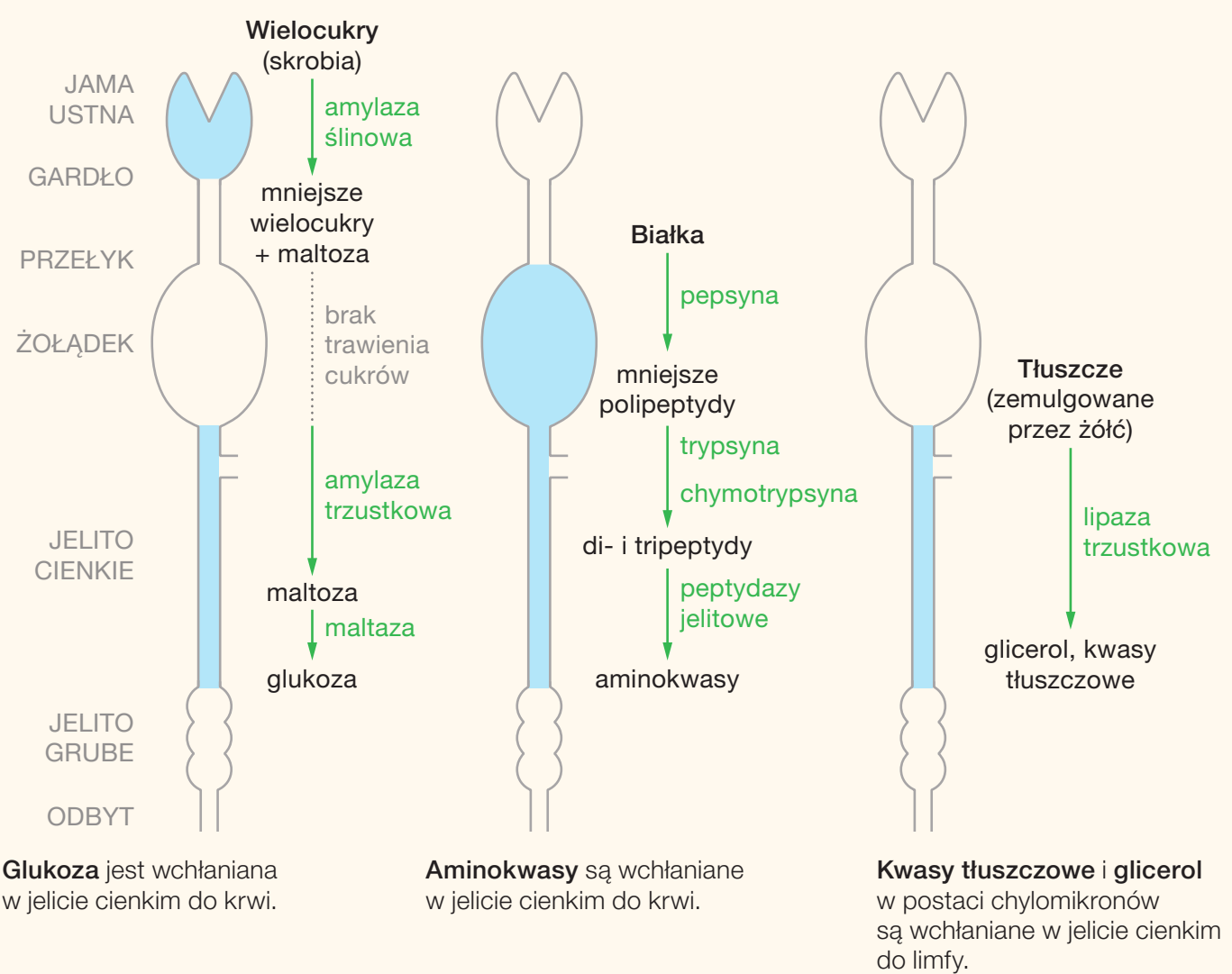
8 Budowa i funkcje układu pokarmowego



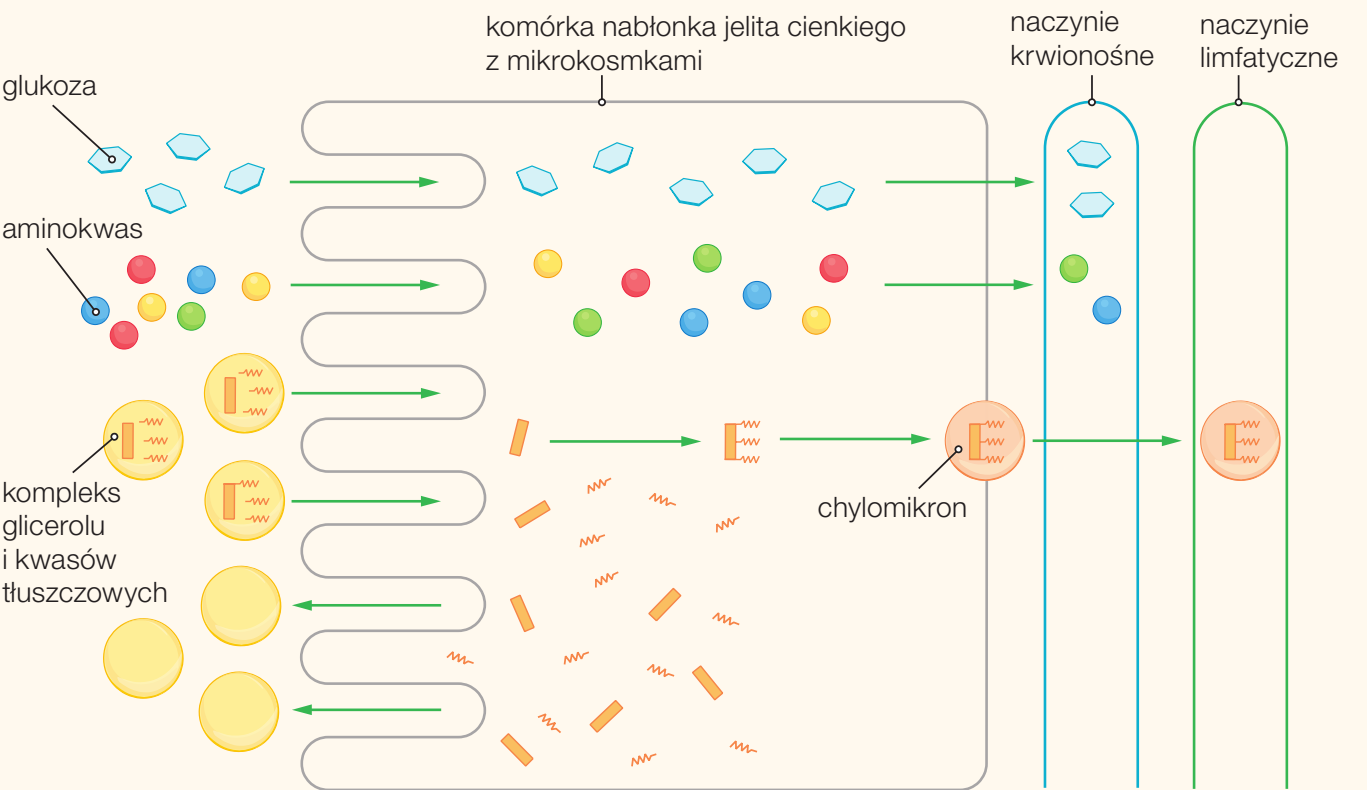
9 Funkcje poszczególnych narządów układu pokarmowego



10 Trawienie związków organicznych



11 Wchłanianie składników pokarmowych w kosmkach jelitowych



12 Wpływ mikrobiomu na funkcjonowanie organizmu człowieka:

- zapobiega rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych w jelicie grubym,
- 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.

13 Przyczyny i profilaktyka otyłości

- **Otyłość** polega na nadmiernym gromadzeniu się tkanki tłuszczowej, co prowadzi do zbyt dużej masy ciała.
- **Główne przyczyny otyłości:**
 - dodatni bilans energetyczny, wynikający m.in. ze spożywania zbyt dużej ilości pokarmów i ze zbyt małej aktywności fizycznej,
 - zaburzenia hormonalne.
- **Profilaktyka otyłości:**
 - przestrzeganie zasad zdrowego żywienia,
 - codzienna aktywność fizyczna.

14 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
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

15 Wybrane metody diagnostyczne chorób układu pokarmowego

Metoda diagnostyczna	Opis	Zastosowanie
USG	Polega na uzyskiwaniu obrazu narządów za pomocą urządzenia, które wysyła, a następnie odbiera odbite od nich fale dźwiękowe.	Służy do wykrywania nieprawidłowości oraz zmian w budowie niektórych narządów wewnętrznych.
Gastroskopia	Podczas badania do przełyku, żołądka i dwunastnicy wprowadza się gastroskop (przewód z kamerą).	Stosuje się ją w diagnostyce chorób górnych odcinków przewodu pokarmowego, np. wrzodów żołądka i nowotworów.
Kolonoskopia	Polega na wprowadzeniu kolonoskopu (przewodu z kamerą) do jelita grubego.	Umożliwia wykrywanie chorób końcowych odcinków przewodu pokarmowego, np. nowotworu jelita grubego.

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 wzmacnia ruchy jelit.	P	F
2.	Błonnik to pokarm wysokoenergetyczny, dostarczający 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.)

W jajach kurzym występują białka

1.	pełnowartościowe,	które zawierają	A.	wszystkie niezbędne aminokwasy.
2.	niepełnowartościowe,		B.	wyłącznie aminokwasy endogenne.

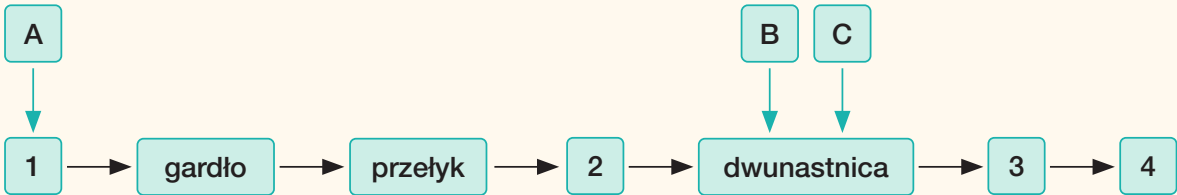
3 Poniżej podano trzy skutki niedoboru pewnych witamin. Określ, jakie to witaminy, oraz jakie produkty należy uwzględnić w diecie, aby nie dopuścić do rozwoju tych chorób. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

(3 p.)

A. Szkodliwy. 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.)



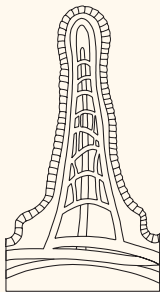
a) Podaj nazwy odcinków przewodu pokarmowego oznaczonych na schemacie cyframi 1–4 oraz nazwy gruczołów pokarmowych oznaczonych literami A–C. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

b) Określ, której spośród wymienionych niżej wydzielin nie oznaczono zieloną strzałką. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

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.

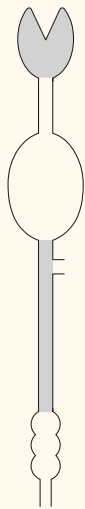
7 Przerysuj tabelę do zeszytu, a następnie uzupełnij ją nazwami narządów, w których zachodzi trawienie podanych w niej związków. (3 p.)

Związki organiczne	Nazwy narządów
Białka	?
Tłuszcze	?
Wielocukry	?

8 Na schemacie przewodu pokarmowego szarym kolorem zaznaczono miejsca trawienia pewnych związków organicznych. (2 p.)

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

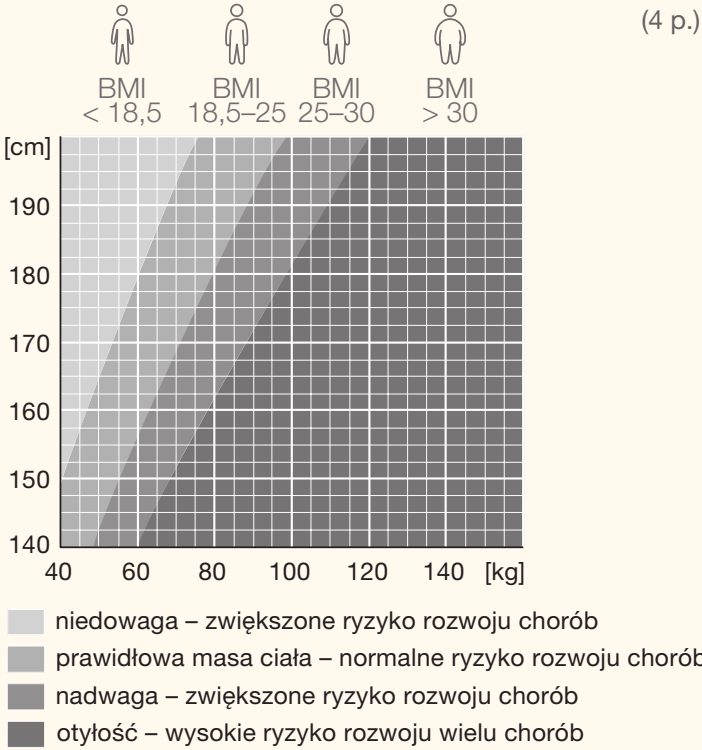
- Schemat przedstawia lokalizację etapów trawienia
 - A. białek.
 - B. tłuszczów.
 - C. wielocukrów.
- Enzymy potrzebne w reakcjach trawienia tych związków są produkowane w
 - A. śliniankach i wątrobie.
 - B. śliniankach, jelicie cienkim i trzustce.
 - C. śliniankach, żołądku i trzustce.



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

- Na podstawie wykresu określ, czy osoby A i B mają prawidłową masę ciała. Odpowiedź zapisz w zeszycie.
- Zaproponuj po dwa przykłady zaleceń żywieniowych, które można zasugerować osobom A i B. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

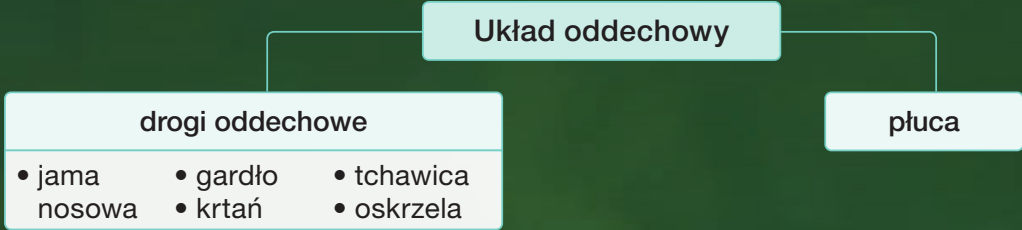


5. Układ oddechowy



Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

► Budowa układu oddechowego:



- **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.
 $\text{glukoza} + \text{tlen} \rightarrow \text{dwutlenek węgla} + \text{woda} + \text{energia}$



5.1. Budowa i funkcje układu oddechowego

Ważne na tej lekcji!

- funkcje układu oddechowego
- związek między budową a funkcją elementów układu oddechowego

Oddychanie jest czynnością życiową, dzięki której organizm uzyskuje niezbędną do życia energię. Składają się na nie następujące procesy: wentylacja płuc, wymiana gazowa,

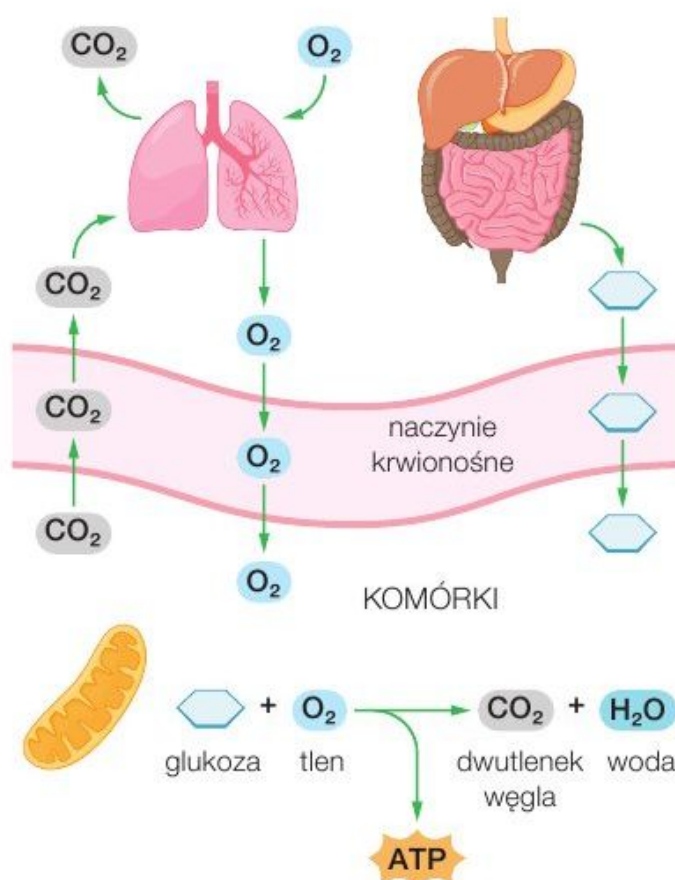
transport gazów oddechowych i składników pokarmowych (za pośrednictwem układu krążenia) oraz oddychanie komórkowe, czyli oddychanie zachodzące w komórkach ciała.

Funkcje układu oddechowego

Podstawowe zadanie układu oddechowego polega na umożliwianiu **wymiany gazowej**. W wyniku tego procesu organizm otrzymuje tlen, a wydycha dwutlenek węgla. Dzięki wymianie gazowej **w komórkach** zachodzi **oddychanie tlenowe**, podczas którego organizm uzyskuje energię w postaci **ATP**.

Na schemacie przedstawiliśmy kolejne procesy, które prowadzą do uzyskiwania ATP. Zauważ, że aby uzyskać energię, układ oddechowy współpracuje z układem krwionośnym i układem pokarmowym.

- 1 Wentylacja płuc i wymiana gazowa.** Naprzemienne wdechy i wydechy zapewniają wentylację płuc. W płucach tlen z powietrza na drodze **dyfuzji** przenika do krwi, a dwutlenek węgla – z krwi do płuc i jest następnie 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 składniki pokarmowe, np. glukozę.
- 3 Oddychanie tlenowe.** W komórkach tlen służy do utleniania składników pokarmowych (głównie glukozy) uzyskanych z przewodu pokarmowego. Główne etapy tego procesu zachodzą w mitochondriach, a jego produktami są: dwutlenek węgla (usuwany na zewnątrz dzięki wymianie gazowej), woda oraz energia magazynowana w postaci ATP.



Budowa układu oddechowego

Układ oddechowy składa się z dróg oddechowych oraz płuc.

Drogi oddechowe pokrywa orzęsiony nabłonek produkujący śluz.

Drogi oddechowe

- **Jama nosowa** oczyszcza, ogrzewa i nawilża powietrze.
- **Gardło** to wspólny odcinek układu pokarmowego i układu oddechowego, ponieważ prowadzi do przełyku i krtani.
- **Krtani** umożliwia wydawanie dźwięków. Jedną 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. Prawe płuco składa się z trzech płatów, a lewe – z dwóch. Każde płuco otacza podwójna błona nazywana **opłucną**.

pęcherzyk płucny

sieć naczyń włosowatych

Pęcherzyki płucne oplata gęsta sieć 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 zbudowane z milionów pęcherzyków płucnych.

■ Drogi oddechowe – dostarczanie powietrza do płuc

Drogi oddechowe składają się z narządów umożliwiających transport powietrza do płuc. Narządy te wyściela **błona śluzowa** zbudowana m.in. z nabłonka z rzęskami.

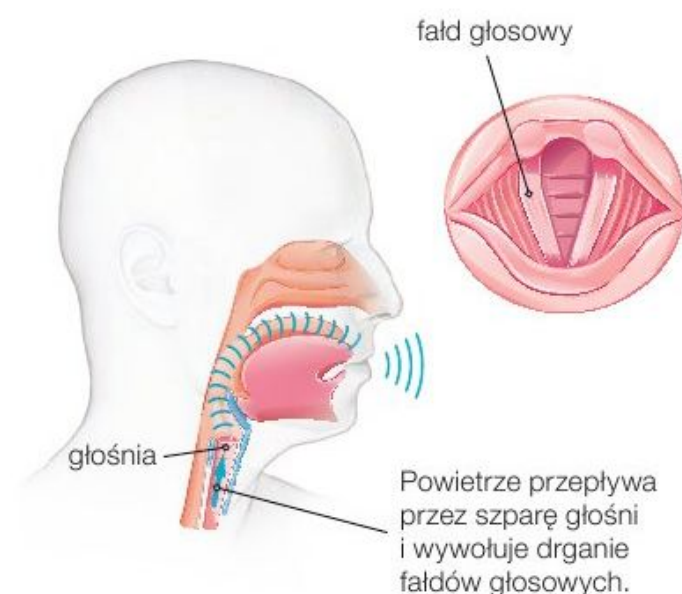
Jama nosowa

Jama nosowa jest podzielona na dwie części przez przegrodę nosa. Błona śluzowa wyściełająca jamę nosową zawiera wiele naczyń krwionośnych oraz gruczołów śluzowych. Naczynia krwionośne **ogrzewają** powietrze, a gruczoły śluzowe **nawilżają** je. Z kolei włosy znajdujące się w początkowej części jamy nosowej oraz rzęski nabłonka **oczyszczają powietrze** z zanieczyszczeń.

W jamie nosowej znajdują się też receptory odbierające wrażenia węchowe.

Gardło i krtąń

Z jamy nosowej powietrze przechodzi do **gardła** będącego wspólnym odcinkiem dróg oddechowych i przewodu pokarmowego. Gardło łączy się z **krtanią**, zbudowaną z dziewięciu połączonych ze sobą chrząstek. Jedną z tych chrząstek – **nagłośnia** – zamyka wejście do krtani w czasie połykania pokarmu. Krtąń jest również narządem głosu.



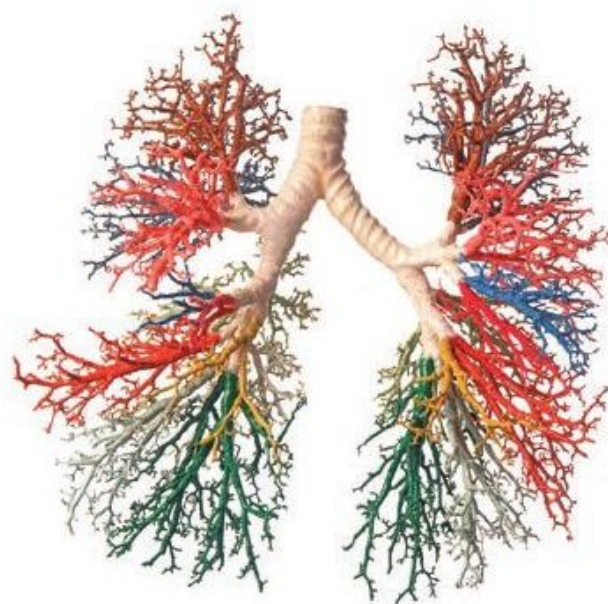
Głos powstaje w części krtani zwanej głośnią. Znajdują się w niej fałdy głosowe.

Tchawica

Tchawica to przewód o długości ok. 10–15 cm. Jego rusztowanie stanowią chrząstki w kształcie podkowy. Taka budowa zapobiega zapadaniu się ścian tchawicy, co z kolei zapewnia drożność drogom oddechowym. Tchawica rozgałęzia się na dwa oskrzela główne.

Oskrzela

Oskrzela główne wnikają do płuc, gdzie rozgałęziają się na coraz mniejsze oskrzela, a następnie oskrzeliki i oskrzeliki końcowe. Funkcją oskrzeli jest doprowadzanie powietrza bogatego w tlen do pęcherzyków płucnych, a następnie, po wymianie gazowej, usuwanie z płuc powietrza o wyższym stężeniu dwutlenku węgla.



Rozgałęziające się oskrzela przypominają gałęzie drzew, dlatego nazywamy je też drzewem oskrzelowym.

■ Płuca – wymiana gazowa

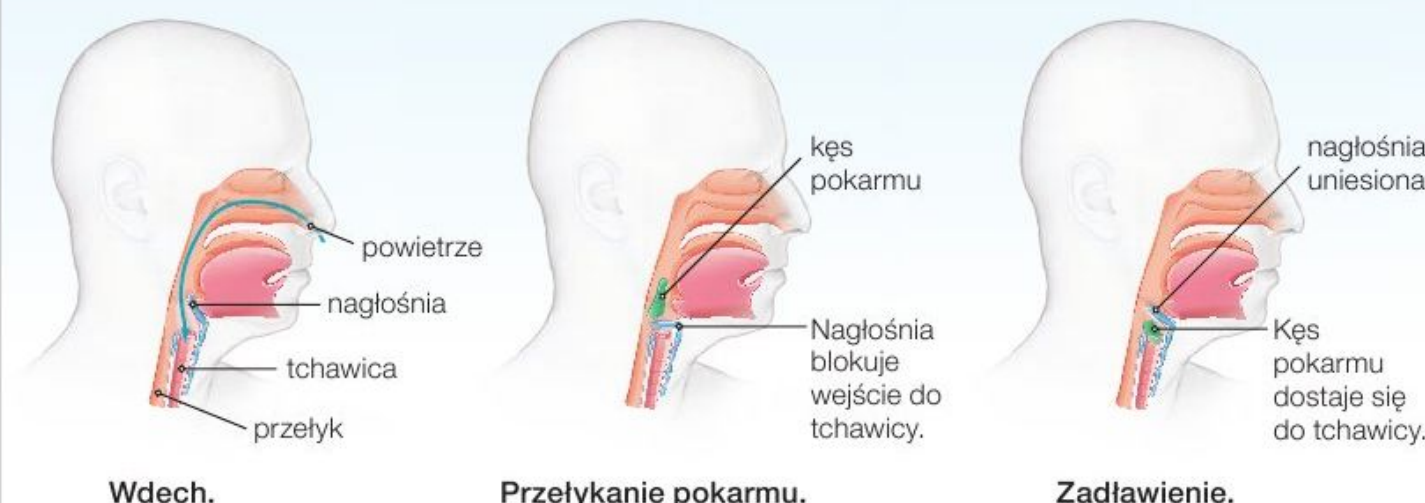
Płuca to parzysty narząd położony w klatce piersiowej. Umożliwiają one wymianę gazową.

Płuca składają się z ok. 300 mln **pęcherzyków płucnych**. Są one zbudowane z jednowarstwowego nabłonka, tzw. **nabłonka oddechowego**, i otoczone gęstą siecią naczyń krwionośnych. Pęcherzyki płucne zwiększają powierzchnię płuc, dzięki czemu zwiększa się również powierzchnia wymiany gazowej.

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 oddechowych podczas jedzenia odpowiada nagłośnia. Kiedy przełykamy pokarm, chrząstka ta odgina się, przez co blokuje wejście do tchawicy. Dzięki temu kęs pokarmu trafia do przewodu pokarmowego. Musimy jednak pamiętać, że mechanizm ten może zawieść, gdy mówimy lub śmiejemy się w trakcie jedzenia.



W skrócie

- Oddychanie to czynność życiowa mająca na celu uzyskiwanie energii niezbędnej do 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 oraz dostarczanie składników pokarmowych do komórek,
 - **oddychanie tlenowe w komórkach** – proces utleniania związków organicznych (głównie glukozy), w którego wyniku uwalnia się energia magazynowana w postaci ATP.
- W skład układu oddechowego wchodzi **drogi oddechowe i płuca**. Do dróg oddechowych należą:
 - **jama nosowa** – jej funkcja polega na nawilżaniu i ogrzewaniu powietrza oraz usuwaniu z niego zanieczyszczeń,
 - **gardło** – odcinek wspólny układu oddechowego i układu pokarmowego,
 - **krtąń** – 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 oraz funkcje narządów tworzących drogi oddechowe.
3. Wyjaśnij związek między budową a funkcją w przypadku: **a)** jamy nosowej, **b)** płuc.

5.2. Wentylacja i wymiana gazowa

Ważne na tej lekcji!

- mechanizm wentylacji płuc
- wymiana gazowa w tkankach i płucach
- sposoby transportu gazów oddechowych i rola hemoglobiny

W ciągu minuty wykonujemy kilkanaście wdechów i wydechów. Czynności te zachodzą odruchowo, dlatego zwykle sobie ich nawet nie uświadamiamy. Jednak to właśnie dzięki wentylacji płuc oraz wymianie gazowej,

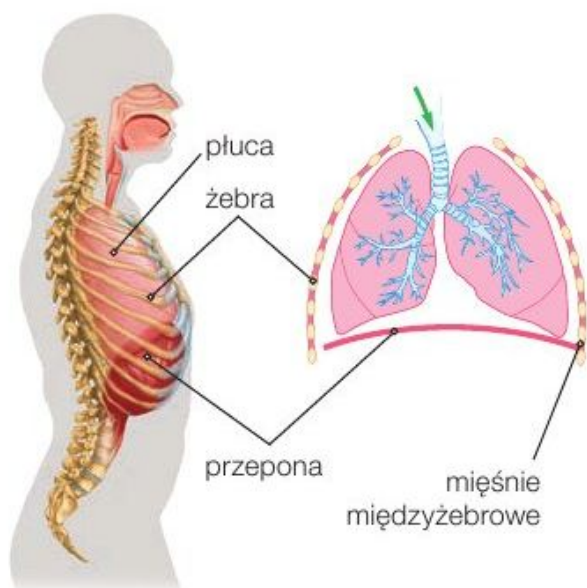
opierającej się na współpracy układu oddechowego z układem krwionośnym, do komórek trafia **tlen** – substrat oddychania tlenowego – i jest z nich usuwany **dwutlenek węgla** – produkt uboczny tego procesu.

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 wydostaje się z płuc. Jest to **faza bierna**, ponieważ mięśnie rozluźniają się.



- 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 wydostaje się z płuc.

Działanie płuc – funkcja przepony

- 1 Przygotuj:** pustą butelkę plastikową, rurkę do napojów, kawałek plasteliny, dwie gumki recepturki, balonik, lateksową rękawiczkę i nożyczki.
- 1** 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 lateksowa 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 (płuca) zwiększa swoją objętość i napływa do niego powietrze. Wepchnięcie rękawiczki (przepony) do środka butelki powoduje usuwanie powietrza z balonika.

Jaką pojemność mają płuca?

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

Podczas wentylacji płuc nie dochodzi do wymiany 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 do płuc dostaje się ok. 4 l powietrza.

Czym jest wymiana gazowa?

Wymiana gazowa to proces, w którego wyniku do organizmu jest dostarczany tlen, a jest z niego usuwany dwutlenek węgla. Wymiana gazowa zachodzi:

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

Zarówno w płucach, jak i w tkankach wymiana gazowa zachodzi na zasadzie **dyfuzji**,

czyli transportu substancji zgodnego z różnicą stężeń i bez nakładu energii.

W wyniku wymiany gazowej powietrze wdychane i wydychane różni się procentową zawartością niektórych składników. Możesz to prześledzić na poniższych wykresach.

Skład powietrza wdychanego

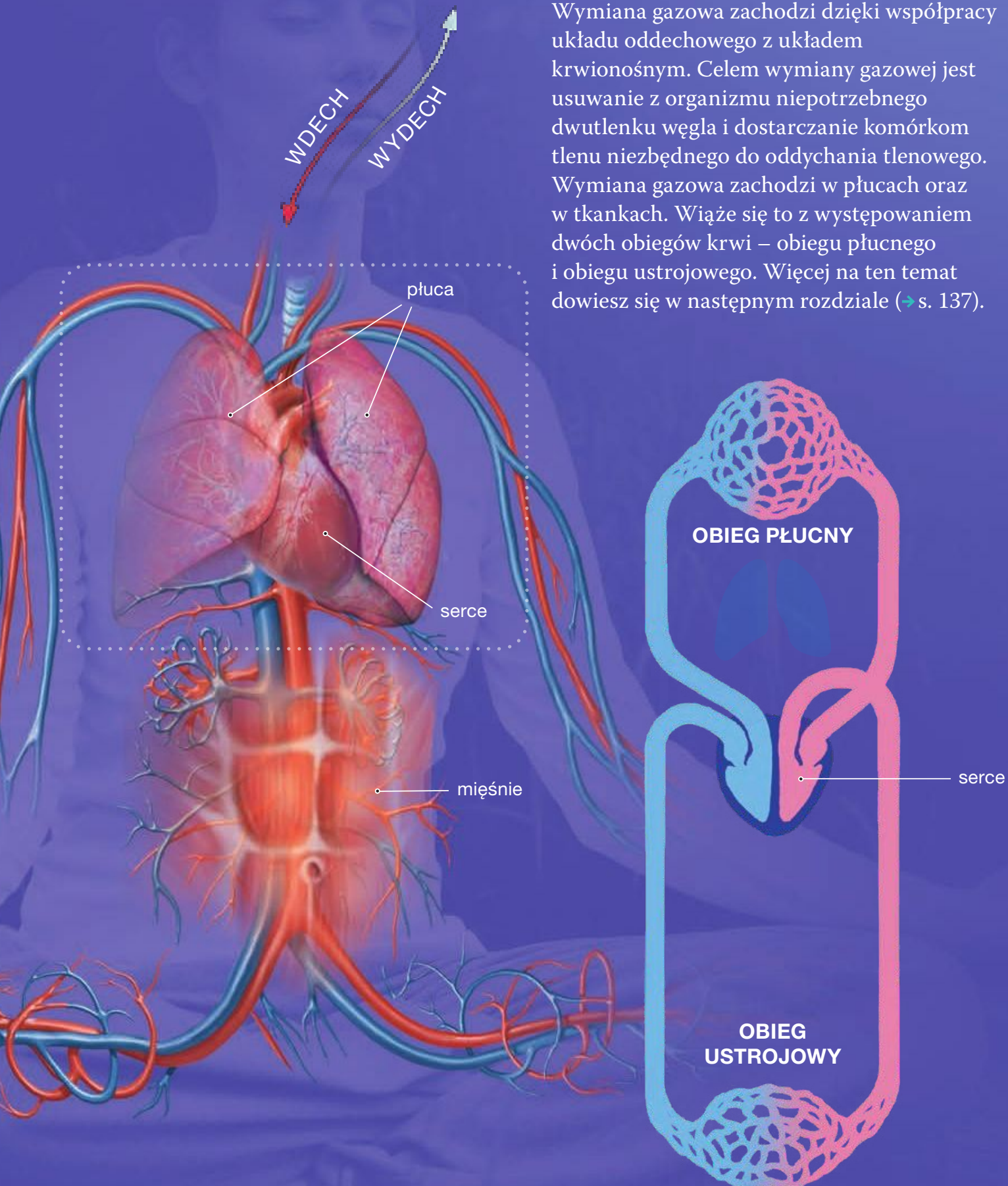


Skład powietrza wydychanego



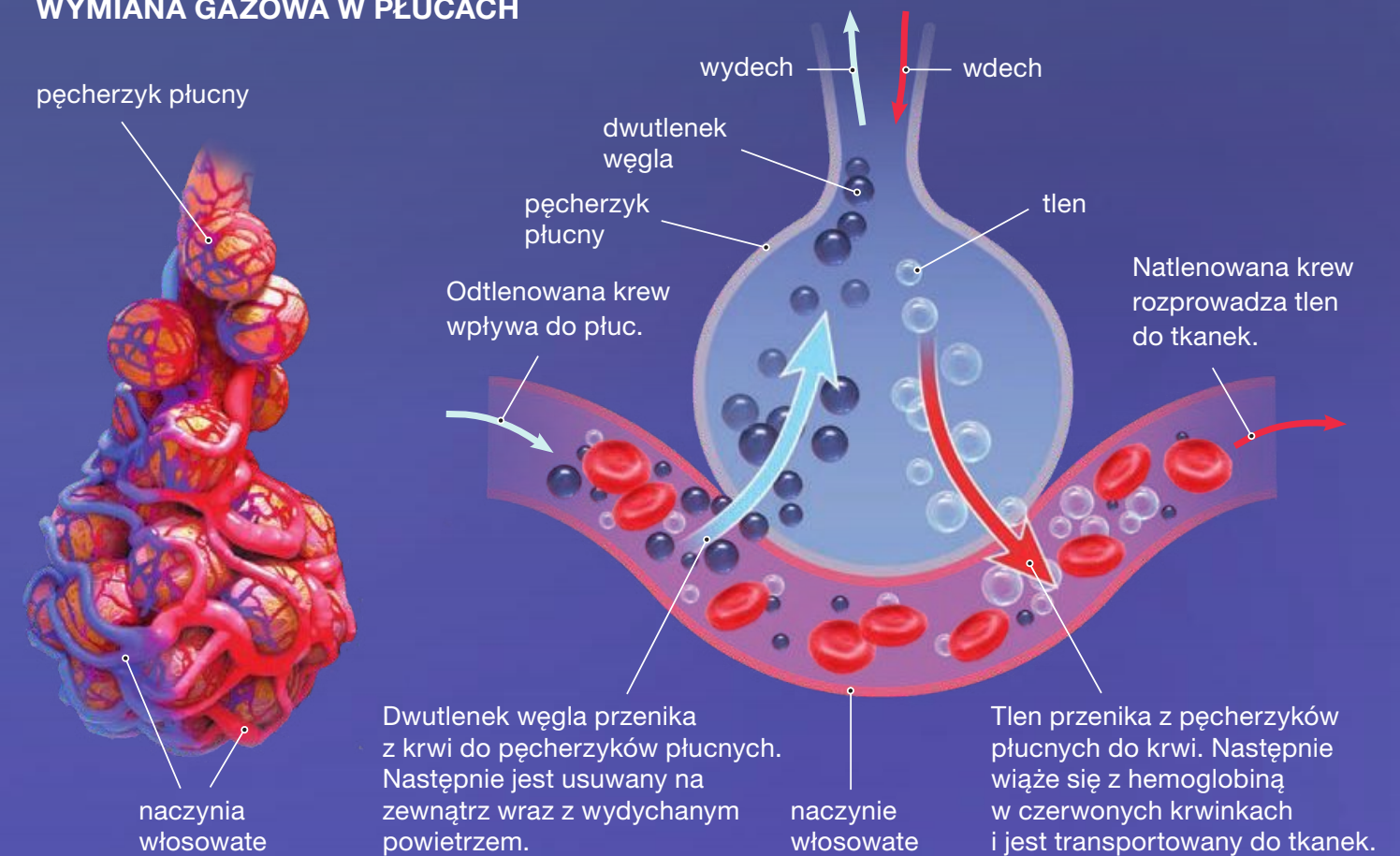
WYMIANA GAZOWA

Wymiana gazowa zachodzi dzięki współpracy układu oddechowego z układem krwionośnym. Celem wymiany gazowej jest usuwanie z organizmu niepotrzebnego dwutlenku węgla i dostarczanie komórkom tlenu niezbędnego do oddychania tlenowego. Wymiana gazowa zachodzi w płucach oraz w tkankach. Wiąże się to z występowaniem dwóch obiegów krwi – obiegu płucnego i obiegu ustrojowego. Więcej na ten temat dowiesz się w następnym rozdziale (→ s. 137).

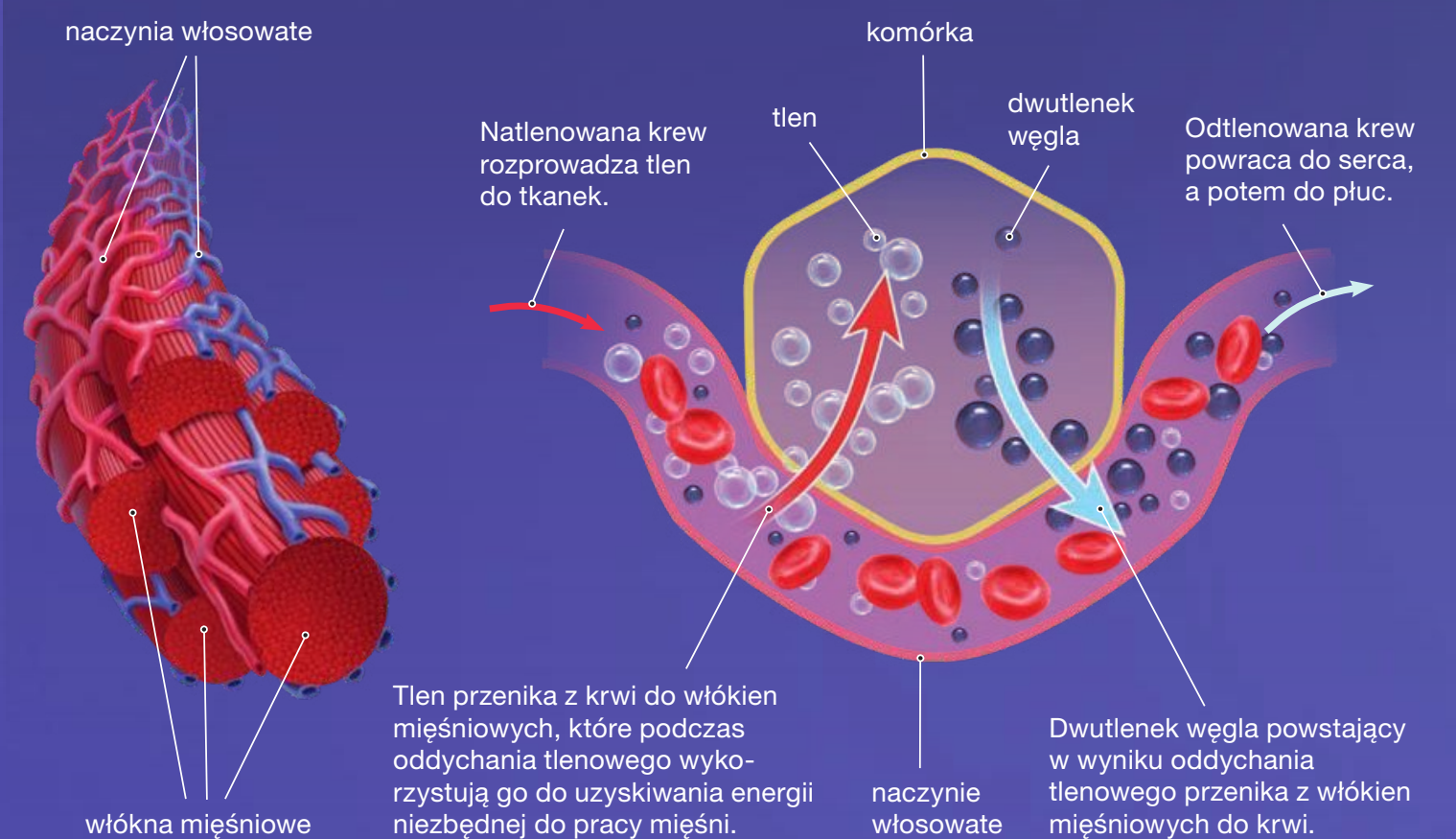


Krew przepływa przez organizm w dwóch obiegach: płucnym i ustrojowym.

WYMIANA GAZOWA W PŁUCACH



WYMIANA GAZOWA W TKANKACH



Transport gazów oddechowych

Gazy oddechowe, czyli tlen i dwutlenek węgla, są transportowane przez czerwone krwinki i osocze.

Transport tlenu

Tlen transportują głównie czerwone krwinki. Cząsteczki tlenu przenikają z pęcherzyków płucnych do naczyń krwionośnych, rozpuszczają się w osoczu krwi i dyfundują do wnętrza czerwonych krwinek. Tam wiążą się z białkiem – **hemoglobina**. Reakcja ta jest odwracalna.

Zapotrzebowanie organizmu na tlen zależy od różnych czynników, takich jak masa ciała, warunki klimatyczne, aktywność fizyczna i stan fizjologiczny, np. ciąża.

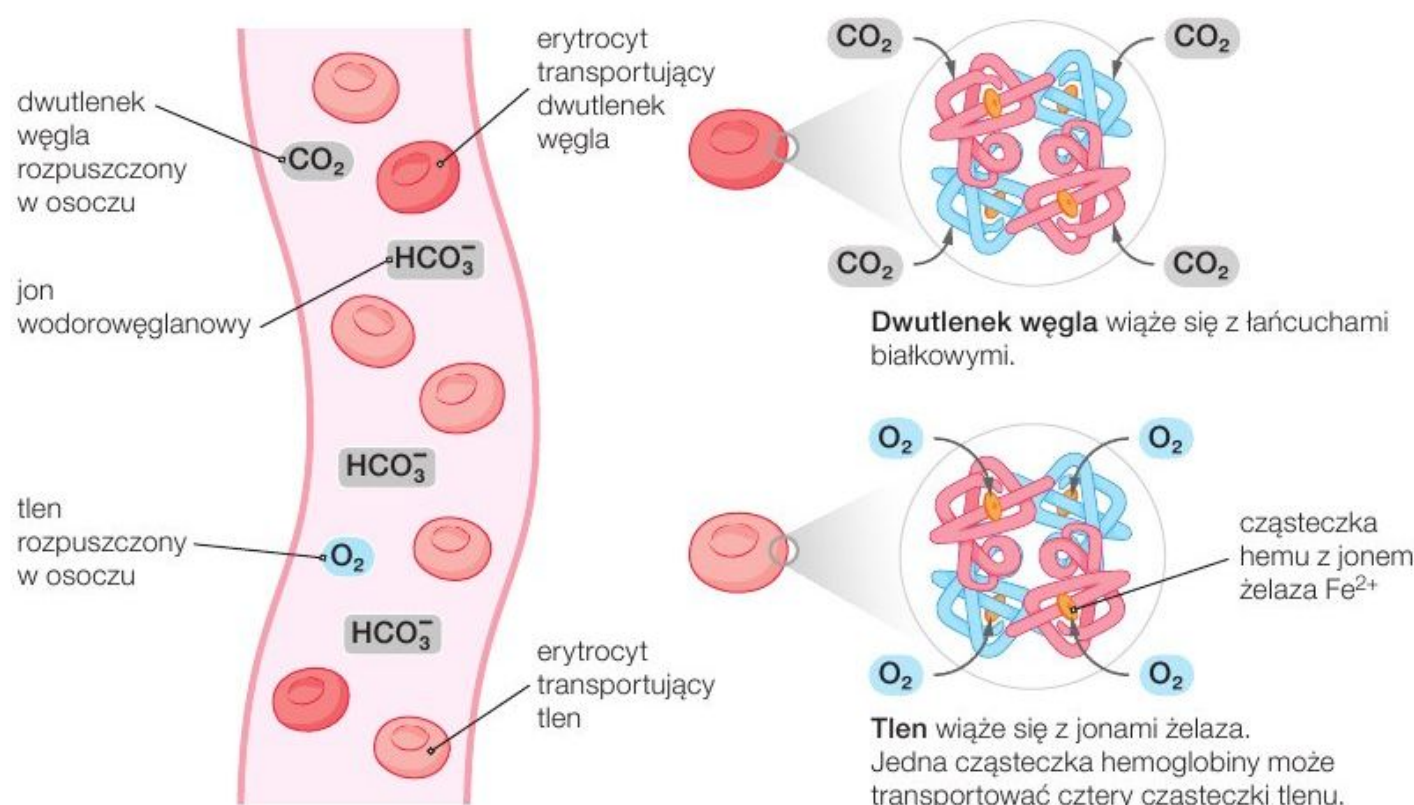
Transport dwutlenku węgla

Dwutlenek węgla powstaje w tkankach jako produkt oddychania tlenowego. Z tkanek przenika do krwi, następnie jego cząsteczki rozpuszczają się w osoczu i wnikają do czerwonych krwinek. Tam są przekształcane w jony wodorowęglanowe (HCO_3^-). Część jonów przenika do osocza, pozostałe jony są transportowane do płuc w postaci rozpuszczonej lub związanej z białkami, głównie z hemoglobina. **Jony wodorowęglanowe** to główna postać transportowa dwutlenku węgla we krwi.

W płucach zachodzą reakcje odwrotne do opisanych wyżej. W ich wyniku dwutlenek węgla jest usuwany z organizmu wraz z wydychanym powietrzem.

Budowa hemoglobiny i jej rola w transporcie gazów oddechowych

Hemoglobina to białko występujące w czerwonych krwinkach, które może transportować zarówno tlen, jak i dwutlenek węgla. Jej cząsteczka składa się z czterech podjednostek białkowych, z których każda zawiera jedną cząsteczkę hemu. W centrum cząsteczki hemu znajduje się jon żelaza (Fe^{2+}), z którym wiąże się tlen. Wiązanie tlenu z hemoglobina nazywamy **utlenowaniem**, ponieważ nie zmienia się wartościowość żelaza.



Niebezpieczne zmiany ciśnienia

Ciśnienie atmosferyczne wpływa na ciśnienie gazów występujących w naszych płucach. Na przykład **w górach**, gdzie ciśnienie atmosferyczne maleje wraz ze wzrostem wysokości, zmniejsza się również ciśnienie tlenu w pęcherzykach płucnych. Dlatego wyjście w wysokie góry bez wcześniejszego zaadaptowania się do panujących tam warunków może spowodować trudności w wymianie gazowej, a w konsekwencji – chorobę wysokościową prowadzącą do obrzęku płuc i mózgu.

Z kolei **na dużych głębokościach**, np. w morzu, panuje wysokie ciśnienie. W tych warunkach azot zawarty w pobranym przez nurka powietrzu rozpuszcza się we krwi. Dlatego zbyt szybkie wynurzenie się z wody wywołuje nagły spadek ciśnienia. W konsekwencji azot gwałtownie uwalnia się z krwi, a jego pęcherzyki uszkodzają tkanki i blokują naczynia krwionośne. Prowadzi to do choroby dekompresyjnej, której objawy to m.in. zawroty głowy, duszność, obrzęk płuc, zaburzenia czucia i utrata przytomności.

Gdy odkręcimy gwałtownie butelkę z wodą gazowaną (szybko zmniejszymy ciśnienie), pęcherzyki dwutlenku węgla rozpuszczonego w wodzie zaczną się intensywnie uwalniać. Podobna sytuacja wystąpi wtedy, gdy nurek zbyt szybko wynurzy się na powierzchnię.



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.
- Tlen jest transportowany głównie w postaci związanej z hemoglobina zawartą w czerwonych krwinkach, a dwutlenek węgla – w osoczu krwi w postaci jonów wodorowęglanowych.

Polecenia kontrolne

- Wymień elementy organizmu człowieka umożliwiające wentylację płuc.
- Porównaj skład powietrza wdychanego ze składem powietrza wydychanego. Wyjaśnij, skąd się bierze procentowa różnica w składzie powietrza.
- Wyjaśnij, na czym polegają wymiana gazowa zewnętrzna i wymiana gazowa wewnętrzna.

5.3. Zaburzenia funkcjonowania układu oddechowego

Ważne na tej lekcji!

- wpływ zanieczyszczeń powietrza, smogu, tlenku węgla i dymu tytoniowego na układ oddechowy
- profilaktyka chorób układu oddechowego, w tym badania diagnostyczne (RTG klatki piersiowej, spirometria)

Z każdym wdechem do naszych płuc dostaje się około 0,5 l powietrza. W ciągu godziny jest to więc średnio 450 l. To bardzo duża ilość, dlatego ważne jest, żeby powietrze, którym oddychamy, było jak najczystsze. Aby nasz układ oddechowy prawidłowo funkcjonował, powinniśmy też profilaktycznie wykonywać takie badania, jak RTG klatki piersiowej i spirometria.

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;
- pyłowe zanieczyszczenia powietrza** (pyły zawieszone) – drobne cząstki zawieszone w powietrzu, które mogą mieć pochodzenie naturalne (np. pyłki drzew, pyły wulkaniczne) lub być wynikiem działalności człowieka. Niebezpieczne są zwłaszcza:
 - pyły PM10** (średnica do 10 μm) – zawierają one substancje toksyczne i osadzają się na powierzchni płuc,
 - pyły PM2,5** (średnica do 2,5 μm) – przenikają one przez powierzchnię pęcherzyków płucnych do krwi.

Główne źródła zanieczyszczeń powietrza w Polsce

Głównymi źródłami zanieczyszczeń w Polsce są gospodarstwa domowe oraz transport samochodowy. Powodują one tzw. niską emisję, czyli emisję pyłów i gazów unoszących się do wysokości 40 m. Niska emisja odpowiada za ponad 50% zanieczyszczeń powietrza pyłami PM10 i ponad 80% pyłami PM2,5.



Wpływ zanieczyszczeń powietrza na organizm człowieka

Zanieczyszczenia powietrza mogą być przyczyną m.in.:

- nowotworów, takich jak rak płuc,
- przewlekłych infekcji,
- bezsenności i bólów głowy,
- chorób układu oddechowego, np. astmy oskrzelowej, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP),
- chorób układu krążenia,
- obniżenia odporności organizmu.

Czym jest smog?

Smog to zanieczyszczenia powietrza wymieszane z cząsteczkami mgły, czyli pary wodnej. Wdychanie tej mieszaniny trujących

substancji może stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka czy nasilać objawy takich chorób, jak astma oskrzelowa.



Smog widoczny nad miastem.

Czad – niewidzialny zabójca

Tlenek węgla (CO), popularnie zwany czadem, to bezbarwny i bezwonny gaz, bardzo niebezpieczny dla naszego zdrowia. Dlaczego? Ponieważ dużo łatwiej łączy się z hemoglobina niż tlen, przez co uniemożliwia transport tlenu. Prowadzi to do niedotlenienia organizmu. Czad powstaje w wyniku spalania węgla i innych paliw w niedostatecznej ilości tlenu. Dlatego największe zagrożenie stanowią wadliwe lub uszkodzone urządzenia grzewcze oraz niesprawna wentylacja.



Objawy zatrucia czadem



Dlaczego palenie papierosów szkodzi zdrowiu?

Palenie papierosów szkodzi naszemu zdrowiu, 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.

■ 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.



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



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



Zwiększa ryzyko rozwoju białaczki szpikowej, przyspiesza rozwój osteoporozy.



Może powodować bezpłodność.



Zwiększa ryzyko zachorowania na nowotwory nerek i pęcherza moczowego.



Płuca osoby niepalącej.

Płuca osoby palącej papierosy.

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

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

■ 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.



Kadm – występuje w bateriach.



Aceton – składnik zmywacza do paznokci.



Substancje smoliste – występują w ropie naftowej.



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 traktuje się je 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> (dostęp: 2.04.2025).

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> (dostęp: 2.04.2025).

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 cytrynowy 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> (dostęp: 2.04.2025).

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 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. 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.

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. Dzięki temu można ocenić pracę i wydajność płuc.

Spirometrię stosuje się m.in. w diagnostyce astmy oskrzelowej oraz przewlekłej obturacyjnej choroby płuc.



Badanie z użyciem spirometru.

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 giętą rurkę.

1. Narysuj na butli markerem podziałkę, np. co 20 ml. Możesz to zrobić przez zaznaczenie poziomu wody wlewanej w odmierzonych porcjach.
2. Napełnij butlę wodą do pełna, następnie zakryj otwór dłonią, odwróć butlę 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. Wdmuchiwanie do butli powietrze spowoduje uwolnienie z niej wody. Objętość powietrza w butli można ocenić dzięki podziałce.



Te choroby warto znać!

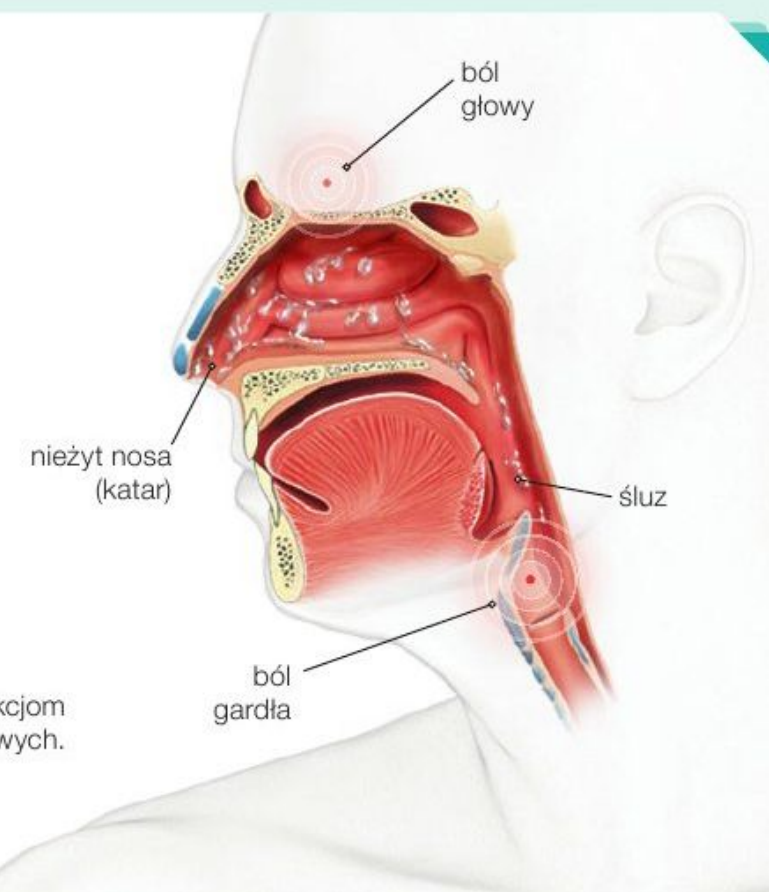
Choroby układu oddechowego

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 alergen.
- **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.

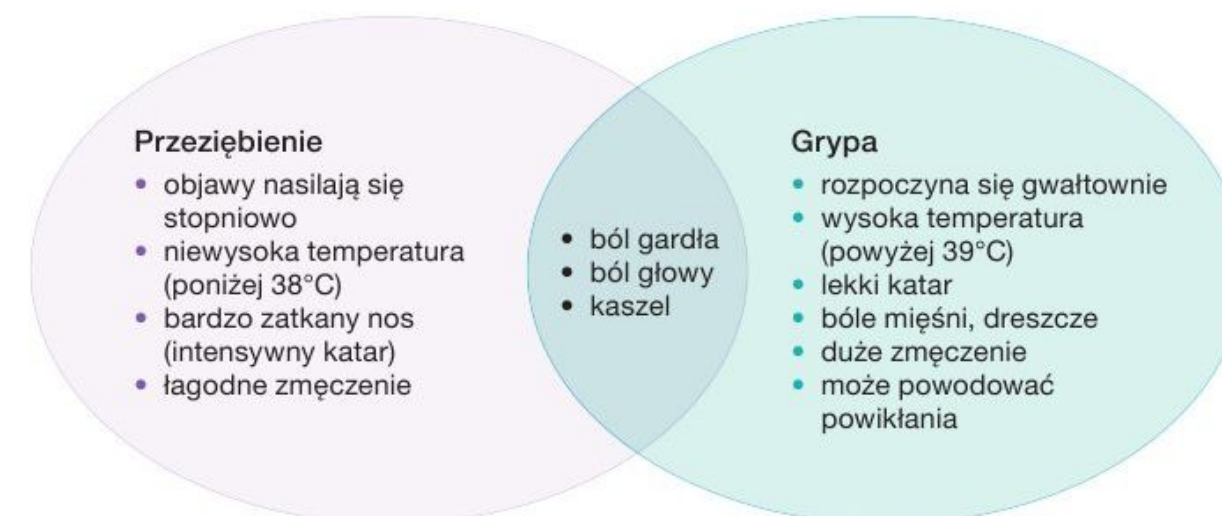
■ Przeziębienie

- **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

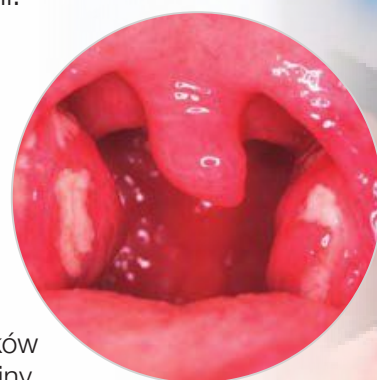
- **Przyczyna:** zakażenie różnymi odmianami wirusa grypy, mające niekiedy ostry przebieg. Co kilka lat występują fale zachorowań na gripę – epidemie.
- **Drogi zakażenia:** głównie droga kropelkowa.
- **Profilaktyka:** szczepienia ochronne, unikanie kontaktu z chorymi.

Porównanie objawów przeziębienia z objawami grypy



Angina (zapalenie migdałków podniebiennych)

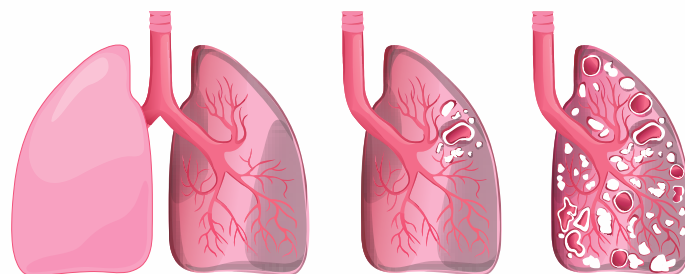
- **Przyczyny:** zakażenie bakteriami (najczęściej paciorkowcami), rzadziej wirusami lub grzybami.
- **Drogi zakażenia:** głównie droga kropelkowa.
- **Profilaktyka:** unikanie kontaktu z chorymi, leczenie chorych zębów i uszu, odpowiedni ubiór, np. osłonięcie szyi w chłodne dni, unikanie spożywania 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.

Jak chronić się przed smogiem?

Blżej życia

Mieszkańcy dużych miast, w których występuje smog, gdy 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 mają wymienne filtry, które wylapują zanieczyszczenia pyłowe i gazowe. Aby chronić się przed smogiem, można też przed wyjściem z domu sprawdzać jakość powietrza w swojej okolicy. Służą do tego specjalne aplikacje telefoniczne i strony internetowe.



W skrócie

- **Zanieczyszczenia powietrza** to wszystkie zawieszone w nim związki gazowe i pyłowe, które mogą negatywnie wpływać na zdrowie człowieka. Do głównych zanieczyszczeń powietrza zaliczamy: tlenki azotu i tlenki siarki, benzopiren oraz pyły zawieszone.
- Głównymi źródłami zanieczyszczeń powietrza są domowe piece grzewcze, środki transportu oraz zakłady przemysłowe.
- **Smog** powstaje wtedy, kiedy zanieczyszczenia powietrza wymieszają się z cząsteczkami pary wodnej tworząc mgłę.
- **Czad (CO)** to bezwonny gaz, który powstaje w wyniku spalania węgla i innych paliw kopalnych w niedostatecznej ilości tlenu (np. w niesprawnych piecach grzewczych). Zatrucie czadem może spowodować śmierć, ponieważ jego cząsteczki wiążą się z hemoglobina, co uniemożliwia transport tlenu i w rezultacie prowadzi do niedotlenienia tkanek organizmu.
- **Palenie tytoniu** m.in. zwiększa ryzyko powstawania:
 - nowotworów płuc i dróg oddechowych,
 - chorób układu krążenia, np. miażdżycy, nadciśnienia i zawału serca,
 - udaru i nowotworów mózgu,
 - wrzodów, nowotworów układu pokarmowego oraz układu moczowego,
 - bezpłodności.
- Najczęściej stosowane badania diagnostyczne chorób układu oddechowego to **RTG klatki piersiowej** oraz **spirometria**.

Polecenia kontrolne

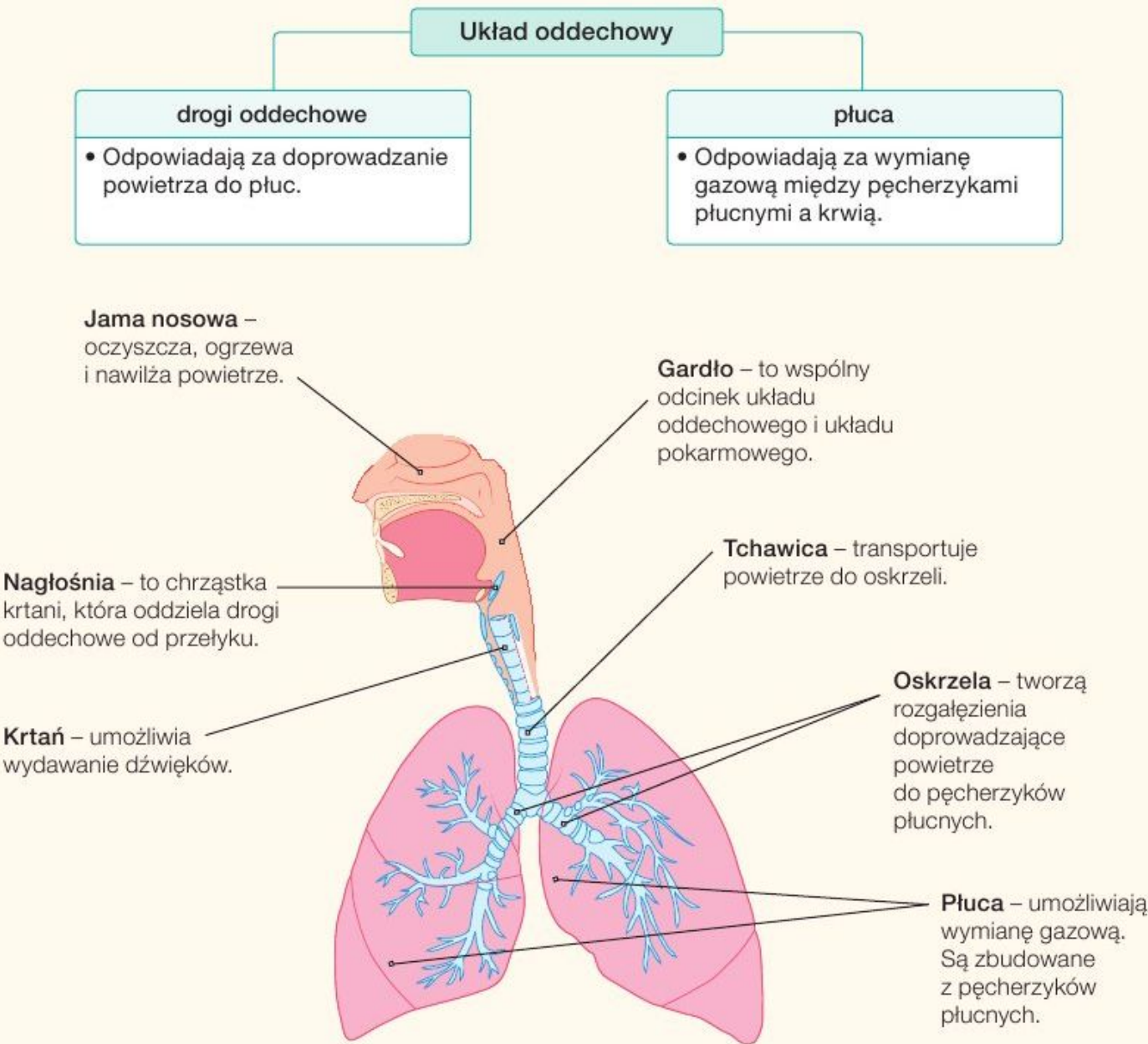
1. Korzystając z różnych źródeł informacji, wyjaśnij, w jaki sposób dwa dowolne zanieczyszczenia powietrza wywierają negatywny wpływ na zdrowie człowieka.
2. Podaj trzy przykłady działań profilaktycznych, które przyczyniają się do zmniejszenia ryzyka zachorowania na choroby układu oddechowego.
3. Wyjaśnij, na czym polega spirometria. Podaj dwa przykłady jej zastosowania.

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

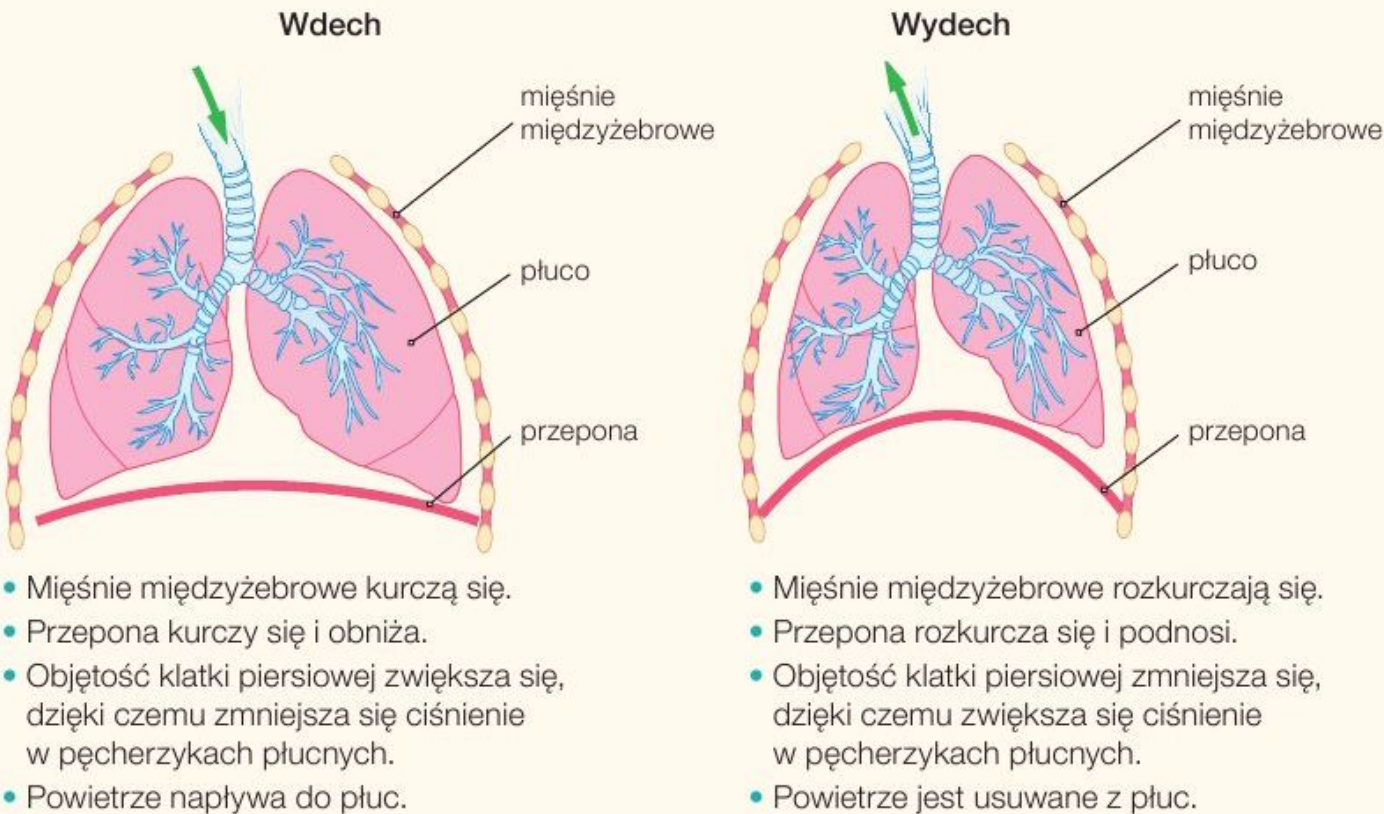


3 Skład powietrza wdychanego i wydychanego

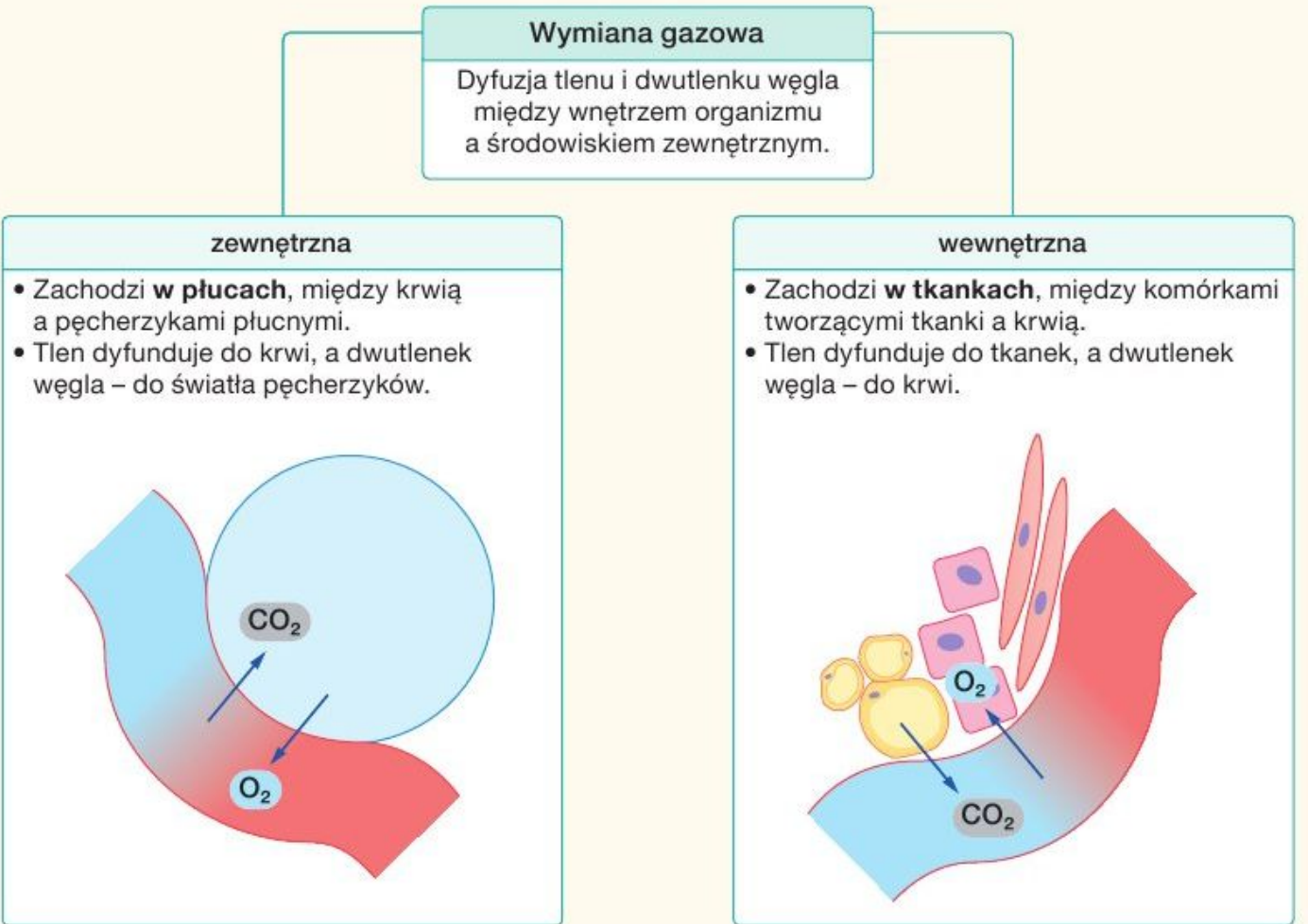
Powietrze	
wdychane	wydychane
- tlen – 21% - dwutlenek węgla – 0,03% - azot – 78% - inne – 0,97% (w tym para wodna 0,04%)	- tlen – 16% - dwutlenek węgla – 4,5% - azot – 78% - inne – 1,5% (w tym para wodna 0,57%)

4 Mechanizm wentylacji płuc

Wentylacja płuc – wymiana powietrza w płucach zachodząca dzięki rytmicznym wdechom i wydechom.



5 Wymiana gazowa



6 Transport gazów oddechowych we krwi

Tlen i dwutlenek węgla są transportowane przez **erytrocyty** i **osocze**.

Transport tlenu	Transport dwutlenku węgla
Tlen rozpuszcza się w osoczu i dyfunduje do wnętrza erytrocytów. Tam, łącząc się z hemoglobiną, tworzy oksyhemoglobinę.	Dwutlenek węgla rozpuszcza się w osoczu i wnika do erytrocytów. Tam jest przekształcany w jony wodorowęglanowe (HCO₃⁻). Jony wodorowęglanowe częściowo przenikają do osocza i stanowią główną postać transportową dwutlenku węgla.

7 Wpływ czynników zewnętrznych na zdrowie człowieka

Czynniki zewnętrzne	Wpływ na zdrowie człowieka
Dym tytoniowy	- Zwiększa ryzyko zachorowania na nowotwory, głównie płuc i dróg oddechowych. - Powoduje niewydolność oddechową związaną z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc. - Powoduje pogorszenie pamięci i zwiększa ryzyko udaru mózgu. - Powoduje rozwój nadciśnienia i miażdżycy, które mogą prowadzić do zawału serca. - Przyspiesza rozwój osteoporozy. - Zwiększa ryzyko bezpłodności.
Smog i pyłowe zanieczyszczenia powietrza	- Zwiększają ryzyko zachorowania na nowotwory, głównie płuc i dróg oddechowych. - Powodują przewlekłe infekcje, bezsenność i bóle głowy. - Powodują choroby układu oddechowego, np. astmę oskrzelową, przewlekłą obturacyjną chorobę płuc. - Zwiększają ryzyko chorób układu krążenia. - Powodują obniżenie odporności organizmu.
Tlenek węgla(II) (czad)	- Łączy się trwale z hemoglobiną, przez co nie może ona transportować tlenu. Powoduje zatrucie organizmu, którego objawami są m.in.: mdłości, ból i zawroty głowy. - Poważniejsze zatrucia prowadzą do utraty przytomności, a nawet do śmierci z powodu niedotlenienia organizmu.

8 Wybrane metody diagnostyczne chorób układu oddechowego

Metoda diagnostyczna	Opis	Zastosowanie
RTG klatki piersiowej	Polega na prześwietleniu klatki piersiowej kontrolowanymi dawkami promieniowania rentgenowskiego.	Służy do wykrywania np. nowotworów układu oddechowego, zapalenia płuc i gruźlicy płuc.
Spirometria	Podczas spirometrii badana osoba oddycha przez specjalny ustnik podłączony do urządzenia, które sprawdza objętość wdychanego i wydychanego przez nią powietrza. Spirometria pozwala m.in. ocenić pojemność płuc.	Umożliwia diagnostykę chorób, które znacząco obniżają sprawność układu oddechowego, np. astmy oskrzelowej i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc.

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.

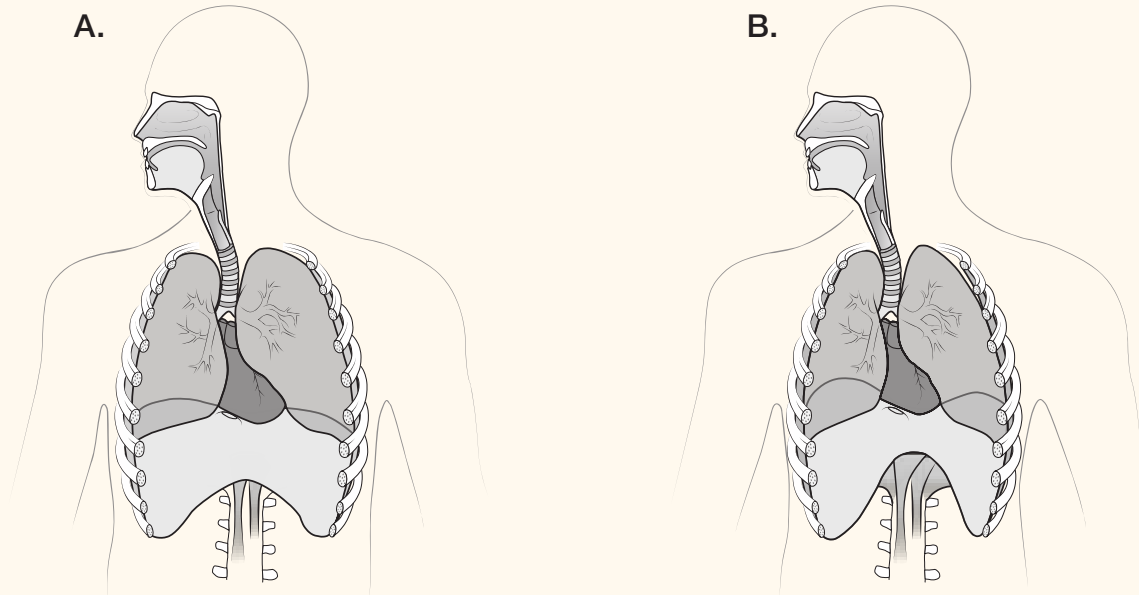
2 Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

(3 p.)

1.	Wymiana gazowa umożliwia wydalanie dwutlenku węgla z wydychanym powietrzem.	P	F
2.	Produkty oddychania tlenowego to 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.)

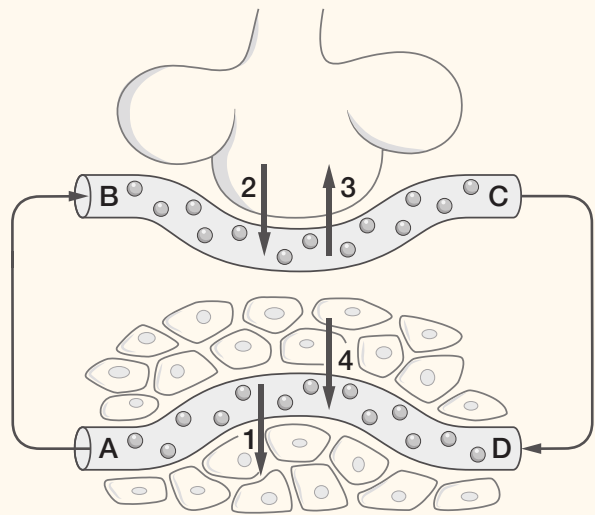


a) Podaj, która ilustracja (A czy B) przedstawia fazę wydechu. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

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 spośród strzałek 1–4 wskazują kierunek dyfuzji tlenu, a które – kierunek dyfuzji dwutlenku węgla. Odpowiedź zapisz w zeszycie.
- b) Podaj, którymi literami spośród A–D oznaczono miejsca o największym stężeniu tlenu, a którymi – o największym stężeniu dwutlenku węgla. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

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

1.	Tlen jest transportowany głównie przez leukocyty.	P	F
2.	Hemoglobina to białko umożliwiające transport tlenu.	P	F
3.	Główną postacią transportową dwutlenku węgla są jony wodorowęglanowe.	P	F

6 Wybierz dwie fałszywe informacje spośród podanych (A–F). 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 Na podstawie różnych źródeł wyjaśnij, dlaczego pyły PM2,5 są niebezpieczne dla zdrowia człowieka. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

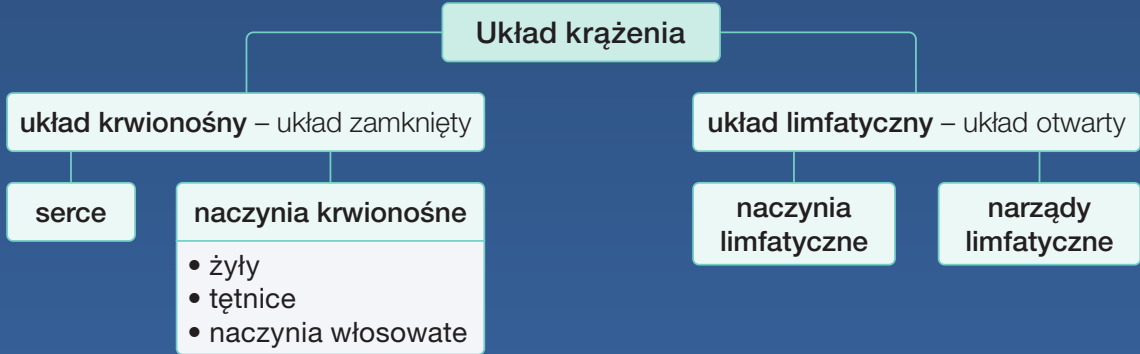
8 Podaj dwa przykłady zastosowania badania RTG w profilaktyce chorób układu oddechowego. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

6. Układ krążenia



Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

► Budowa układu krążenia:



► Obiegi krwi u człowieka: krwobieg mały, krwobieg duży.

► Składniki krwi: elementy morfotyczne krwi (erytrocyty, leukocyty, płytki krwi) oraz osocze.

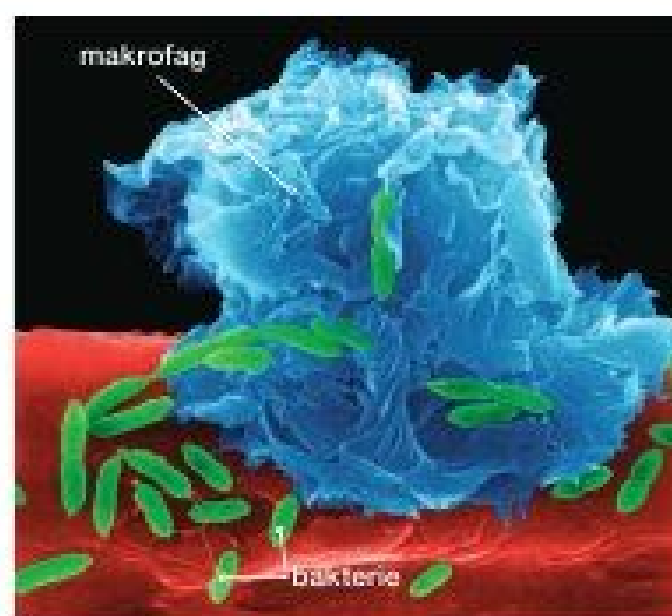


6.1. Budowa i funkcje układu krwionośnego

Ważne na tej lekcji!

- funkcje układu krwionośnego
- charakterystyka składników krwi
- elementy tworzące układ krwionośny
- budowa i funkcje naczyń krwionośnych

Organizm człowieka potrzebuje wydajnego systemu transportu zaopatrującego komórki ciała w niezbędne substancje i usuwającego z nich substancje szkodliwe. Takim systemem jest **układ krążenia** składający się z układu krwionośnego i układu limfatycznego (+s. 142). Na tej lekcji skupimy się na układzie krwionośnym. Układ ten możemy porównać do skomplikowanego systemu rur i rurek, przez które pompujemy płyn. Rurki to naczynia krwionośne, pompa napędowa to serce, a płyn – krew. Naczynia krwionośne docierają do wszystkich narządów i tkanek ciała. Dzięki temu krew transportuje różne substancje do każdej komórki. Układ krwionośny pomaga też organizmowi zwalczać infekcje.



Niektóre białe krwinki przenikają z naczyń krwionośnych do tkanek. Tam przekształcają się w makrofagi, których zadaniem jest m.in. „zjadanie” bakterii (zdjęcie – SEM).

Funkcja transportowa

- Krew transportuje tlen z płuc i substancje pokarmowe z układu pokarmowego do wszystkich komórek ciała.
- Układ krwionośny dostarcza produkty metabolizmu (np. dwutlenek węgla i mocznik) z komórek do narządów, które wydalają te produkty (np. do płuc lub nerek).
- Krew dostarcza hormony z gruczołów dokrewnych do komórek docelowych.

FUNKCJE UKŁADU KRWIONOŚNEGO

Funkcja obronna – zwalczanie infekcji

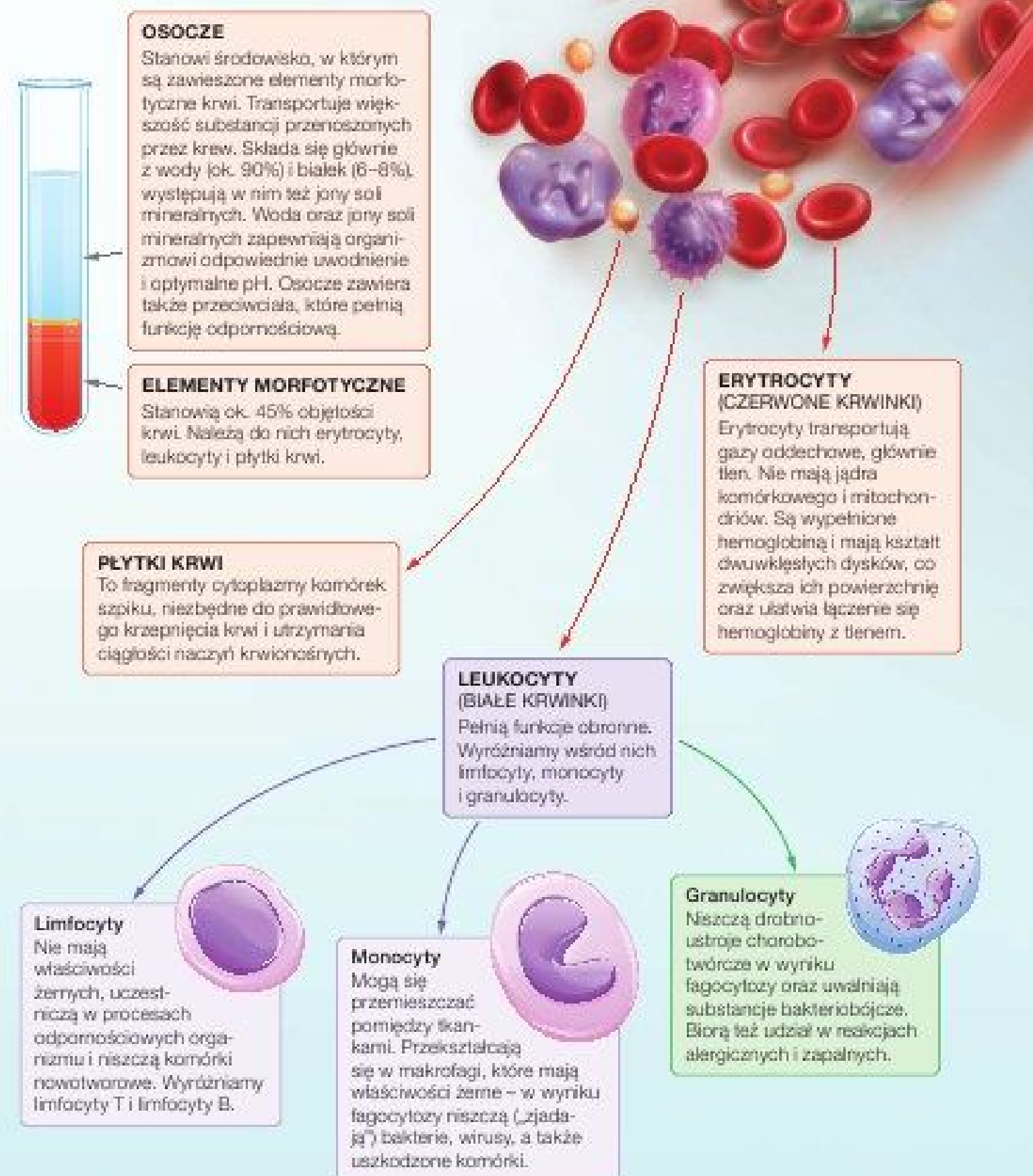
- Krew dostarcza do odpowiednich miejsc substancje i komórki odpowiedzialne za zwalczanie infekcji (np. przeciwciała i leukocyty).

Zapewnienie homeostazy

- Układ krwionośny stabilizuje parametry fizjologiczne, takie jak pH, poziom uwodnienia organizmu i temperatura ciała.
- Krew zawiera składniki, które umożliwiają naprawianie uszkodzonych naczyń krwionośnych. Dzięki temu organizm nie traci krwi.

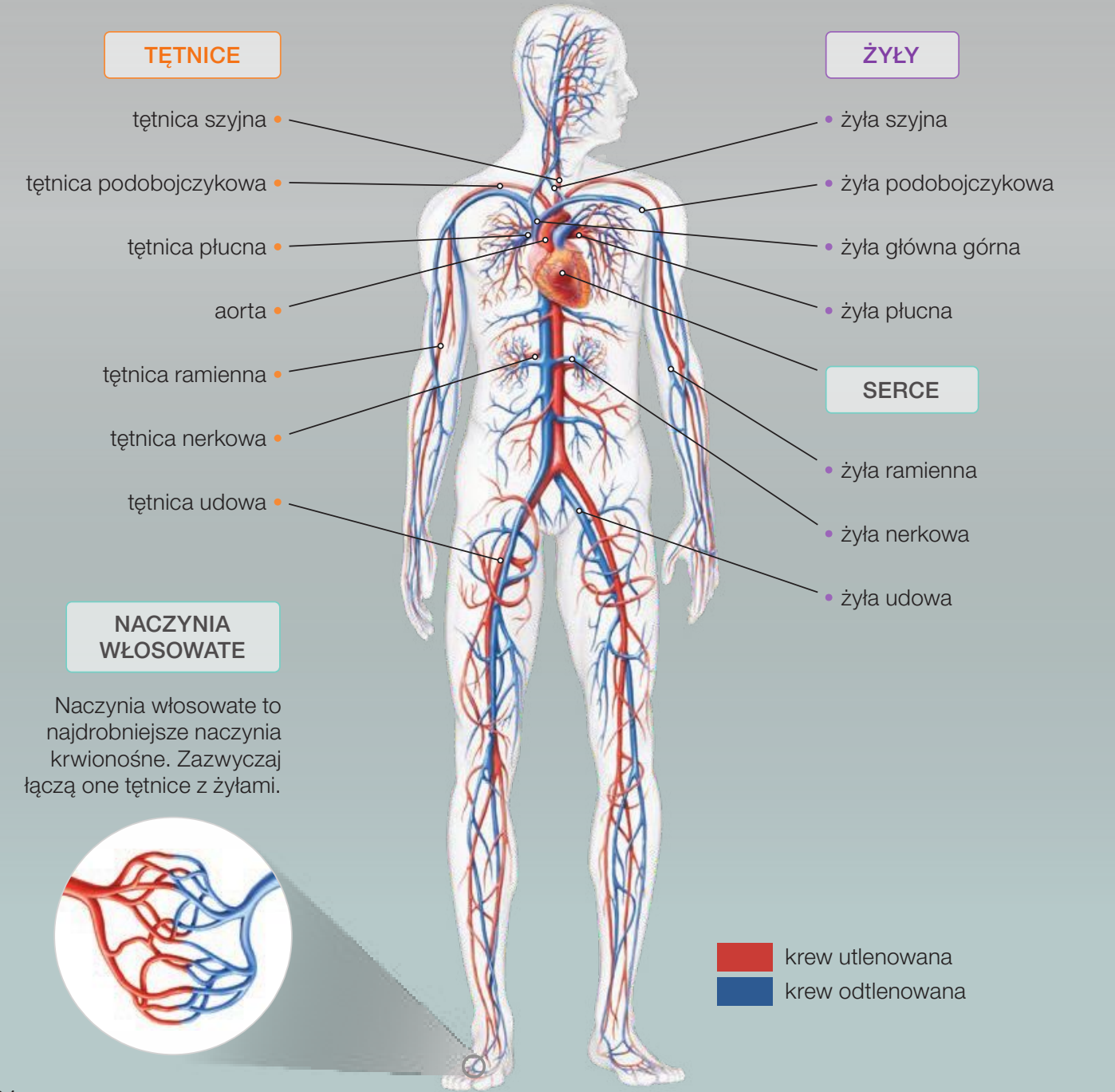
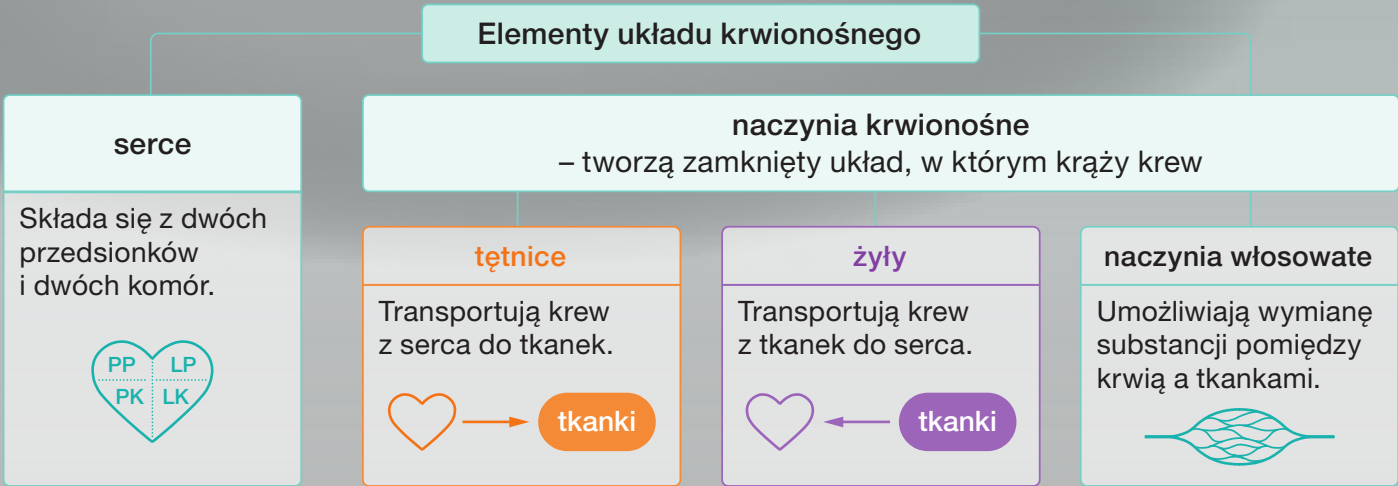
Charakterystyka składników krwi

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 jest osocze.



Budowa układu krwionośnego

Układ krwionośny składa się z serca oraz zamkniętej sieci naczyń krwionośnych – tętnic, żył i naczyń włosowatych.



Budowa naczyń krwionośnych

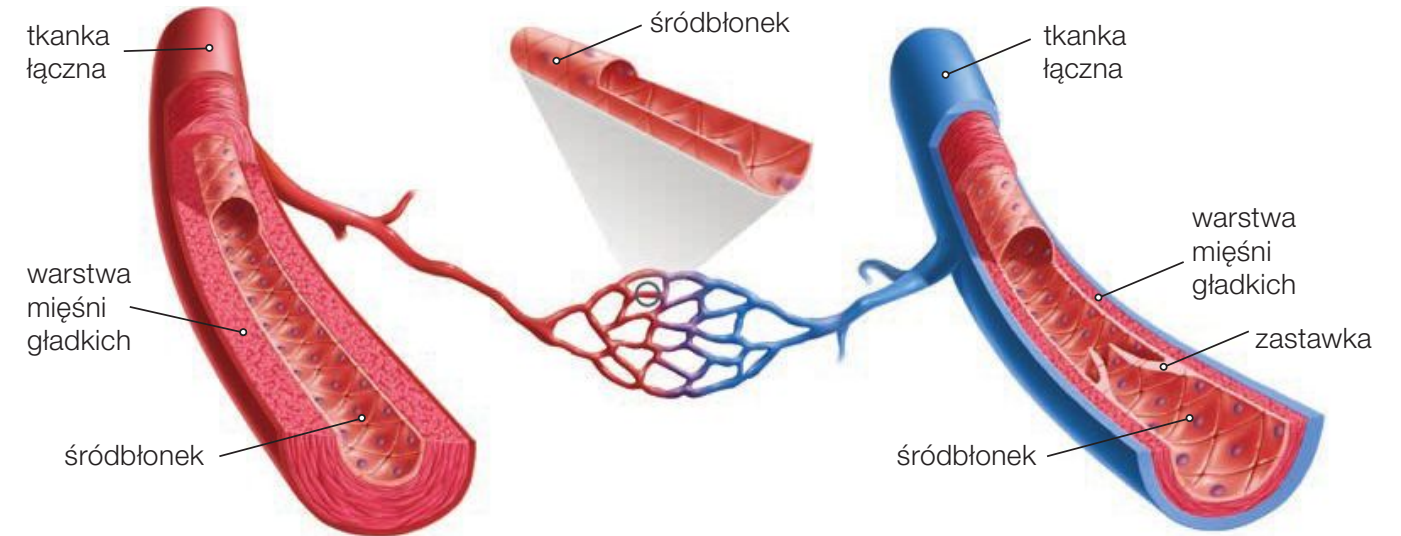
Poszczególne rodzaje naczyń krwionośnych pełnią różne funkcje, dlatego różnią się budową. **Żyły i tętnice** mają ściany zbudowane z trzech warstw:

- ▶ **warstwę zewnętrzną** buduje tkanka łączna. Pełni ona funkcję ochronną;
- ▶ **warstwę środkową** tworzą mięśnie gładkie. Skurcze tych mięśni powodują zmianę średnicy naczyń, co pozwala regulować przepływ krwi;
- ▶ **warstwa wewnętrzna** to jednowarstwowy nabłonek, nazywany śródbłonkiem. Wyściela on wnętrze naczyń.

Nitkowate, rozgałęziające się **naczynia włosowate** mają tylko jedną warstwę – śródbłonek.



Przekrój poprzeczny przez tętnicę i żyłę – zdjęcie mikroskopowe.



Tętnice mają elastyczne ściany i grubą warstwę mięśni gładkich. Umożliwia to kurczenie się naczyń oraz zmniejszanie ich przekroju. Dzięki temu tętnice mogą transportować krew pod wysokim ciśnieniem. Przekrój tych naczyń jest okrągły.

Naczynia włosowate są zbudowane tylko z cienkiej warstwy śródbłonek, dzięki czemu łatwiej zachodzi np. wymiana gazowa. Mają bardzo mały przekrój, co obniża tempo przepływu krwi oraz jej ciśnienie.

Żyły mają wiotkie ściany i cienką warstwę mięśni. Krew, którą transportują, ma znacznie niższe ciśnienie niż krew transportowana przez tętnice. Wewnątrz żył znajdują się zastawki, które uniemożliwiają cofanie się krwi. Przekrój żył jest owalny.

Porównanie naczyń krwionośnych

Cecha	Tętnica	Żyła	Naczynie włosowate
Grubość ścian	Mają grube ściany.	Mają cienkie ściany.	Mają bardzo cienkie ściany.
Warstwa mięśni gładkich	Mają grubą warstwę mięśni.	Mają cienką warstwę mięśni.	Nie mają warstwy mięśni.
Zastawki	Nie mają zastawek.	Mają zastawki.	Nie mają zastawek.
Ciśnienie krwi wewnątrz naczyń	Krew płynie w nich pod wysokim ciśnieniem.	Krew płynie w nich pod niskim ciśnieniem.	Krew płynie w nich pod bardzo niskim ciśnieniem.

Sieci naczyń włosowatych

Naczynia włosowate, łącząc się z żyłami lub tętnicami, tworzą trzy typy sieci.



Typowa sieć naczyń włosowatych to najczęstsze połączenie. Naczynia włosowate występują w niej pomiędzy tętnicami a żyłami.

Sieć dziwna występuje w nerkach. Naczyniami odprowadzającymi i doprowadzającymi krew są tętnice.

Układ wrotny tworzą sieci naczyń włosowatych połączonych większym naczyniem. Przykładem jest żyła wrotna łącząca naczynia włosowate jelit z naczyniami włosowatymi wątroby.

W skrócie

- Do podstawowych funkcji układu krwionośnego należą:
 - transportowanie substancji,
 - ochrona organizmu przed infekcjami,
 - utrzymywanie homeostazy.
- Krew jest tkanką łączną płynną. Składa się z **osocza** (zawierającego głównie wodę, białka i jony) oraz **elementów morfotycznych**, do których należą:
 - **erytrocyty** (czerwone krwinki) transportujące gazy oddechowe,
 - **płytki krwi** niezbędne w procesie krzepnięcia krwi,
 - **leukocyty** (białe krwinki) biorące udział w reakcjach obronnych organizmu. Wśród leukocytów wyróżniamy: limfocyty, monocyty i granulocyty.
- Układ krwionośny składa się z **serca** oraz **naczyń krwionośnych** (żył, tętnic i naczyń włosowatych) wypełnionych krwią.
- Serce** składa się z **dwóch przedsionków** i **dwóch komór**. Odgrywa ono rolę pompy wprawiającej krew w ruch.
- Tętnice** transportują krew z serca do tkanek.
- Żyły** transportują krew z tkanek do serca.
- Naczynia włosowate** umożliwiają wymianę transportowanych substancji pomiędzy krwią a tkankami.

Polecenia kontrolne

- Skonstruuj w zeszyte tabelę, w której porównasz charakterystyczne cechy i funkcje poszczególnych składników krwi.
- Omów wybraną funkcję krwi. W odpowiedzi uwzględnij elementy krwi, które za nią odpowiadają.
- Wyjaśnij, na czym polega rola układu krwionośnego w utrzymywaniu homeostazy organizmu.
- Podaj po jednym przykładzie przystosowania każdego z rodzajów naczyń krwionośnych do pełnionej funkcji.

6.2. Obiegi krwi. Serce

Ważne na tej lekcji!

- krążenie krwi w obiegu płucnym i obiegu ustrojowym
- budowa serca i automatyzm pracy serca
- ciśnienie oraz tętno krwi

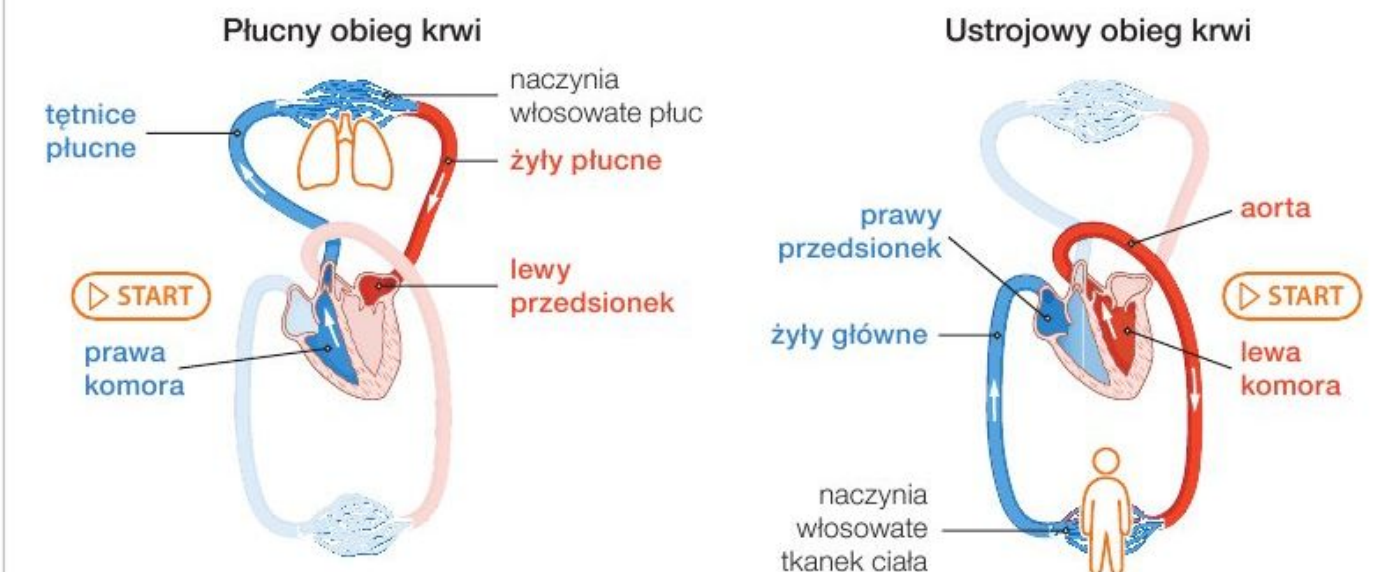
Do funkcji układu krwionośnego należy m.in. transport tlenu i dwutlenku węgla. Gazy te są przenoszone we krwi, która, dzięki sercu, krąży nieustannie w całym organizmie w dwóch obiegach.

■ Czym są obiegi krwi?

Krew płynie w naczyniach krwionośnych. Tworzą one dwie zamknięte pętle, nazywane obiegami krwi lub krwioobiegami. Są to:

- ▶ **płucny obieg krwi** (mały obieg), w którym zachodzi wymiana gazowa między krwią a pęcherzykami płucnymi. W płucach krew staje się utlenowana i jednocześnie oddaje nadmiar dwutlenku węgla;
- ▶ **ustrojowy obieg krwi** (duży obieg), w którym utlenowana krew trafia do komórek ciała, a przedostaje się do niej uboczny produkt metabolizmu, czyli dwutlenek węgla.

W jaki sposób krew krąży w obiegach płucnym i ustrojowym?



- W prawej komorze serca** znajduje się krew odtlenowana. Tętnicami płucnymi (prawą i lewą) dostaje się ona do płuc, gdzie tętnice rozgałęziają się na mniejsze tętniczki, a te na naczynia włosowate oplatające pęcherzyki płucne.
- W płucach** zachodzi wymiana gazowa, w której wyniku do krwi trafia tlen.
- Utlenowana krew płynie żyłami płucnymi do **lewego przedsionka serca**.

- Do lewej komory** dostaje się krew utlenowana w małym obiegu. Następnie płynie ona aortą do mniejszych tętnic, które dzielą się na naczynia włosowate tkanek ciała.
- W tkankach** zachodzi wymiana gazowa – krew zostaje odtlenowana.
- Z tkanek krew bogata w dwutlenek węgla płynie mniejszymi żyłami, które łączą się w żyły główne (górną i dolną) uchodzące do **prawego przedsionka serca**.

BUDOWA I PRACA SERCA

Serce składa się z dwóch przedsionków i dwóch komór rozdzielonych przegrodą międzykomorową na część prawą i lewą. Ściany serca są zbudowane głównie z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej serca. Z zewnątrz serce jest pokryte łącznotkankowym workiem, tzw. **osierdziem**.

Zastawki w naczyniach wyprowadzających krew z serca zapobiegają cofaniu się krwi z naczyń (aorty i pnia płucnego) do komór.

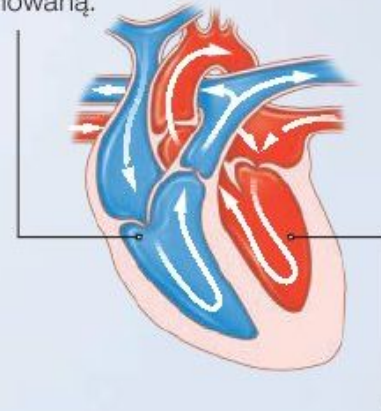
Przedśionek prawy tłoczy krew do prawej komory serca.

Zastawka trójdzielna (przedsionkowo-komorowa prawa) zapobiega cofaniu się krwi z prawej komory do prawego przedsionka.

Komora prawa tłoczy krew do pnia płucnego.

Przegroda międzykomorowa uniemożliwia mieszanie się krwi odtlenowanej z krwią utlenowaną.

Prawa strona serca zawiera krew odtlenowaną.



Lewa strona serca zawiera krew utlenowaną.

Przedśionek lewy tłoczy krew do lewej komory serca.

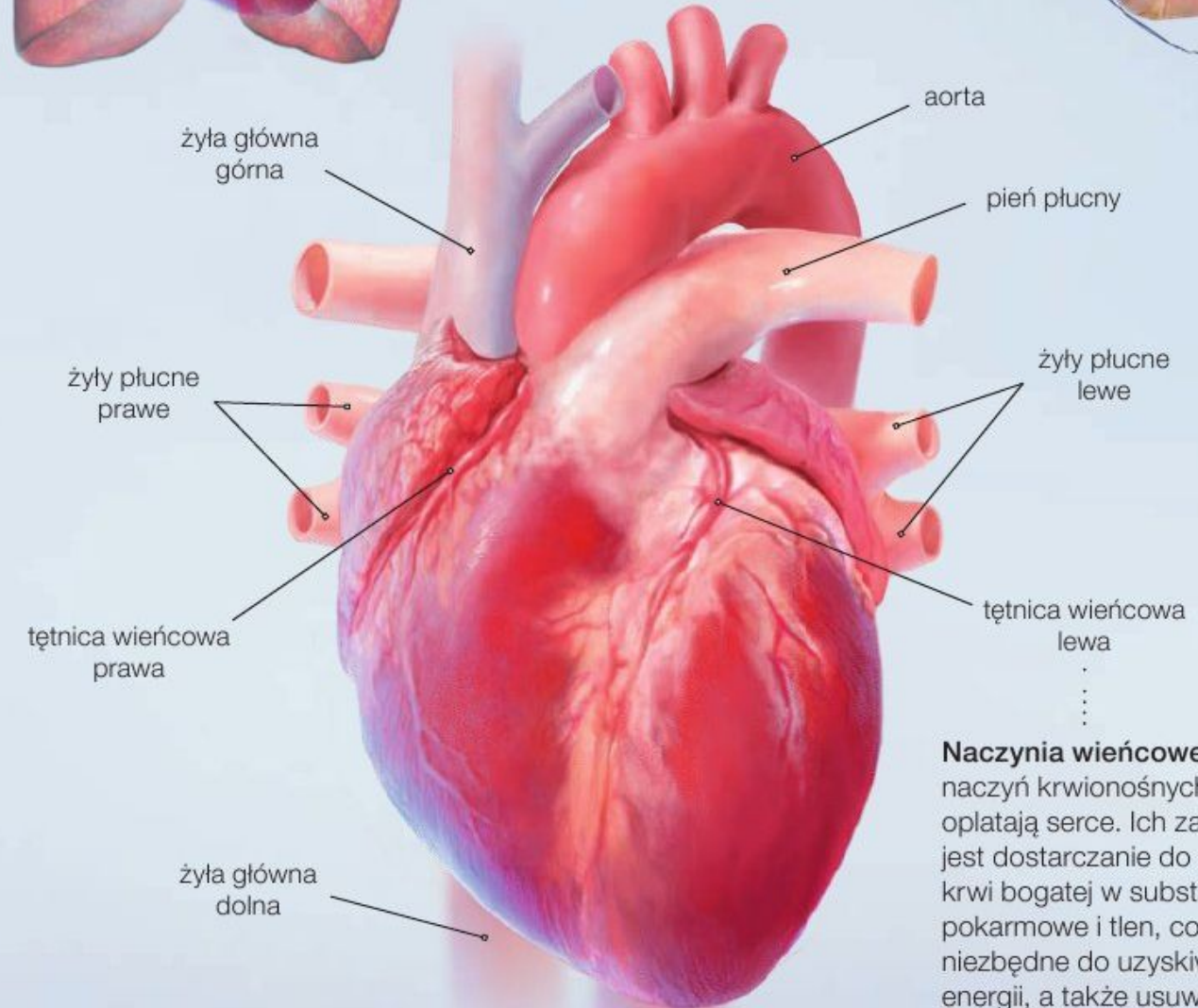
Zastawka dwudzielna (przedsionkowo-komorowa lewa) zapobiega cofaniu się krwi z lewej komory do lewego przedsionka.

Komora lewa tłoczy krew do aorty.



Serce znajduje się w klatce piersiowej, pomiędzy płucami.

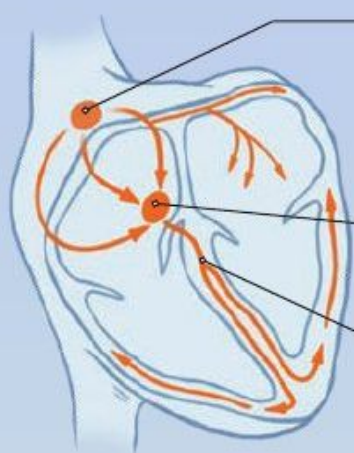
Serce dorosłego człowieka ma wielkość pięści.



Naczynia wieńcowe to sieć naczyń krwionośnych, które oplatają serce. Ich zadaniem jest dostarczanie do serca krwi bogatej w substancje pokarmowe i tlen, co jest niezbędne do uzyskiwania energii, a także usuwanie produktów metabolizmu.

Na czym polega automatyzm serca?

Serce samo wytwarza impulsy elektryczne potrzebne mu do pracy. Właściwość tę nazywamy automatyzmem serca. Odpowiada za nią tzw. układ bodźcoprzewodzący serca. Składa się on ze zmodyfikowanych włókien mięśniowych, które mogą wytwarzać impulsy elektryczne.



Węzeł zatokowo-przedsionkowy nazywamy naturalnym rozrusznikiem serca. Inicjuje on pracę serca przez pobudzenie do skurczu komórek mięśniowych przedsionków serca.

Węzeł przedsionkowo-komorowy przekazuje pobudzenie do pęczka przedsionkowo-komorowego.

Pęczek przedsionkowo-komorowy przenosi pobudzenie do komór serca, co powoduje ich skurcz.

Cykl pracy serca

Na pracę serca składa się powtarzająca się seria skurczów i rozkurczów przedsionków oraz komór. Jeden cykl trwa ok. 0,8 s.



■ Ciśnienie krwi

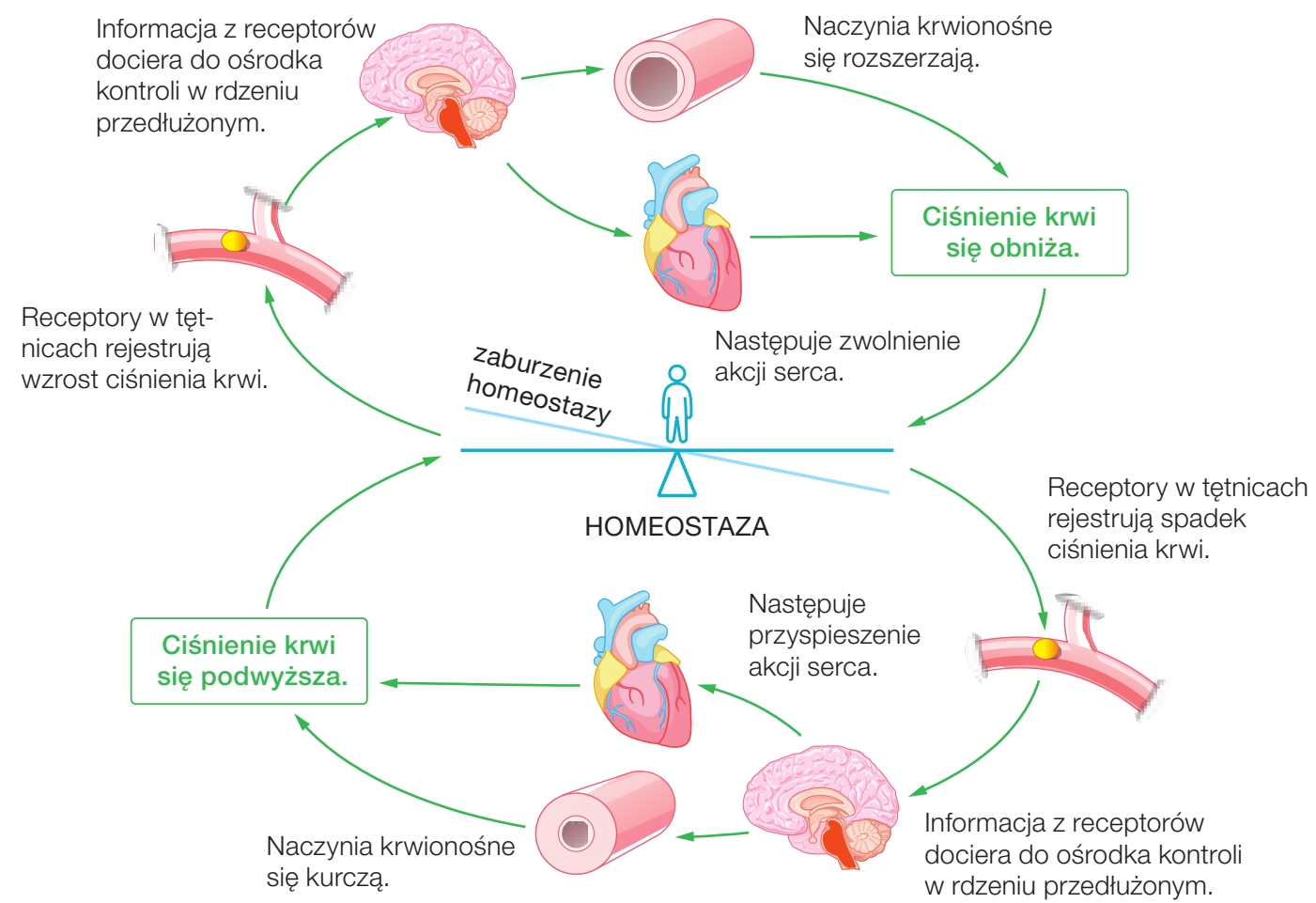
Ściany naczyń krwionośnych są elastyczne, dlatego kiedy serce kurczy się i rozkurcza, ciśnienie płynów (czyli ich nacisk na ściany naczyń) się zmienia. Wartość ciśnienia krwi zależy od fazy cyklu pracy serca. W **fazie skurczu** serce wypycha krew do tętnic – wtedy ciśnienie jest w nich najwyższe. U dorosłego człowieka wynosi ono zwykle 110–130 mm Hg. Kiedy serce znajduje się w **fazie rozkurczu**, ciśnienie krwi jest niższe i wynosi zazwyczaj 65–80 mm Hg.

Dla zdrowego, dorosłego człowieka optymalna wartość ciśnienia krwi mierzonych w spoczynku na tętnicy ramiennej wynosi 120/80 mm Hg.

Zbyt niskie i zbyt wysokie ciśnienie krwi może wynikać ze złego stanu zdrowia. Dlatego w przypadku wielu chorób układu krwionośnego chorzy muszą systematycznie mierzyć sobie ciśnienie. Więcej informacji na temat pomiaru ciśnienia krwi znajdziesz w lekcji 6.4. *Choroby układu krążenia* (→ s. 145).

Regulacja poziomu ciśnienia krwi

Zmiany poziomu ciśnienia krwi są rejestrowane przez receptory umiejscowione w dużych tętnicach, wysyłające 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.



■ Tętno

Tętno (puls) to rytmiczne rozciąganie ścian naczyń tętniczych podczas wypełniania się ich krwią wyrzucaną z serca w czasie skurczu komór.

Tętno możemy wyczuć np. po wewnętrznej stronie nadgarstka. Na podstawie pomiaru

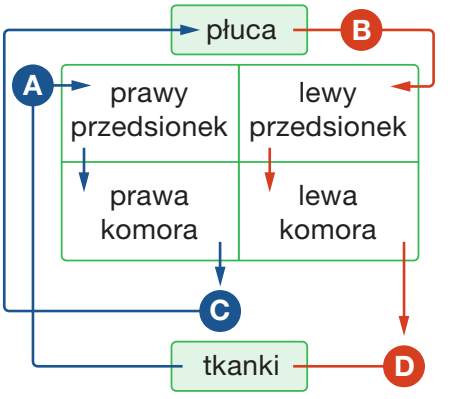
tętna (jego częstości i regularności) można wnioskować o prawidłowości funkcjonowania układu krwionośnego. Tętno w spoczynku wynosi ok. 70 uderzeń na minutę, może się jednak zmieniać w zależności od kondycji, wieku, warunków środowiska czy występowania stresu.

W skrócie

- **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.
- **Układ bodźcoprzewodzący serca** to zmodyfikowane włókna mięśniowe zdolne do wytwarzania impulsów nerwowych. Układ ten odpowiada za automatyzm pracy serca.
- **Cykl pracy serca** składa się z trzech etapów: skurczu przedsionków, skurczu komór i fazy rozkurczu.
- Optymalna wartość ciśnienia tętniczego krwi w przypadku zdrowego, dorosłego człowieka wynosi 120/80 mm Hg.
- **Tętno** to rytmiczne rozciąganie ścian naczyń tętniczych podczas wypełniania się ich krwią wyrzucaną z serca w czasie skurczu komór. Tętno w spoczynku wynosi ok. 70 uderzeń na minutę.

Polecenia kontrolne

1. Schemat przedstawia budowę serca. Podaj nazwy naczyń krwionośnych oznaczonych na schemacie literami A–D.
2. 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 zamierzcie się w grupie rolami i powtórzcie zadanie. Pomiar 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

Ważne na tej lekcji!

- budowa i funkcje układu limfatycznego
- rola limfy

Układ limfatyczny jest połączony z układem krwionośnym. W przeciwieństwie do układu krwionośnego jest on jednak otwarty – oznacza to, że nie tworzy zamkniętego systemu naczyń. Układ limfatyczny nie ma też pompy, takiej jak serce, która ułatwiałaby przepływ limfy, czyli krążącego w nim płynu. Układ ten stanowi część układu odpornościowego, który poznasz w następnym rozdziale (→ s. 158).

■ Rola limfy i funkcje układu limfatycznego

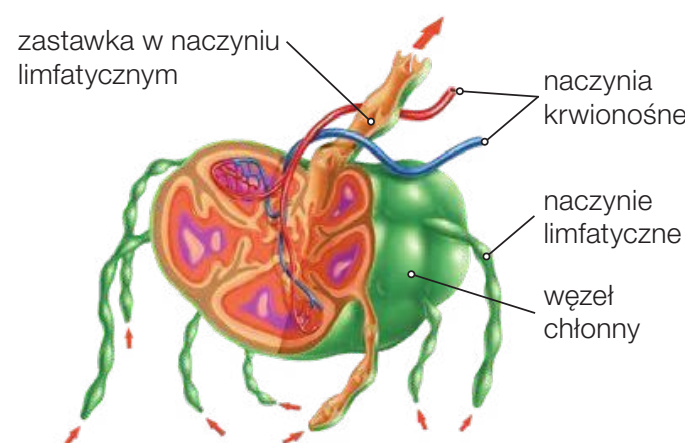
Limfa powstaje z płynu tkankowego, który wypełnia przestrzenie międzykomórkowe. Jest ona transportowana do dużych żył znajdujących się w pobliżu serca, dzięki czemu pośredniczy w wymianie składników między osoczem krwi a tkankami.

Pozostałe zadania układu limfatycznego:

- ▶ chroni organizm przed drobnoustrojami chorobotwórczymi, ponieważ powstają

w nim i dojrzewają komórki układu odpornościowego,

- ▶ reguluje poziom płynów ustrojowych, np. odprowadza nadmiar wody z komórek,
- ▶ transportuje do układu krwionośnego tłuszcze wchłonięte do limfy z układu pokarmowego (→ s. 83).



Naczynia limfatyczne transportują limfę przez węzły chłonne. Węzły, filtrując limfę, wychwytyują z niej mikroorganizmy chorobotwórcze oraz szkodliwe substancje.



Funkcje narządów limfatycznych

Narządy limfatyczne kształtują naszą odporność i chronią organizm przed infekcjami. Przeanalizuj poniższą ilustrację i zwróć uwagę na funkcje poszczególnych narządów układu limfatycznego.

Centralne narządy limfatyczne

Grasica bierze udział w kształtowaniu odporności – jest gruczołem dokrewnym, który wydziela hormony regulujące proces dojrzewania i namnażanie się limfocytów. Po okresie dojrzewania grasica stopniowo zanika.

Szpik kostny 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.

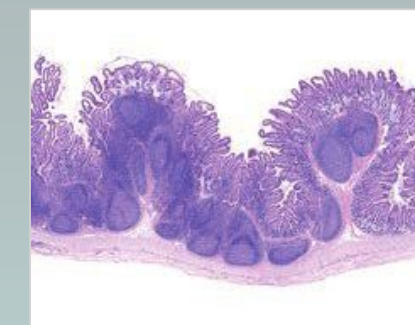
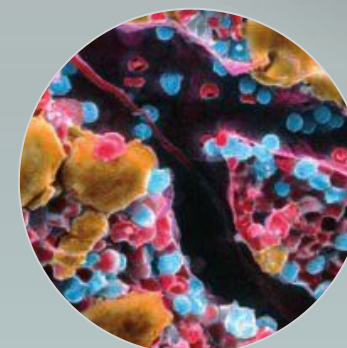
Obwodowe narządy limfatyczne

Migdałki podniebienne tworzą wokół gardła pierścień, który chroni organizm przed infekcjami układów oddechowego i pokarmowego.

Węzły chłonne filtrują limfę i zatrzymują znajdujące się w niej drobnoustroje chorobotwórcze. W węzłach chłonnych namnażają się limfocyty, dlatego narządy te odpowiadają za odporność organizmu.

Śledziona może magazynować krew lub uwalniać ją w razie potrzeby. Ponadto do jej funkcji należy niszczenie zużytych leukocytów oraz starzejących się albo uszkodzonych czerwonych krwinek i płytek krwi.

Grudki limfatyczne tworzą drobne skupiska związane z układami: pokarmowym, oddechowym i moczowym. Występują też w ścianie wyrostka robaczkowego. Grudki limfatyczne zawierają znaczną liczbę różnych rodzajów leukocytów zwalczających drobnoustroje chorobotwórcze.



Przekrój przez jelito (zdjęcie mikroskopowe). Na fotografii możesz zauważyć grudki limfatyczne.

O czym świadczą powiększone węzły chłonne?

Bliżej życia

Węzły chłonne zwykle mają wielkość małego ziarna fasoli. Powiększają się, gdy w organizmie wzrasta liczba limfocytów. Najczęściej jest to spowodowane przez infekcje wirusowe lub bakteryjne. Powiększenie węzłów chłonnych może być też objawem niektórych groźnych chorób. Dlatego jeśli zauważysz, że Twoje węzły chłonne się powiększyły, skonsultuj 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	układ zamknięty	układ otwarty
Płynna tkanka w naczyniach	krew	limfa

W skrócie

- Główne **funkcje układu limfatycznego**:
 - ochrona organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi (w układzie limfatycznym powstają i dojrzewają komórki układu odpornościowego),
 - transport tłuszczów do krwi,
 - regulacja poziomu płynów ustrojowych.
- Układ limfatyczny składa się z **naczyń limfatycznych** wypełnionych limfą oraz z **narządów limfatycznych**.
- Do narządów limfatycznych należą:
 - centralne narządy limfatyczne**: szpik kostny i grasica – odpowiadają one m.in. za dojrzewanie limfocytów,
 - obwodowe narządy limfatyczne**: węzły chłonne, śledziona, migdałki podniebienne i grudki limfatyczne – biorą one udział w wykształceniu odpowiedzi immunologicznej.

Polecenia kontrolne

- Omów wybraną funkcję układu limfatycznego.
- Podaj dwie wspólne funkcje układu limfatycznego i układu krwionośnego.
- Wyjaśnij, na czym polega rola węzłów chłonnych.

6.4. Choroby układu krążenia

Ważne na tej lekcji!

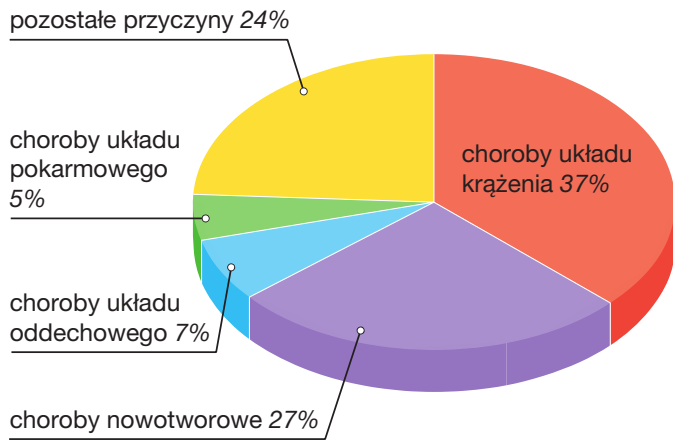
- związek między stylem życia a chorobami układu krążenia
- znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia

Mimo systematycznego i znacznego postępu medycyny choroby układu krążenia wciąż są najczęstszą przyczyną zgonów na świecie. Dzieje się tak, ponieważ wraz z rozwojem cywilizacji zmienia się nasz styl życia, co bezpośrednio wpływa na pracę układu krążenia.

Styl życia a choroby układu krążenia

Największy wpływ na rozwój chorób układu krążenia mają:

- brak aktywności fizycznej,
- nieodpowiednia dieta i otyłość,
- używk (np. papierosy, alkohol),
- przewlekły stres.



Główne przyczyny zgonów w Polsce w 2023 r.

Dlatego też w profilaktyce chorób tego układu niezwykle ważny jest **zdrowy styl życia**.

Co „lubi” układ krążenia?

Aby nasz układ krążenia funkcjonował prawidłowo, powinniśmy przede wszystkim pamiętać o systematycznej aktywności fizycznej i odpowiedniej diecie.



Systematyczna aktywność fizyczna:

- wzmacnia mięsień sercowy i zwiększa jego wydolność (serce pracuje efektywniej),
- zwiększa przepływ krwi w naczyniach i poprawia elastyczność ich ścian, co zapobiega zakrzepom,
- obniża ciśnienie tętnicze i tętno spoczynkowe.



Odpowiednia dieta:

- dostarcza wszystkich potrzebnych składników: związków mineralnych, witamin i nienasyconych kwasów tłuszczowych,
- ogranicza spożywanie nasyconych tłuszczów, wysokokalorycznych cukrów, szkodliwych dodatków chemicznych oraz soli.

Metody diagnostyczne chorób układu krążenia

Do najważniejszych metod diagnostycznych chorób układu krążenia należą badania krwi, badanie EKG oraz pomiar ciśnienia tętniczego krwi.

Badania krwi

Badania krwi dostarczają wielu informacji na temat funkcjonowania zarówno układu krążenia, jak i innych układów oraz narządów. Dzięki badaniom krwi można m.in.:

- zdiagnozować choroby układu krążenia, np. anemię czy białaczkę,
- wykryć niedobór lub nadmiar witamin i soli mineralnych,
- kontrolować funkcjonowanie wielu narządów, np. tarczycy lub nerek,
- ocenić skuteczność leczenia różnych chorób – jest to ważne zwłaszcza w przewlekłych schorzeniach,
- wykryć infekcję lub stan zapalny,
- zdiagnozować wiele chorób genetycznych i nowotworowych.

Jak odczytać wyniki morfologii krwi i lipidogramu?

Najczęściej wykonywanymi badaniami krwi są:

- morfologia krwi, czyli ocena jakościowa i ilościowa elementów morfotycznych krwi,
- lipidogram, czyli ocena poziomu cholesterolu i innych lipidów w organizmie.

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 krzepiwością 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: 18-01-2025 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—180,00
HDL do chol. całkow.	26	%	

Prawidłową wartość poszczególnych wskaźników podaje się obok wyników badań.

EKG (elektrokardiografia)

Elektrokardiografia to badanie, które rejestruje aktywność elektryczną serca. Aby je wykonać, na klatce piersiowej i kończynach pacjenta umieszcza się elektrody, które zbierają informacje o zmianach potencjałów elektrycznych w sercu (czyli o jego pracy) w postaci wykresu. Dzięki badaniu EKG można:

- ocenić ogólną pracę serca,
- wykryć zaburzenia pracy serca (arytmię) oraz zmiany chorobowe, np. zawał mięśnia sercowego lub przerost serca.



Badanie EKG.

Pomiar ciśnienia tętniczego krwi

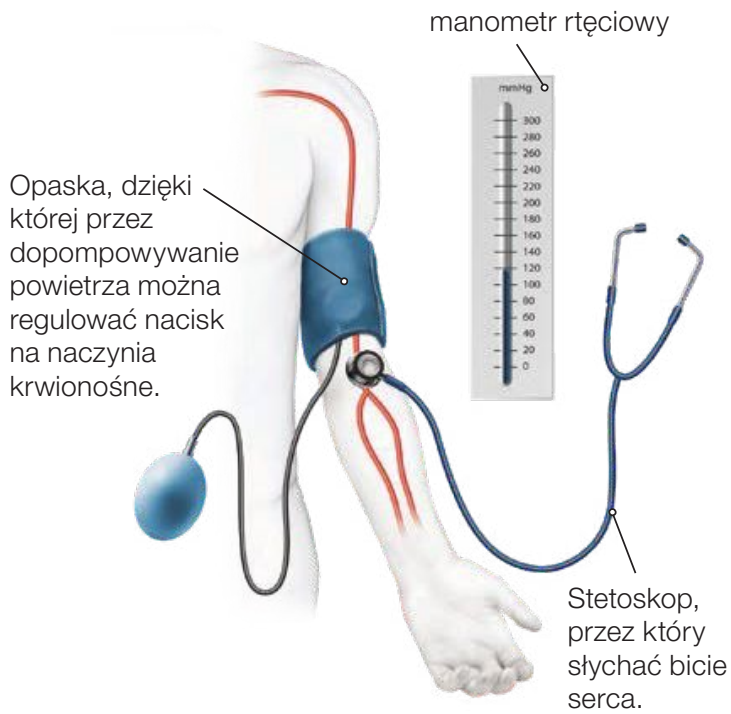
Optymalna wartość ciśnienia tętniczego krwi u dorosłego człowieka wynosi 120/80 mm Hg. Jeżeli wartość ta jest stale podwyższona, to mówimy o nadciśnieniu tętniczym. Nadciśnienie może doprowadzić do zagrożenia życia, np. wskutek niewydolności mięśnia sercowego lub nerek. Niebezpieczne jest również

niedociśnienie tętnicze, czyli zbyt niskie ciśnienie tętnicze krwi. Jego objawy to m.in. bóle i zawroty głowy, senność, osłabienie i trudności w koncentracji.

U niektórych osób występują skokowe zmiany ciśnienia tętniczego krwi (raz jest ono wysokie, a raz – niskie), co stwarza bardzo duże ryzyko udarów i innych powikłań.

Sposoby pomiaru ciśnienia tętniczego krwi

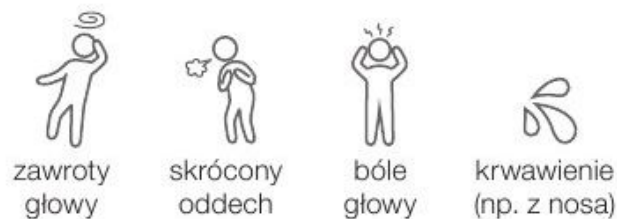
Klasyczny pomiar ciśnienia tętniczego krwi opiera się na metodzie osłuchowej. Wykorzystuje się do niego manometr rtęciowy, stetoskop i opaskę, dzięki której można regulować nacisk na tętnicę. Gdy ciśnienie jest zbyt wysokie – tętnice są zaciśnięte – nie słychać bicia serca. Gdy ciśnienie mieści się w zakresie między ciśnieniem skurczowym a ciśnieniem rozkurczowym – słychać bicia serca. Gdy ciśnienie jest zbyt niskie – tętnice są otwarte – nie słychać bicia serca. W domu do pomiaru ciśnienia można wykorzystywać ciśnieniomierze automatyczne.



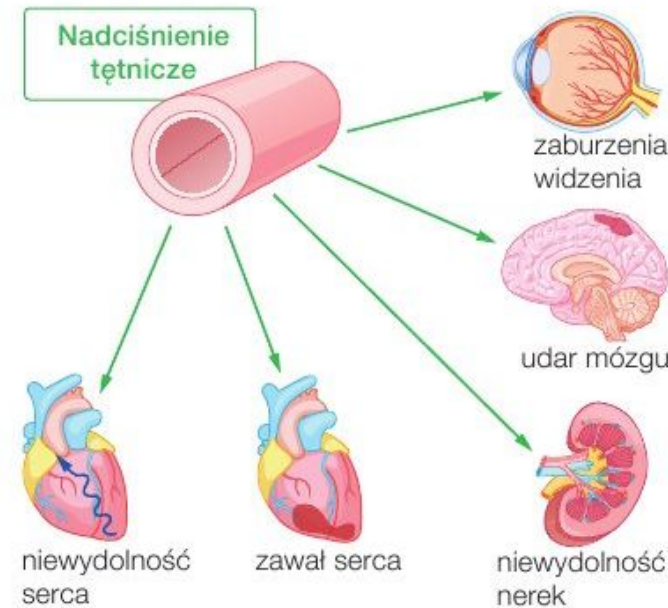
Nadciśnienie tętnicze

Nadciśnienie tętnicze występuje wtedy, gdy stale utrzymuje się zbyt wysokie ciśnienie tętnicze 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 tętniczego krwi, niepalenie papierosów i nienadużywanie alkoholu.
- **Objawy:**



Skutki nadciśnienia tętniczego



Diagnostyka:

– regularne pomiary ciśnienia tętniczego krwi.

Żylaki

Żylaki to widoczne przez skórę, podłużne, często powykręcane, wybrzuszone żyły. Najczęściej występują na podudziach, mogą też występować w odcieku, przełyku i żołądku.

- **Przyczyny:** utrudniony przepływ krwi w żyłach, prowadzący do wiotczenia ich ścian. Proces ten jest spowodowany najczęściej siedzącym trybem życia lub pracą na stojąco, nadwagą lub nadmiernym wysiłkiem fizycznym.
- **Profilaktyka:** niskokaloryczna dieta, częste spacerowanie, gimnastyka, unikanie gorących kąpielii i sauny.
- **Objawy:**



Prawidłowe żyły



Żylaki



Diagnostyka:

– USG dopplerowskie naczyń krwionośnych,
– angiografia, czyli prześwietlenie rentgenowskie z użyciem wprowadzonego do żył kontrastu.

Miażdżycy

Miażdżycy jest jedną z najczęstszych, przewlekłych chorób układu krążenia. Jej stopniowy rozwój prowadzi do niedokrwienia różnych narządów.

- **Przyczyny:** uszkodzenie śródbłonna 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:

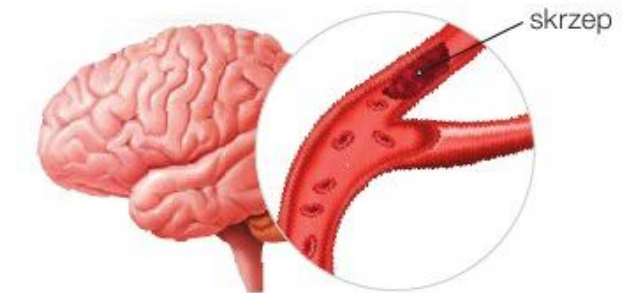
– badania krwi (lipidogram),
– USG dopplerowskie naczyń krwionośnych,
– angiografia.

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 niedokrwieny.



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 niedokrwieny powstaje wtedy, gdy dochodzi do niedrożności tętnicy w mózgu, wynikającej np. z obecności skrzepu. Powoduje to niedotlenienie części mózgu.

- **Przyczyny:** złożone. Na występowanie udaru mają wpływ inne choroby (np. miażdżycy, choroby serca, cukrzyca czy nadciśnienie tętnicze) oraz nadużywanie alkoholu i palenie papierosów.
- **Profilaktyka:** zdrowy styl życia: stała aktywność fizyczna, ograniczenie używek.
- **Objawy:**

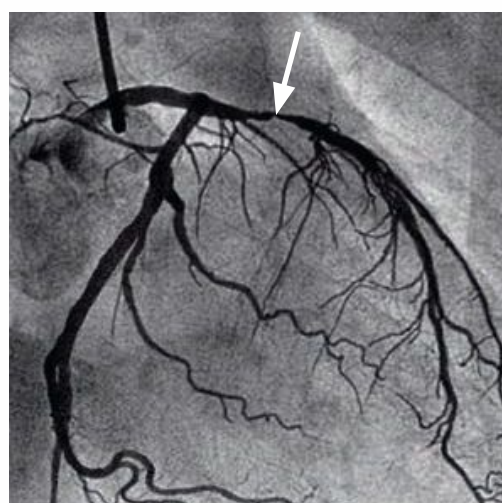


Diagnostyka:

– rezonans magnetyczny,
– tomografia komputerowa,
– angiografia tętnic mózgowych.

Choroba wieńcowa i zawał serca

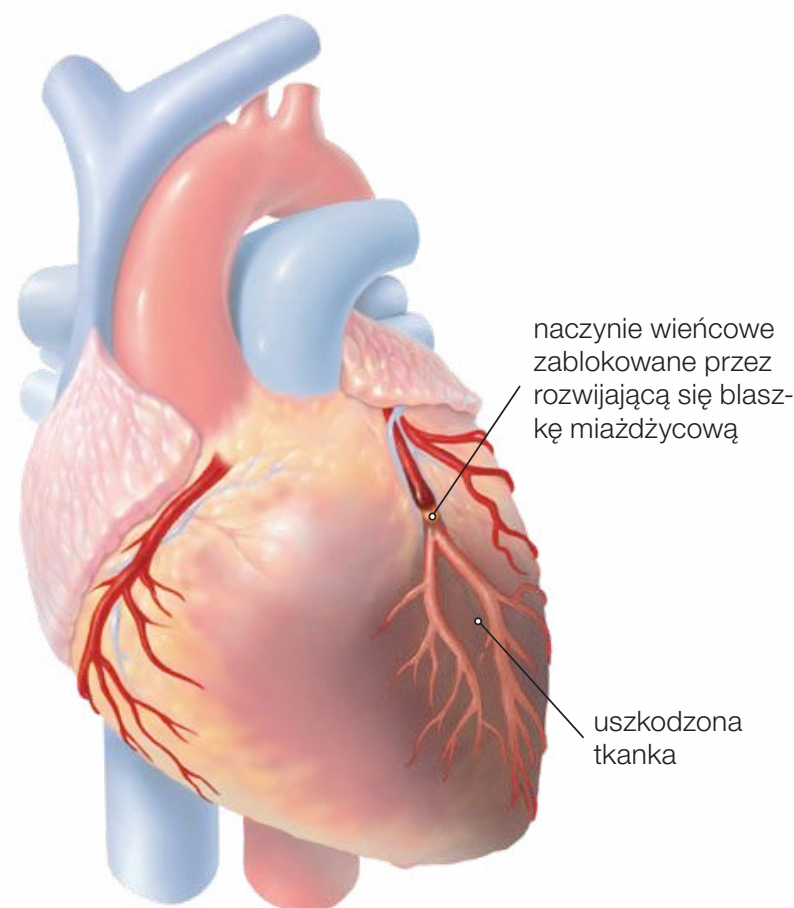
Choroba wieńcowa, nazywana również chorobą niedokrwinną serca, polega na niedostatecznym ukrwieniu serca w wyniku zwężenia naczyń wieńcowych. Najczęściej ma ona podłoże miażdżycowe. Błazka miażdżycowa, która rozwija się w naczyniach wieńcowych, stopniowo tamuje przepływ krwi transportującej tlen i substancje 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:**



ból
w klatce
piersiowej



skrócony
oddech



nudności
lub
wymioty



zmęczenie



zimne
poty



uczucie
podobne
do zgagi



zawroty
głowy



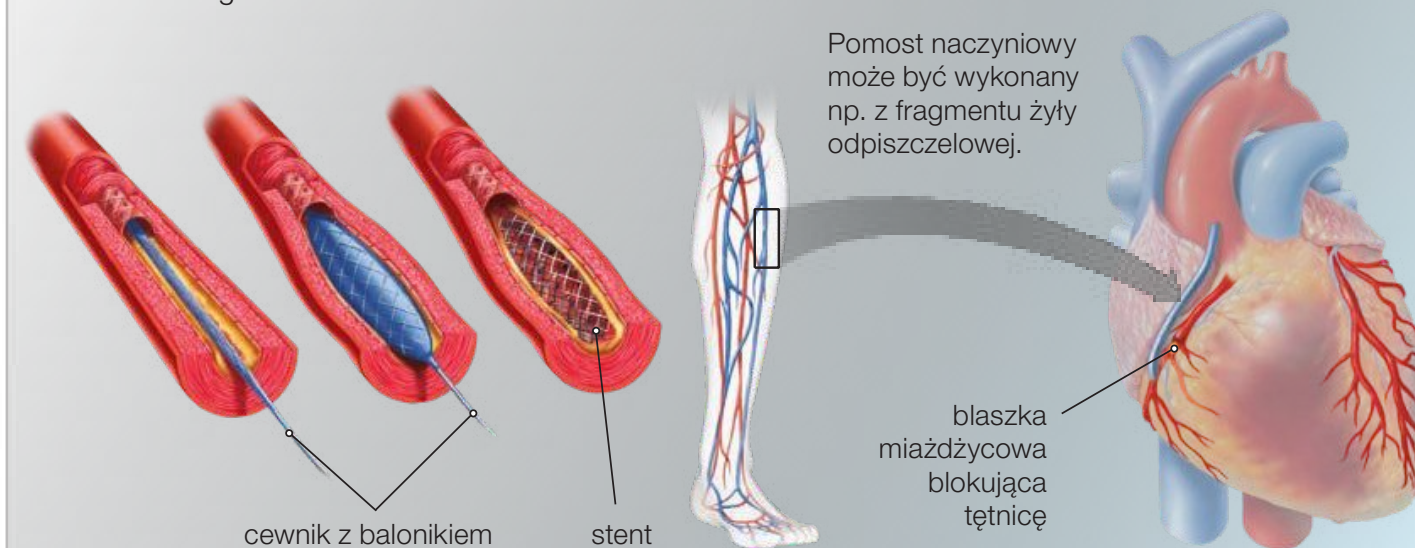
uczucie
mrowienia
np. w plecach,
szyi lub żuchwie

Pomost lub sprężynka

Blżej życia

U osób z zaawansowaną chorobą wieńcową przeprowadza się zabiegi chirurgiczne, które spowalniają jej dalszy rozwój. Najczęściej zabiegi te polegają na:

- rozszerzeniu zwężonych naczyń za pomocą specjalnego balonika. Cewnik z balonikiem rozszerza naczynie krwionośne w wybranym miejscu, dzięki czemu można założyć stent – małą sprężynkę, która wzmacnia ściany naczynia. Zabieg ten nazywamy angioplastyką;
- wszczepieniu specjalnego pomostu naczyniowego, tzw. by-passu [wym. bajpasu], który omija uszkodzone naczynia. Pomost naczyniowy wykonuje się z fragmentu innego naczynia krwionośnego.



W skrócie

- W **profilaktyce chorób układu krążenia** duże znaczenie ma zdrowy styl życia, czyli:
 - odpowiednia dieta,
 - aktywność fizyczna,
 - niepalenie papierosów,
 - unikanie stresu i picia alkoholu.
- Do podstawowych metod stosowanych w **diagnostyce chorób układu krążenia** należą:
 - morfologia krwi (badanie składu jakościowego i ilościowego elementów morfotycznych krwi),
 - badanie EKG (elektrokardiografia),
 - pomiar ciśnienia tętniczego krwi.
- Częstościami **chorobami układu krążenia** są: nadciśnienie tętnicze, żylaki, miażdżyca, choroba wieńcowa (prowadząca do zawału serca) i udar mózgu.

Polecenia kontrolne

1. Uzasadnij słuszność stwierdzenia: „Niezdrowy styl życia wpływa na rozwój nadciśnienia tętniczego i miażdżycy”.
2. Wyjaśnij, w jaki sposób miażdżyca może przyczyniać się do powstania innych chorób układu krążenia: nadciśnienia tętniczego, choroby niedokrwiennej serca, udaru mózgu.
3. Podaj, jakie metody należy zastosować w diagnostyce: **a)** nadciśnienia tętniczego, **b)** anemii, **c)** miażdżycy.

Podsumowanie



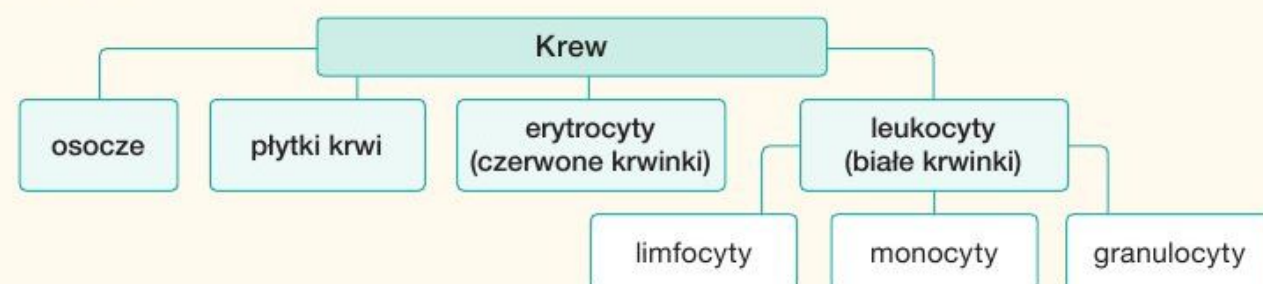
1 Budowa układu krążenia



2 Funkcje układu krążenia

Funkcje	Opis
Funkcja transportowa	- Krew transportuje tlen z płuc i składniki pokarmowe z układu pokarmowego do wszystkich komórek ciała. - Układ krwionośny dostarcza produkty metabolizmu (np. dwutlenek węgla i mocznik) z komórek do narządów, które wydają te produkty (np. do płuc lub nerek). - Krew dostarcza hormony z gruczołów dokrewnych do komórek docelowych.
Funkcja obronna – zwalczanie infekcji	Krew dostarcza do odpowiednich miejsc substancje i komórki odpowiedzialne za zwalczanie infekcji (np. przeciwciała i leukocyty).
Zapewnienie homeostazy	- Układ krwionośny stabilizuje parametry fizjologiczne, takie jak pH, poziom uwodnienia organizmu i temperatura ciała. - Krew zawiera składniki, które umożliwiają naprawianie uszkodzonych naczyń krwionośnych. Dzięki temu organizm nie traci krwi.

3 Skład krwi



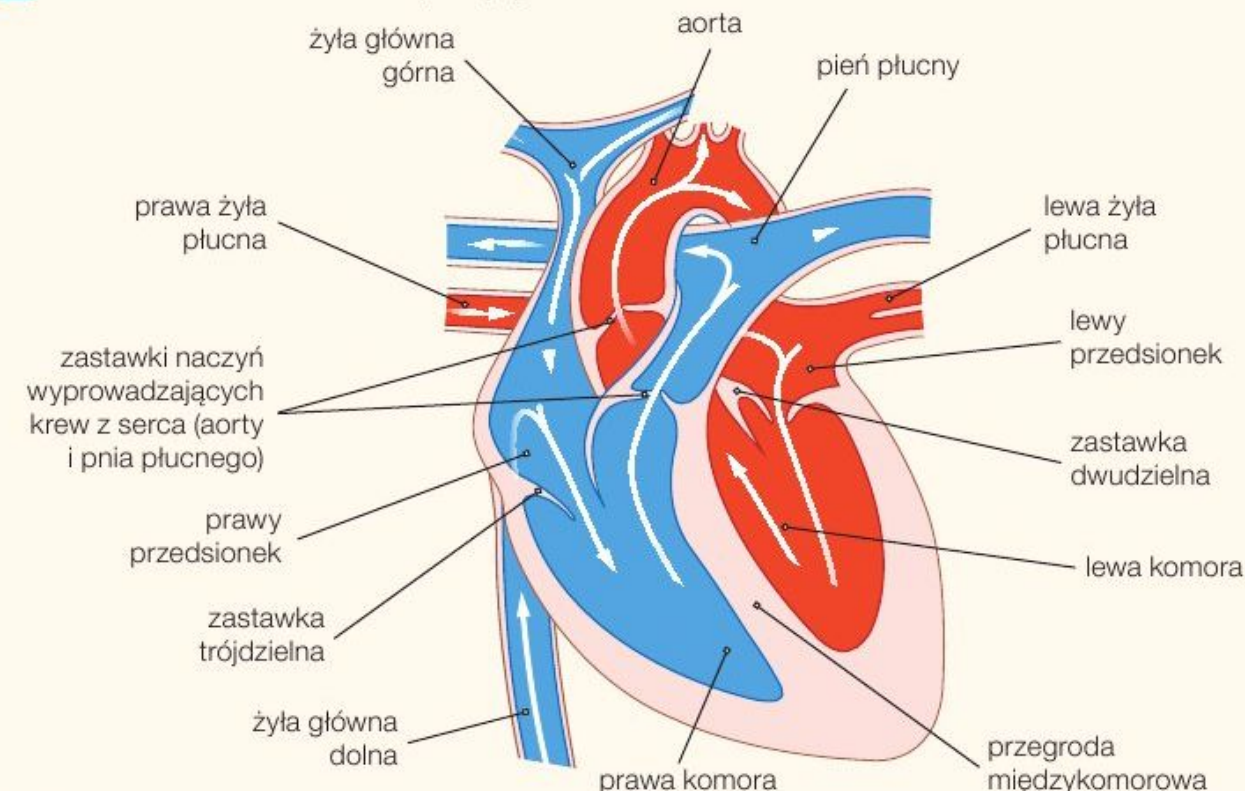
4 Budowa układu krwionośnego



5 Porównanie budowy i funkcji naczyń krwionośnych

Cecha	Tętnice	Naczynia włosowate	Żyły
Obecność zastawek	Nie mają zastawek.	Nie mają zastawek.	Mają zastawki.
Struktura ścian naczyń krwionośnych	Mają elastyczne ściany oraz grubą warstwę mięśni gładkich.	Mają ściany zbudowane tylko z cienkiej warstwy nabłonka.	Mają wiotkie ściany oraz cienką warstwę mięśni gładkich.
Funkcje	Transportują krew z serca do tkanek.	Umożliwiają wymianę substancji pomiędzy krwią a tkankami.	Transportują krew z tkanek do serca.

6 Budowa serca i kierunek przepływu krwi



7 Za automatyzm pracy serca odpowiada układ bodźcoprzewodzący serca, który inicjuje skurcze. Układ ten składa się z:

- węzła zatokowo-przedsionkowego**, który inicjuje pracę serca przez pobudzenie komórek mięśniowych przedsionków serca do skurczu,
- węzła przedsionkowo-komorowego**, przekazującego pobudzenie do pęczka przedsionkowo-komorowego,
- pęczka przedsionkowo-komorowego**, 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:

- chroni organizm przed drobnoustrojami chorobotwórczymi,
- reguluje poziom płynów ustrojowych w organizmie,
- transportuje tłuszcze do układu krwionośnego.

10 Funkcje narządów układu limfatycznego

Narząd układu limfatycznego	Funkcje
Szpik kostny czerwony	• Odpowiada za wytwarzanie wszystkich elementów morfotycznych krwi (erytrocytów, leukocytów i płytek krwi).
Grasica	• Odgrywa ważną rolę w kształtowaniu odporności – wydziela hormony regulujące dojrzewanie i namnażanie się limfocytów.
Śledziona	• Gromadzi krew i uwalnia ją, gdy organizm tego potrzebuje. • Niszczy zużyte leukocyty i starzejące się lub uszkodzone erytrocyty oraz płytki krwi.
Węzły chłonne	• Filtrują limfę, dzięki czemu zatrzymują znajdujące się w niej drobnoustroje chorobotwórcze. • Są miejscem namnażania się limfocytów.
Grudki limfatyczne	• Zwalczają drobnoustroje chorobotwórcze dzięki obecności znacznej liczby leukocytów.
Migdałki podniebienne	• Tworzą wokół gardła pierścień, który chroni organizm przed infekcjami układu oddechowego.

11 Metody diagnostyczne chorób układu krążenia

Metoda diagnostyczna	Opis
Morfologia krwi	• Umożliwia ilościową i jakościową ocenę elementów morfotycznych krwi (krwinek).
EKG (elektrokardiografia)	• Pozwala ocenić pracę serca.
Pomiar ciśnienia tętniczego krwi	• Pozwala wykryć nadciśnienie tętnicze lub niedociśnienie tętnicze.

12 Choroby układu krążenia

Choroby	Przyczyny
Nadciśnienie tętnicze	• Zbyt szybkie pompowanie krwi do naczyń krwionośnych. • Zwężenie i mała elastyczność naczyń krwionośnych wywołane np. miażdżycą.
Żylaki	• Utrudniony przepływ krwi w żyłach, prowadzący do wiotczenia ich ścian. • Siedzący tryb życia, praca na stojąco, nadwaga, nadmierny wysiłek fizyczny.
Miażdżyc	• Uszkodzenie śródbłonna naczyń krwionośnych i osadzanie się w tym miejscu złogów cholesterolu zwężających światło naczyń krwionośnych.
Udar mózgu	• Przyczyny złożone, m.in. inne choroby, np. miażdżyc, choroby serca, cukrzyca, nadciśnienie tętnicze.
Choroba wieńcowa i zawał serca	• Niedostateczne ukrwienie serca w wyniku zwężenia naczyń wieńcowych o podłożu miażdżycowym.

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. | 1. Nie mają jądra komórkowego, biorą udział w krzepnięciu krwi. |
| B. Monocyty. | 2. Nie mają jądra komórkowego i mitochondriów, są wypełnione hemoglobina. |
| C. Erytrocyty. | 3. Mają ziarnistości w komórce. Fagocytyją drobnoustroje, wydzielają substancje bakteriobójcze. |
| D. Granulocyty. | 4. Mają jądro komórkowe. Nie mają właściwości żernych, uczestniczą głównie w reakcjach odpornościowych i niszczą komórki nowotworowe. |
| | 5. Mogą się przemieszczać pomiędzy tkankami. Przekształcają się w makrofagi. |

2 Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

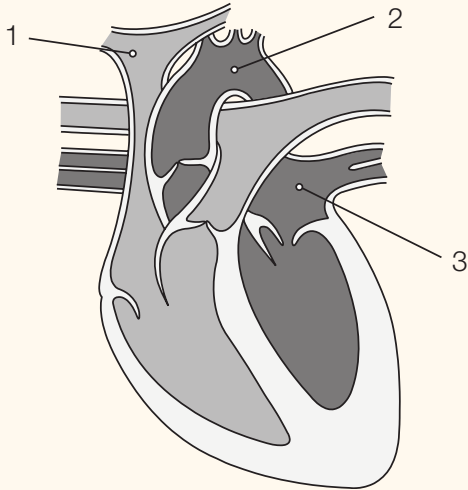
(3 p.)

1.	Żyły transportują krew z tkanek do serca.	P	F
2.	Tętnice płucne transportują krew utlenowaną.	P	F
3.	Serce człowieka składa się z dwóch przedsionków i jednej komory.	P	F

3 Na ilustracji przedstawiono schematycznie budowę 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.



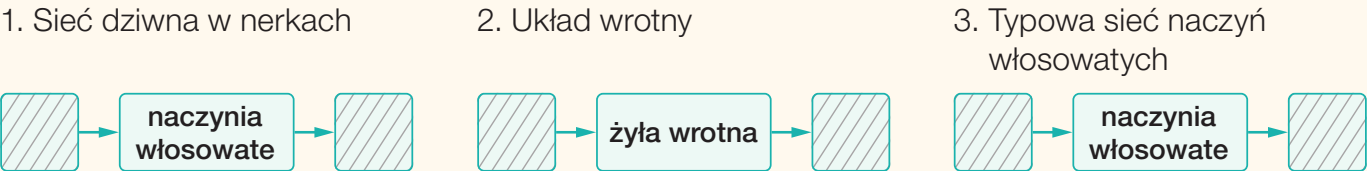
4 Skonstruuj w zeszycie tabelę, w której porównasz budowę i funkcje tętnic, naczyń włosowatych oraz żył.

(1 p.)

5 Przerysuj schematy do zeszytu, a następnie uzupełnij je właściwymi pojęciami podanymi poniżej. Uwaga: Pojęcia mogą się powtarzać.

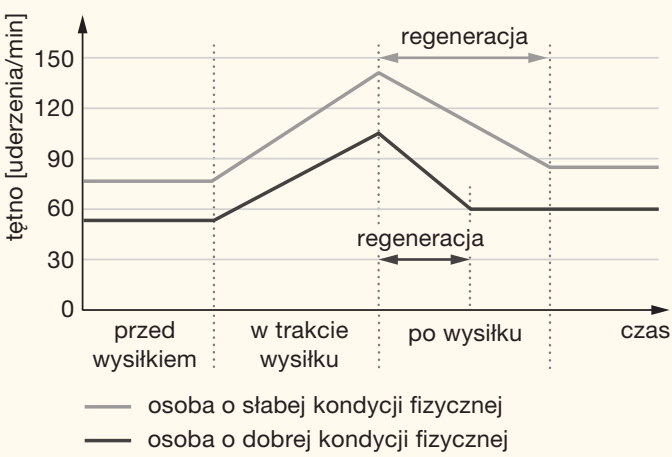
(3 p.)

żyły, tętnice, naczynia włosowate



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 podczas spoczynku, wysiłku fizycznego i po jego zakończeniu u osób będących w słabej i dobrej kondycji fizycznej. (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. Zanika po okresie dojrzewania.
- C. Są miejscem namnażania się limfocytów, 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, żylaki

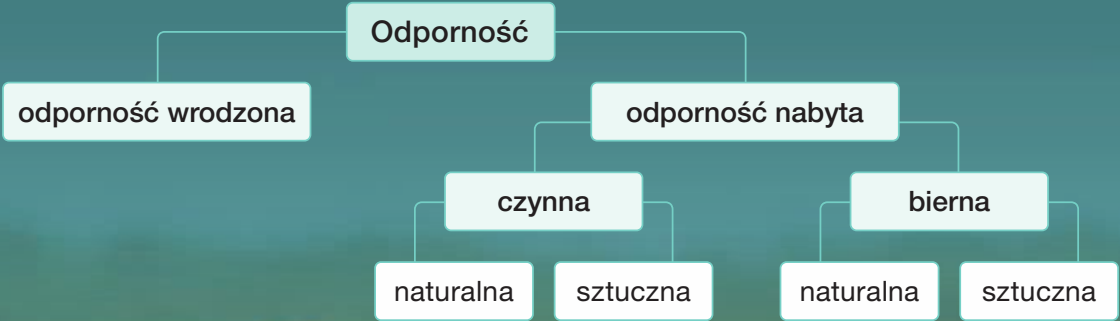
Choroba	Objawy	Metody diagnostyczne
?	Uczucie ciężkich kończyn, zaburzenie widzenia i mowy, asymetria twarzy.	?
?	Pajęczyny żył, uczucie ciężkich nóg, palące bóle nóg, skurcze mięśni.	?
?	Ból w klatce piersiowej, nudności, wymioty, uczucie zgagi, zawroty głowy, skrócony oddech, uczucie mrowienia w plecach, szyi lub zuchwie.	?

7. Odporność organizmu



Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

- ▶ Główne elementy układu odpornościowego:
- śledziona,
 - grasica,
 - węzły chłonne,
 - krwinki białe (makrofagi, limfocyty T, limfocyty B).
- ▶ Rodzaje odporności organizmu:



7.1. Budowa układu odpornościowego. Rodzaje odporności

Ważne na tej lekcji!

- funkcje i budowa układu odpornościowego
- odporność wrodzona (nieswoista) i odporność nabyta (swoista)
- odporność nabyta komórkowa i humoralna
- czynny i bierny sposób nabywania odporności swoistej

Organizmy toczą nieustanną walkę z atakującymi je czynnikami chorobotwórczymi. W efekcie w toku ewolucji wykształciły się u nich mechanizmy obronne. Część z tych mechanizmów chroni organizmy od urodzenia, a część rozwija się w ciągu życia. Narządy i komórki zaangażowane w tę obronę tworzą układ odpornościowy (immunologiczny).

■ Funkcje układu odpornościowego

Podstawowe funkcje układu odpornościowego to:

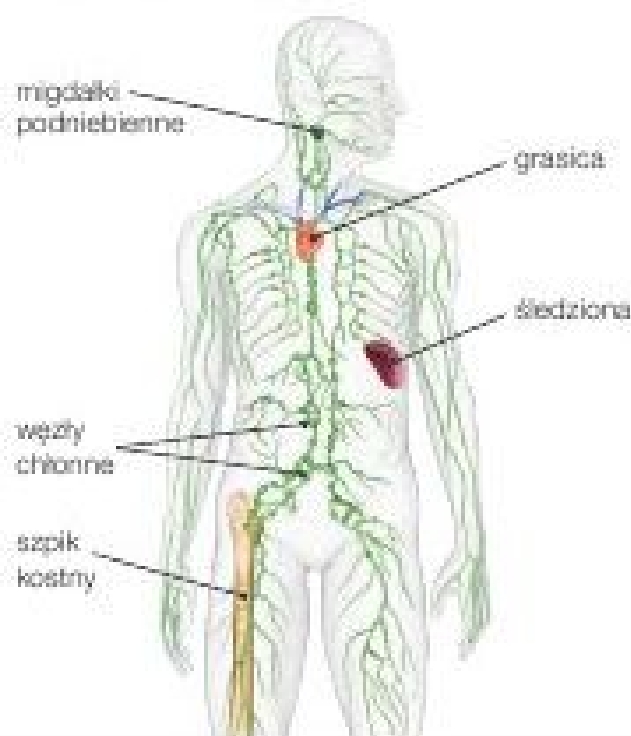
- odróżnianie komórek i cząsteczek własnych organizmu od komórek i cząsteczek obcych,
- zwalczanie infekcji,
- usuwanie nieprawidłowych komórek, np. komórek nowotworowych.

Narządy i komórki układu odpornościowego

Układ odpornościowy tworzą **narządy układu limfatycznego** oraz **komórki układu odpornościowego**.

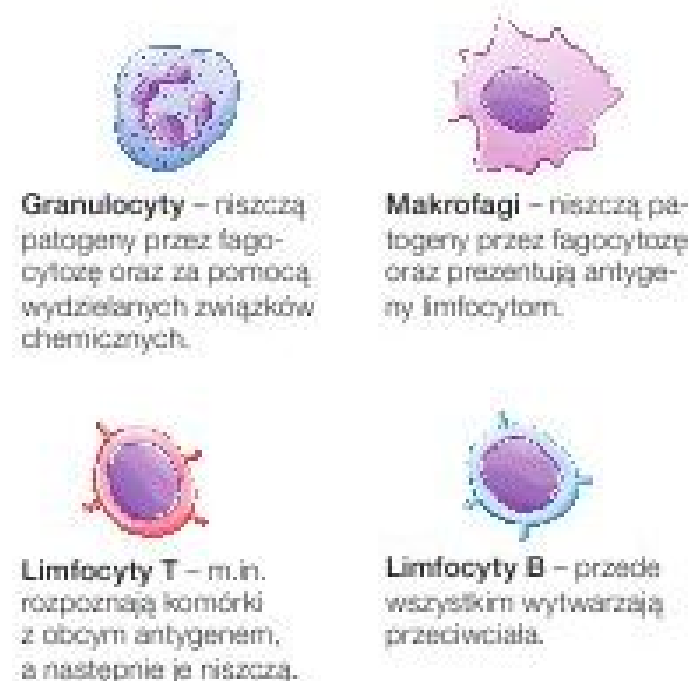
■ Narządy

Narządy układu limfatycznego (→ s. 143) odpowiadają za powstawanie komórek odpornościowych oraz za ich różnicowanie.



■ Komórki

Do komórek układu odpornościowego zaliczamy m.in. granulocyty, makrofagi oraz limfocyty T i B. Krążą one po organizmie wraz z krwią i limfą.



■ Czym jest odporność organizmu?

Odporność to zdolność organizmu do obrony przed czynnikami chorobotwórczymi. 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**.

Po wnikięciu patogenu do komórek w organizmie zaczynają się różne reakcje odpornościowe. Jest to tzw. **odpowiedź immunologiczna**.

■ Antygeny – sposób na rozpoznanie wroga

Antygeny to cząsteczki chemiczne, które mogą się łączyć z przeciwciałami i wywoływać reakcje odpornościowe. Najczęściej są to cząsteczki białka lub cukru.

U bakterii antygeny występują np. w ścianie komórkowej, a u wirusów – w osłonkach. Układ odpornościowy potrafi rozpoznać obcy antygen i dzięki temu uruchomić reakcje, które pozwolą zwalczyć patogen.

■ Rodzaje odporności

Wyróżniamy dwa rodzaje odporności: odporność wrodzoną (nieswoistą) i odporność nabytą (swoistą).

Odporność wrodzona (nieswoista)

Odporność wrodzona stanowi pierwszą linię obrony organizmu przed czynnikami chorobotwórczymi. Zaliczamy do niej **bariery obronne** zapobiegające wnikięciu patogenu do organizmu oraz **obronę komórkową i chemiczną**, która jest uruchamiana, gdy bariery obronne zawiodą.

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 limfocyty B.

Wyróżniamy dwa rodzaje odporności nabytej:

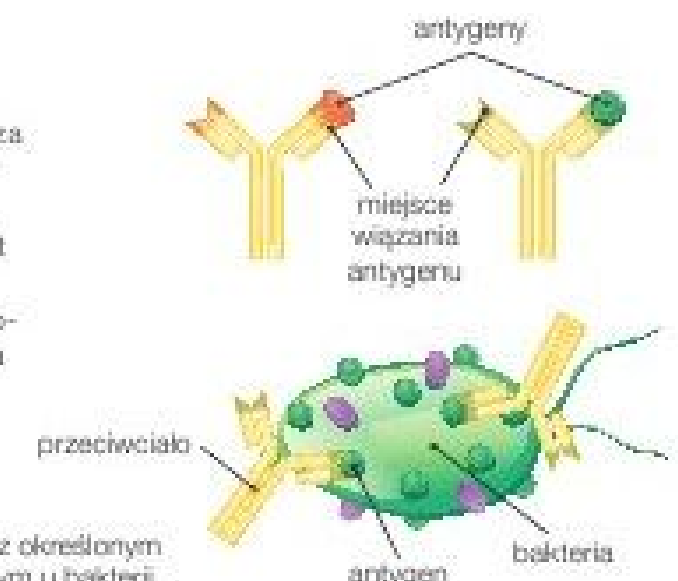
- odporność nabytą komórkową,
- odporność nabytą humoralną.

Czym są przeciwciała?

Przeciwciała (immunoglobuliny – Ig) to białka produkowane przez aktywowane limfocyty B. Przeciwciała wiążą się z antygenami i wskazują je komórkom układu odpornościowego.

■ Swoistość przeciwciał

Mówimy, że **przeciwciała są swoiste**. Oznacza to, że jeden rodzaj przeciwciał wiąże się z jednym rodzajem antygenów. Cecha ta wynika z budowy przeciwciał. Mają one zwykle kształt litery Y, przy czym końcówki ich ramion są zakończone sekwencją aminokwasów dopasowaną do konkretnego antygeny. Sekwencja ta stanowi miejsce wiązania antygeny.



Każde przeciwciało wiąże się z określonym antygenem, np. występującym u bakterii.

ODPOWIEDŹ IMMUNOLOGICZNA

Codziennie jesteśmy narażeni na ataki różnorodnych patogenów. Nasz organizm broni się przed nimi za pomocą odpowiedzi immunologicznej. Pierwszą i drugą linię obrony stanowią mechanizmy odporności wrodzonej. Gdy one zawiodą, uruchamia się trzecia linia obrony – mechanizmy odporności nabytej.

Rodzaje odporności

odporność wrodzona (nieswoista)

- Należą do niej bariery obronne oraz obrona komórkowa i chemiczna (I i II linia obrony).
- Działa od momentu narodzin.
- Nie jest skierowana przeciwko określonym antygenom.
- Uruchamia się w ciągu kilku minut.

odporność nabyta (swoista)

- Ma na celu rozpoznanie i zlikwidowanie patogenu (III linia obrony).
- Kształtuje się w ciągu życia.
- Jest skierowana przeciwko określonym antygenom.
- Uruchamia się po kilku dniach.

■ Pierwsza linia obrony

Pierwsza linia obrony uniemożliwia intruzom, czyli patogenom, dostanie się do wnętrza organizmu.

Elementy pierwszej linii obrony:

-  **Skóra** dzięki zwartej strukturze stanowi barierę mechaniczną. Pot i łój utrudniają rozwój mikroorganizmów.
-  **Odruchy obronne:** kaszel, kichanie, wymioty i łzawienie ułatwiają usuwanie patogenów z organizmu.
-  **Bakterie symbiotyczne** żyjące np. w przewodzie pokarmowym wytwarzają substancje bakteriobójcze i grzybobójcze.

 **Łzy i ślina** zawierają lizozym – białko o działaniu bakteriobójczym.

 **Rzęski i śluz** obecne np. w drogach oddechowych zatrzymują i usuwają patogeny.

 **Niskie pH soku żołądkowego** jest zabójcze dla większości bakterii.

Przebieg odpowiedzi immunologicznej (1–8)

1. Bakterie dostają się do organizmu np. przez uszkodzoną skórę lub błonę śluzową.

bakterie

nabłonek jamy nosowej

■ Druga linia obrony

Drugą linię obrony stanowią cząsteczki i komórki (np. makrofagi) nieswoicie niszczące te patogeny, które zdołały pokonać pierwszą linię.

2. Makrofag fagocytuje (pochłania) bakterię.
3. Enzymy lizosomów trawią bakterię.
4. Makrofag usuwa niestrawione resztki bakterii na drodze egzocytozy.
5. Antygeny bakteryjne otrzymane w wyniku trawienia są umieszczane na powierzchni makrofaga.

makrofag

antygen

6. Makrofag prezentuje antygen limfocytowi T.

limfocyt T

■ Trzecia linia obrony

Trzecią linię obrony tworzą limfocyty B i limfocyty T, które rozpoznają i swoicie likwidują patogeny.

7. Dzięki limfocytowi T następuje aktywacja limfocyta B. Aktywowany limfocyt B wytwarza przeciwciała.

limfocyt B

8. Przeciwciała wiążą się z antygenami na powierzchni bakterii. Dzięki temu są one łatwiej rozpoznawane przez komórki układu odpornościowego.

przeciwciało

antygen

odporność wrodzona (nieswoista)

odporność nabyta (swoista)

bariery obronne

obrona komórkowa i chemiczna

rozpoznanie i zlikwidowanie patogenu

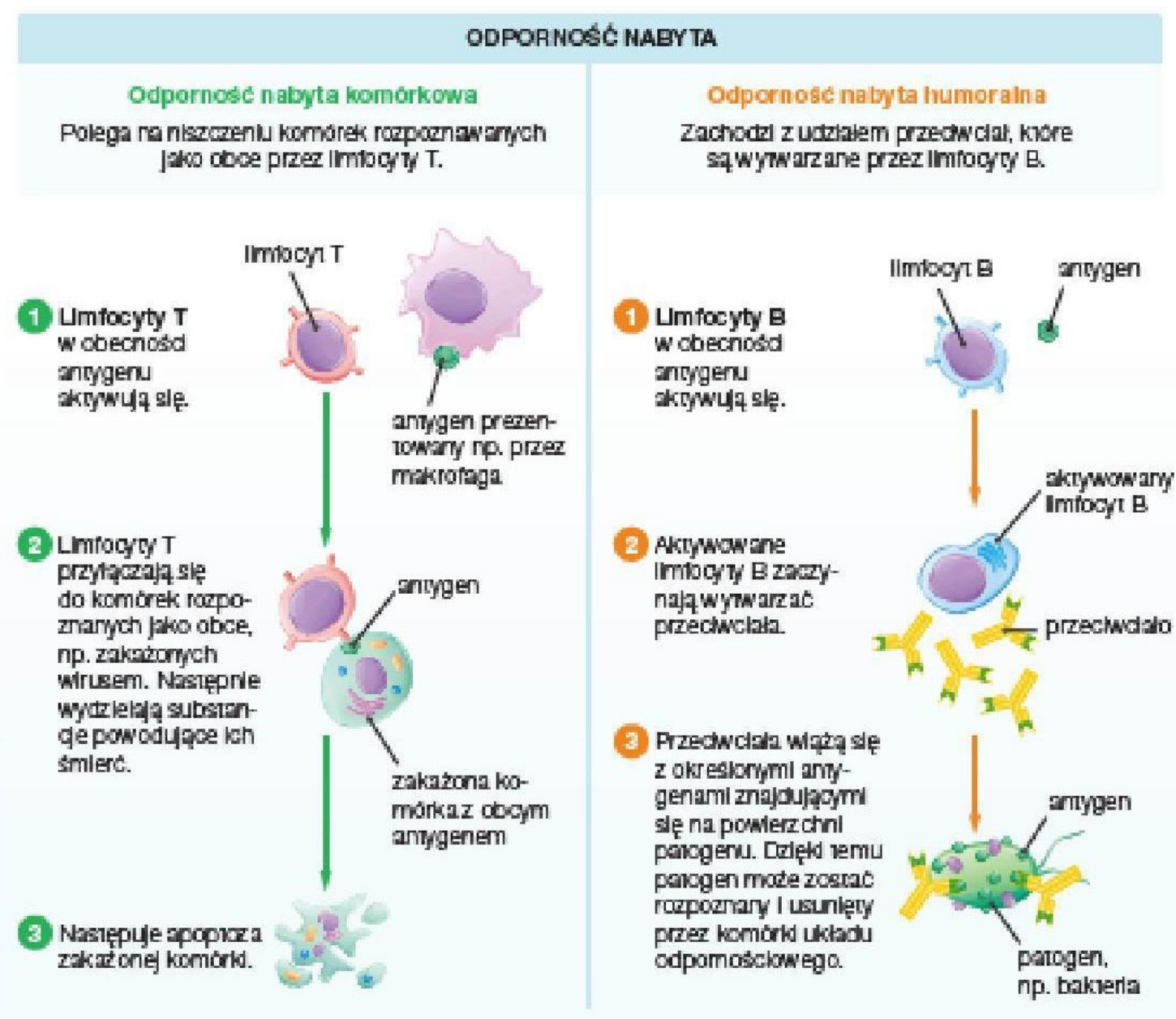
Współpraca odporności wrodzonej z odpornością nabytą

Gdy do organizmu dostają się patogeny, najpierw uruchamiają się mechanizmy odporności wrodzonej, np. makrofagi walczą z bakteriami i niszczą je przez fagocytozę.

Następnie makrofagi prezentują antygeny bakterii komórkom odpowiedzialnym za odporność nabytą, czyli limfocytom T i limfocytom B. Z kolei związki wydzielane przez limfocyty pobudzają do działania komórki odpowiedzialne za odpowiedź wrodzoną.

Mechanizmy odporności nabytej – komórkowej i humoralnej

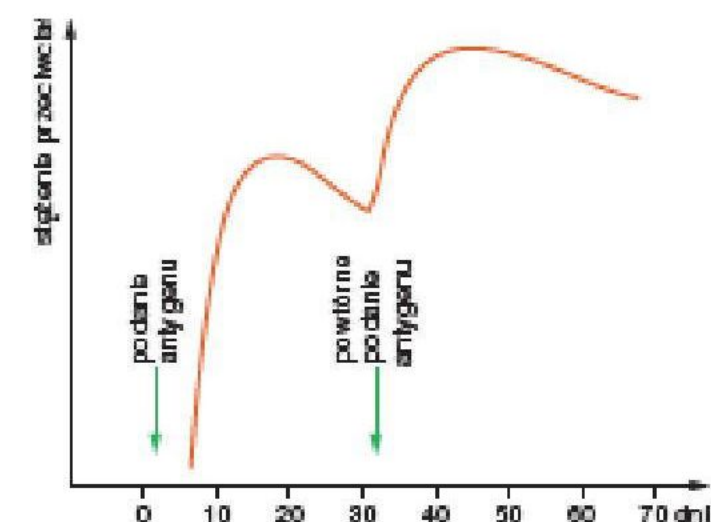
Odporność nabyta komórkowa i odporność nabyta humoralna działają przeciwko określonym antygenom. Po rozpoznaniu antygeny skierowane przeciwko niemu limfocyty T i limfocyty B namnażają się i stają się aktywne. Organizm wytwarza także tzw. komórki pamięci umożliwiające szybszą reakcję na ten antygen w przyszłości. Następnie patogeny z określonymi antygenami lub zakażone nimi komórki są usuwane z organizmu.



Pierwotna i wtórna odpowiedź immunologiczna

Mechanizmy odporności wrodzonej działają natychmiast, na wytworzenie odporności nabytej potrzeba więcej czasu. Po pierwszym kontakcie z antygenem, czyli w czasie tzw. pierwotnej odpowiedzi immunologicznej, stężenie przeciwciał jest największe ok. 3 tyg. od zetknięcia z antygenem. W przypadku kolejnego kontaktu z tym samym antygenem, czyli podczas wtórnej odpowiedzi immunologicznej, jest już znacznie więcej przeciwciał i dużo szybciej osiągają one maksymalne stężenie. Wynika to z występowania tzw. pamięci immunologicznej – w efekcie pierwotnej odpowiedzi immunologicznej powstały tzw. komórki

pamięci immunologicznej (limfocyty B pamięci, limfocyty T pamięci) oraz przeciwciała, które pozostały w organizmie.



Stężenie przeciwciał podczas pierwotnej i wtórnej odpowiedzi immunologicznej.

Jak organizm nabiera odporności swoistej?

Odporność swoista jest związana z działaniem przeciwciał. 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 łasceczkom tęcza czy jadom niektórych węży.



Przypomnij sobie

■ Szczepionka

Szczepionki to preparaty, które mogą zawierać:

- martwe lub osłabione patogeny,
- białka (antygeny lub ich fragmenty),
- informację genetyczną o produkcji antygeny (szczepionki mRNA).

Szczepionkę podaje się profilaktycznie, zanim do organizmu wnikną drobnoustroje chorobotwórcze. W ten sposób pobudza się limfocyty do produkcji odpowiednich przeciwciał, dzięki czemu organizm nabiera odporności. W przyszłości, kiedy rzeczywiście zaatakują go patogeny, białe krwinki będą mogły je rozpoznać i zwalczyć.



Niektóre obowiązkowe szczepienia, np. przeciwko odrze i różyczce, wykonuje się w dzieciństwie.

W skrócie

- Elementy układu odpornościowego:
 - narządy układu limfatycznego,
 - komórki biorące udział w reakcjach odpornościowych, m.in. granulocyty, makrofagi, limfocyty T i limfocyty B.
- **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.
- Sposoby nabywania odporności swoistej:
 - **sposób czynny** – organizm wytwarza przeciwciała na skutek kontaktu z antygenem,
 - **sposób bierny** – organizm otrzymuje przeciwciała wytworzone przez inny organizm.
- W mechanizmach **odporności nabytej komórkowej** uczestniczą limfocyty T.
- W mechanizmach **odporności nabytej humoralnej** uczestniczą przeciwciała wytwarzane przez aktywowane limfocyty B.

Polecenia kontrolne

1. Opisz funkcje dwóch wybranych narządów układu odpornościowego.
2. Porównaj odporność wrodzoną z odpornością nabytą.
3. Wyjaśnij, jaka jest różnica pomiędzy odpornością humoralną a odpornością komórkową.
4. Określ, którym sposobem nabierania odporności swoistej jest podanie szczepionki.

7.2. Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego

Ważne na tej lekcji!

- zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego
- zgodność tkankowa i jej znaczenie w transplantologii
- znaczenie immunosupresji

W niektórych przypadkach układ odpornościowy reaguje zbyt intensywnie lub odwrotnie – nie jest w stanie zapewnić organizmowi dostatecznej obrony. Na nieprawidłowe działanie układu odpornościowego wpływają czynniki zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne.

■ Osłabiona odpowiedź immunologiczna

Stan organizmu, w którym zdolność do odpowiedzi immunologicznej jest zmniejszona lub zniesiona, nazywamy **niedoborem odporności**. Osoby z niedoborem odporności często chorują na infekcje o ciężkim przebiegu oraz na choroby nowotworowe.

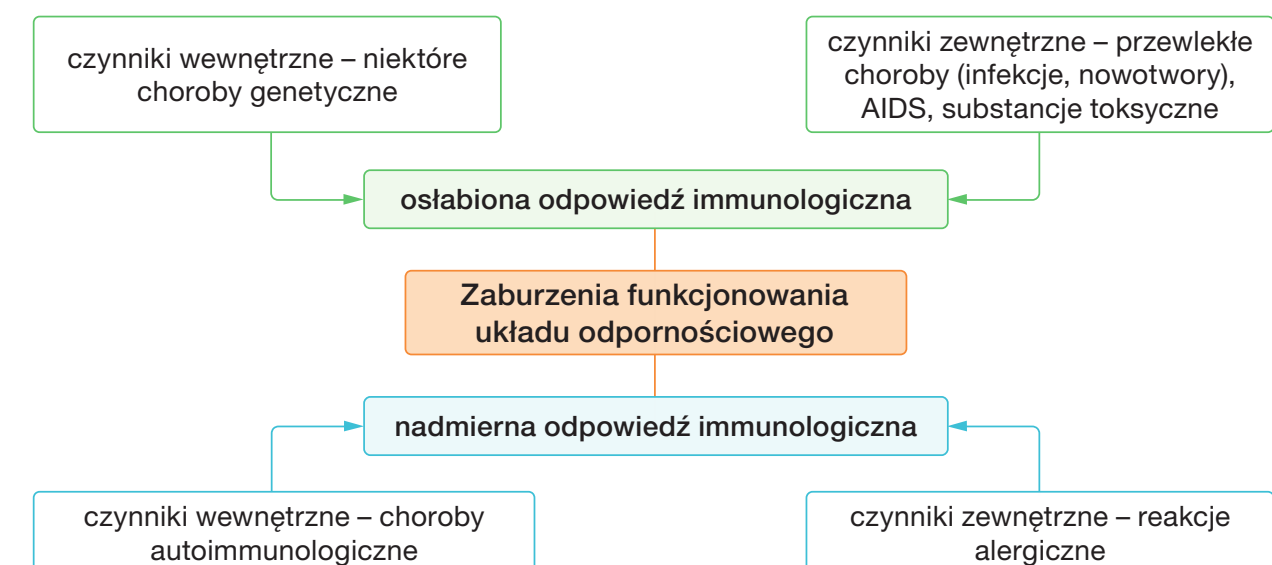
Czynniki, które mogą osłabiać układ odpornościowy, to m.in.:

- ▶ choroby genetyczne, takie jak ciężki zespół niedobór odporności (SCID),

- ▶ zakażenie HIV prowadzące do rozwoju AIDS,
- ▶ niewłaściwa dieta i mała aktywność fizyczna,
- ▶ długotrwały stres i zbyt mała ilość snu,
- ▶ palenie papierosów i nadużywanie alkoholu.

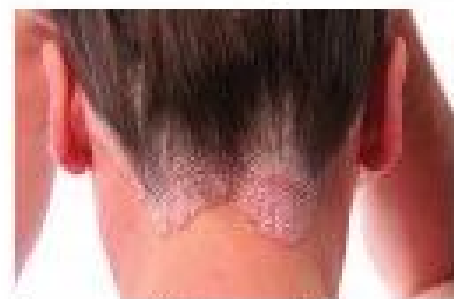
■ Nadmierna odpowiedź immunologiczna

Dla obrony organizmu duże znaczenie ma rozpoznanie zagrożenia. Układ odpornościowy czasami jednak źle identyfikuje czynniki zewnętrzne lub wewnętrzne i reaguje niewspółmiernie mocno w stosunku do zagrożenia. Powstaje wtedy **nadmierna odpowiedź immunologiczna**. Przykładami nadmiernej odpowiedzi immunologicznej są choroby autoimmunologiczne i reakcje alergiczne (→ s. 166).



Choroby autoimmunologiczne (autoimmunizacyjne)

Choroby autoimmunologiczne polegają na tym, że organizm uruchamia mechanizmy odporności przeciwko własnym komórkom. Przykładami takich chorób są łuszczyca, reumatoidalne zapalenie stawów i bielactwo.



Łuszczyca jest przewlekłą chorobą skórą. 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.

Przypomnij sobie

Zespół nabytego niedoboru odporności (AIDS)

• **Przyczyna:** zakażenie ludzkim wirusem niedoboru odporności (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 liczba 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:**



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 bledność.

• **Profilaktyka:** unikanie czynników powodujących reakcję alergiczną.



W przypadku wstrząsu anafilaktycznego podaje się adrenalinę i wzywa się pogotowie.

Przypomnij sobie

Grupy krwi A, B, AB, 0

Grupy krwi wyróżniamy na podstawie obecności lub braku na błonie erytrocytów specjalnych związków – antygenów (→ s. 159). 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

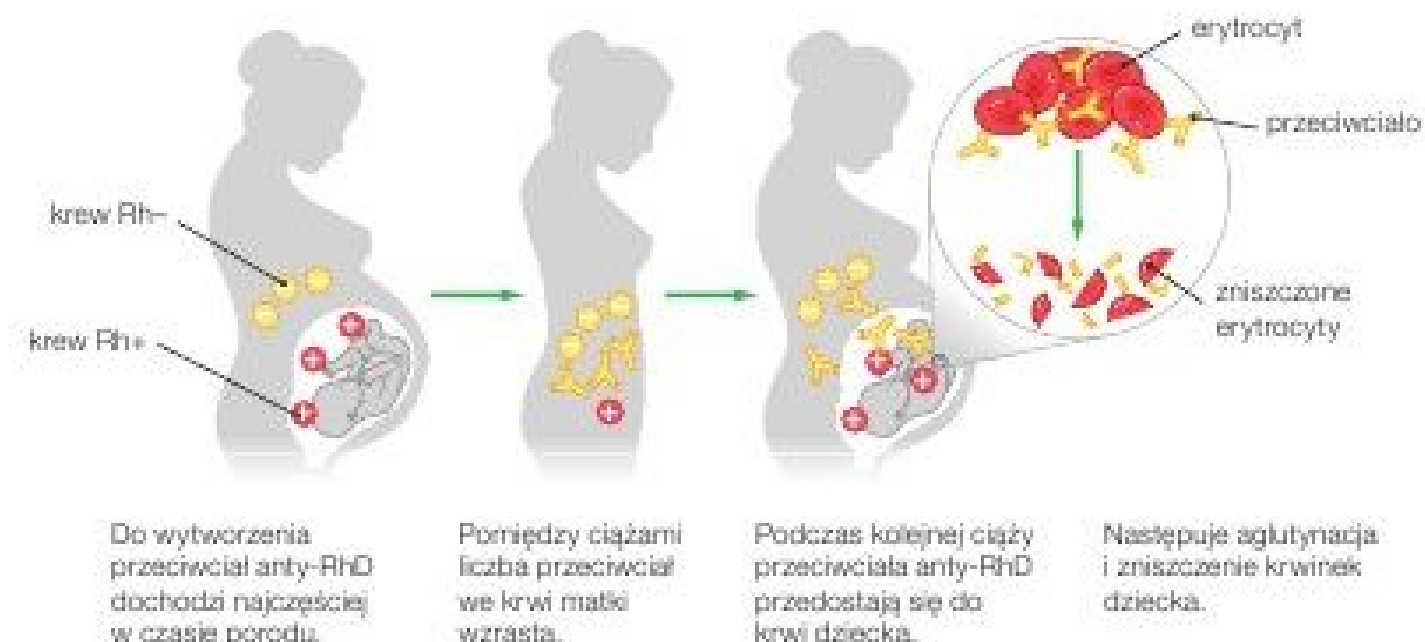
Grupa krwi	Antygen na powierzchni erytrocytu	Przeciwciała w osoczu
A	A	anty-B
B	B	anty-A
AB	A i B	brak
0	brak	anty-A, anty-B

Konflikt serologiczny w zakresie Rh

Konflikt serologiczny w zakresie Rh może wystąpić wtedy, 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 anti-RhD.

Podczas kolejnej ciąży wytworzone wcześniej przeciwciała mogą przechodzić przez łożysko do krwi dziecka, co spowoduje

aglutynację (zlepianie się) erytrocytów dziecka i zagrożi jego życiu. Dlatego w ramach profilaktyki kobiety w ciąży powinny wykonać badanie grupy krwi oraz badanie na obecność przeciwciał anti-RhD. Aby zapobiec skutkom konfliktu serologicznego, kobietom z grupą krwi Rh- między 28. a 30. tygodniem ciąży oraz w ciągu 72 godzin od porodu podaje się przeciwciała anti-RhD. Ma to zapobiec wytworzeniu przez kobietę własnych przeciwciał.



■ Przeszczepy

Przeszczepianie (transplantacja) narządu polega na pobraniu narządu z organizmu dawcy i przeniesieniu go do organizmu biorcy. Narząd może pochodzić od martwego dawcy (jest to konieczne np. w przypadku serca) lub od żywego dawcy. Od żywych dawców można pobrać szpik kostny, jedną nerkę czy fragment wątroby.

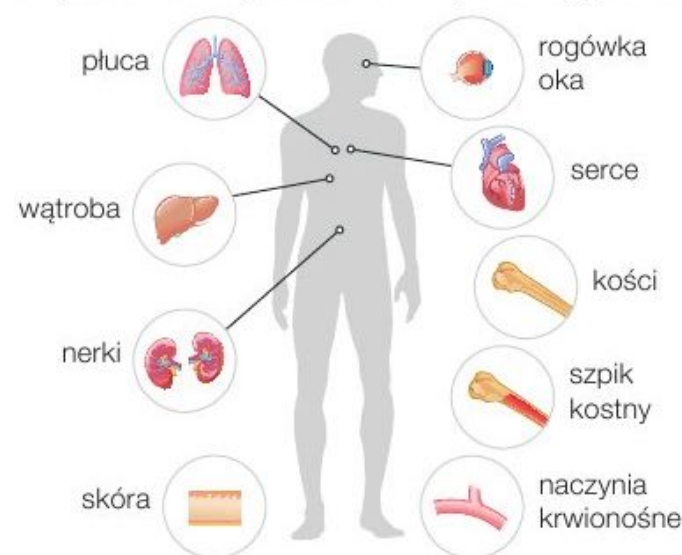
Przy transplantacji części narządu często wykonuje się przeszczepy rodzinne – bliskie pokrewieństwo daje większą szansę na tzw. **zgodność tkankową**. Najmniejsze ryzyko odrzucenia przeszczepu występuje wtedy, gdy dawcą jest bliźniak jednojajowy.

Czym jest zgodność tkankowa?

Zgodność tkankowa to podobieństwo pomiędzy dawcą a biorcą na poziomie genetycznym. Jest ona związana z występowaniem na powierzchni komórek ciała tzw. **antygenów zgodności tkankowej**. Są one kodowane przez geny, które tworzą **główny układ zgodności tkankowej** (MHC).

U człowieka antygeny zgodności tkankowej określamy mianem HLA. Najważniejszą ich funkcją jest prezentowanie limfocytom T obcych antygenów. Antygeny HLA odpowiadają też za tolerowanie własnych komórek i tkanek. Dzięki temu limfocyty nie uruchamiają odpowiedzi immunologicznej przeciwko komórkom naszego organizmu.

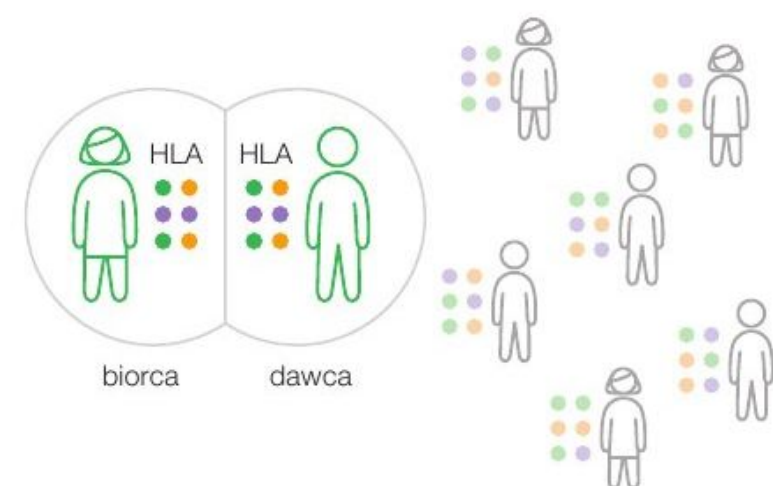
Antygeny HLA to glikoproteiny warunkowane przez ponad sto genów. Dlatego istnieje wiele różnych układów tych antygenów.



Przykłady przeszczepianych narządów i tkanek.

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. Przeciwno obcym komórkom organizm uruchamia mechanizmy odpornościowe.



W transplantologii najważniejsze jest odpowiednie dopasowanie dawcy i biorcy tak, aby występowała między nimi jak największa zgodność tkankowa (zgodność antygenów HLA). Dzięki temu ryzyko wywołania reakcji odpornościowych przeciwko komórkom dawcy jest dużo niższe.

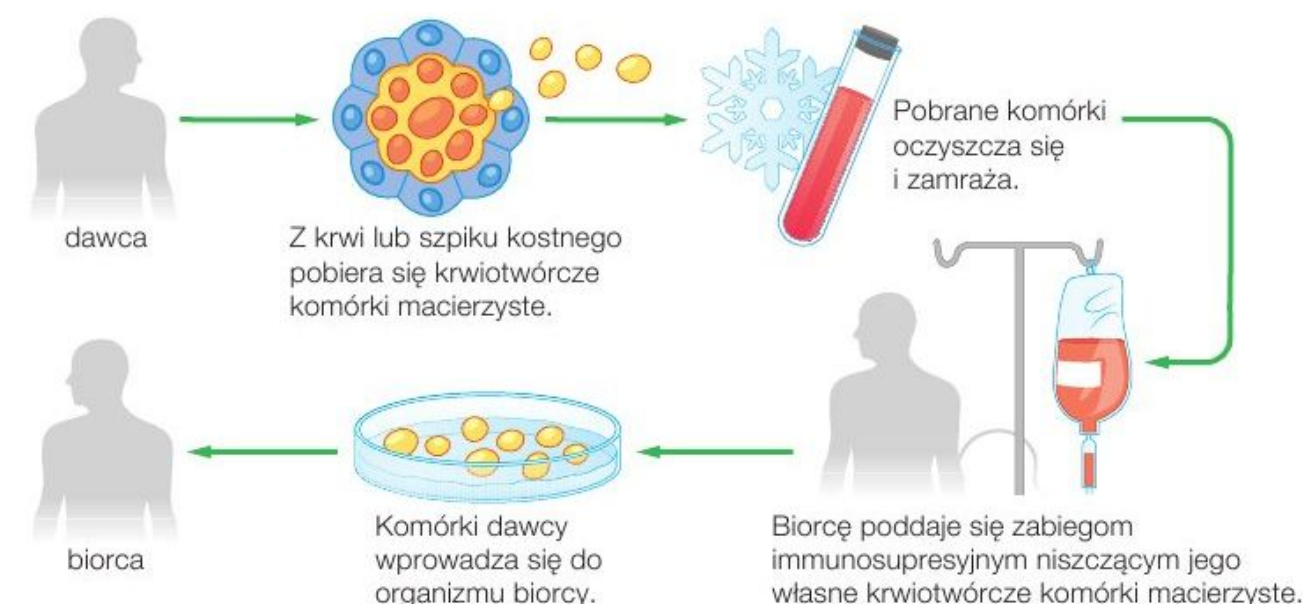
■ Czym jest immunosupresja?

Immunosupresja to obniżenie odporności organizmu np. za pomocą specjalnych leków, tzw. leków immunosupresyjnych.

Immunosupresję stosuje się m.in. po to, aby zmniejszyć ryzyko odrzucenia przeszczepu, złagodzić objawy alergii czy chorób autoimmunologicznych.

Znaczenie immunosupresji w transplantacji szpiku kostnego

Podczas przeszczepu krwiotwórczych komórek macierzystych (np. w leczeniu białaczki) u chorego niszczy się całkowicie szpik kostny za pomocą radioterapii (promieniowania) lub chemioterapii. Taka całkowita immunosupresja zmniejsza ryzyko odrzucenia przeszczepu, ponieważ nie są uruchamiane reakcje odpornościowe.



W skrócie

- **Oslabiona 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 nieszkodliwy czynnik. 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 (podobieństwo ich HLA), które warunkuje jak najmniejszą szansę na reakcję odpornościową i odrzucenie przeszczepu.
- **Immunosupresja** to sztucznie wywołany stan zmniejszonej lub zahamowanej odpowiedzi immunologicznej.

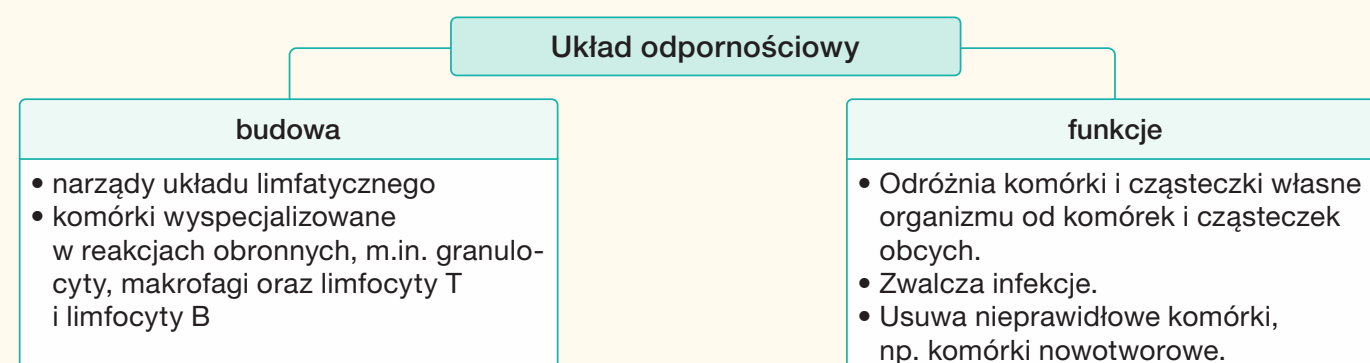
Polecenia kontrolne

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.

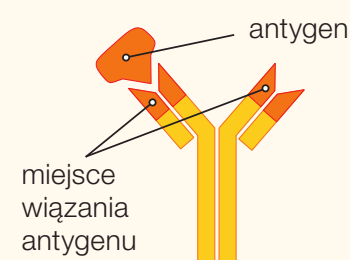
Podsumowanie



1 Budowa i funkcje układu odpornościowego

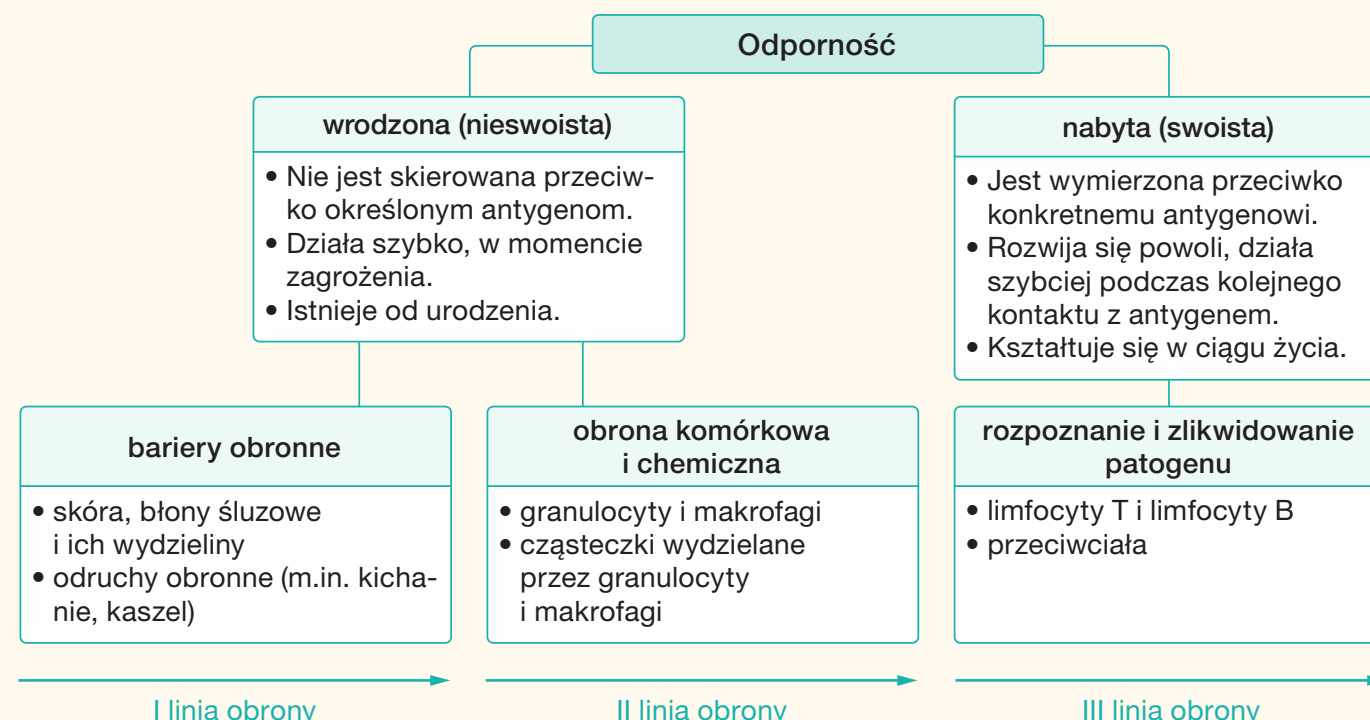


2 Przeciwciała – białka produkowane przez aktywowane limfocyty B. Ich głównym zadaniem jest łączenie się z antygenem. Przeciwciała same nie niszczą antygenów, ale wiążąc się z nim, prezentują (wskazują) go komórkom układu odpornościowego i uaktywniają różne mechanizmy jego unieszkodliwiania.

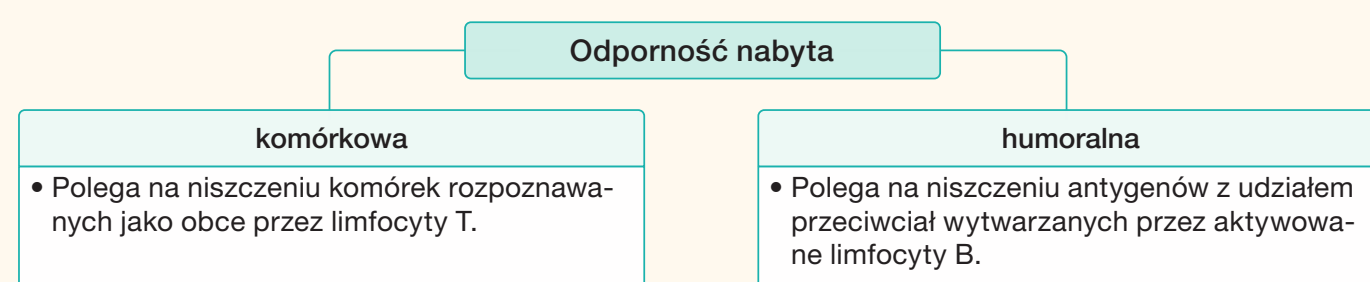


Budowa przeciwciała.

3 Rodzaje odporności



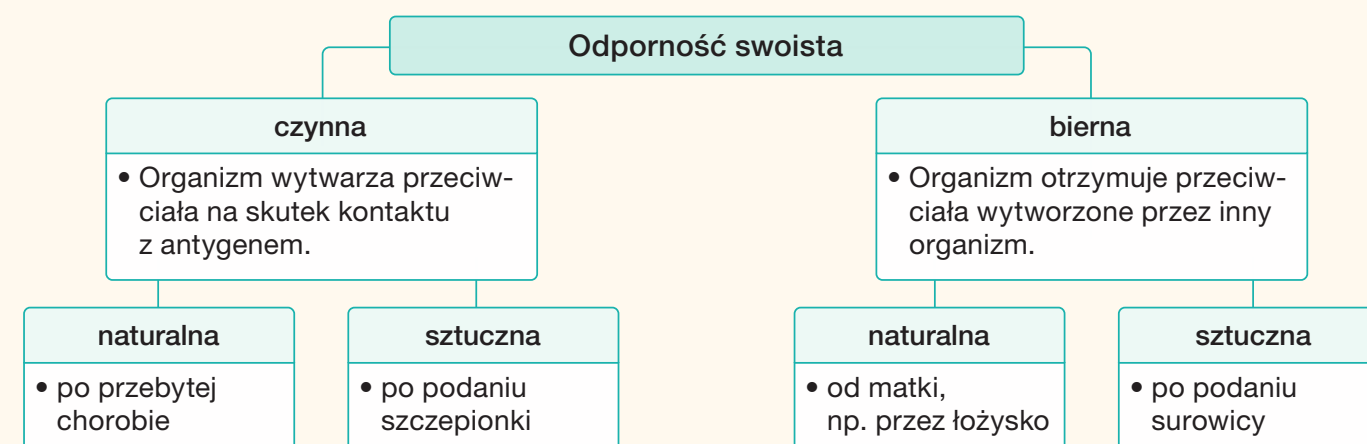
4 Rodzaje odporności nabytej



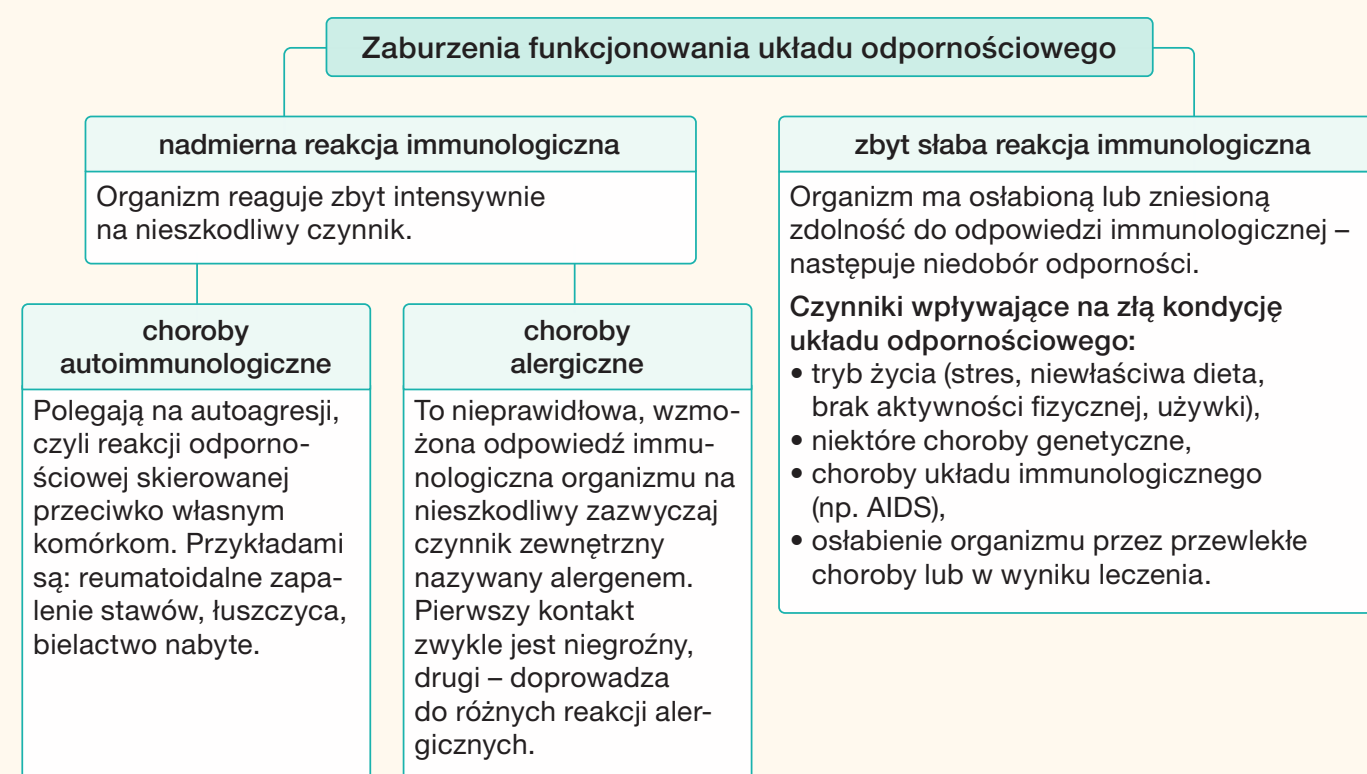
5 Konflikt serologiczny w zakresie Rh

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+.

6 Rodzaje odporności swoistej



7 Reakcje układu odpornościowego



8 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 (podobieństwo) między dawcą a biorcą, tym mniejsze jest ryzyko odrzucenia przeszczepu.

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

1.	Aktywowany limfocyt T wytwarza przeciwciała.	P	F
2.	Makrofagi fagocytują patogeny i prezentują antygeny innym komórkom układu odpornościowego.	P	F
3.	Antygeny to cząsteczki, które mogą wywoływać reakcje odpornościowe.	P	F

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.

	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 przeciwżółciowej.

5 Określ, w którym z wymienionych przypadków A–C ryzyko odrzucenia przeszczepu jest najmniejsze. Uzasadnij odpowiedź i zapisz ją w zeszycie. (2 p.)

- A. Przeszczep od osoby niespokrewnionej.
- B. Przeszczep od bliźniaka jednojajowego.
- C. Przeszczep od jednego z rodziców.

8. Układ moczowy

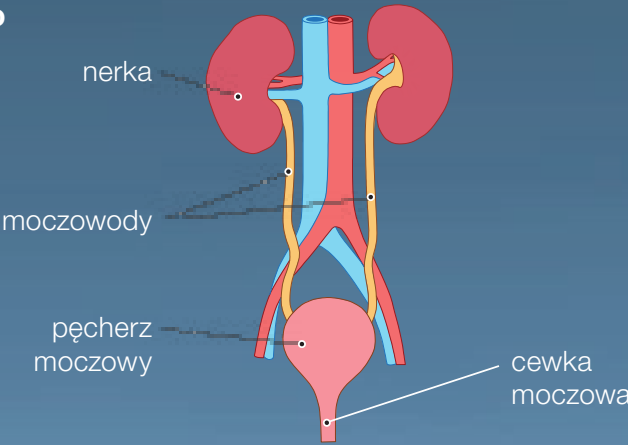


Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

► **Wydalenie** – 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 ciała nerkowego i kanalika nerkowego.



8.1. Budowa i funkcjonowanie układu moczowego

Ważne na tej lekcji!

- istota procesu wydalania, produkty wydalania i narządy wydalnicze
- budowa i funkcje narządów układu moczowego
- proces tworzenia się moczu i znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie

W wyniku procesów metabolicznych zachodzących w organizmie powstają zbędne lub szkodliwe związki – **produkty przemiany materii**. Aby organizm prawidłowo funkcjonował, muszą one zostać z niego usunięte. Odbywa się to m.in. przez układ moczowy.

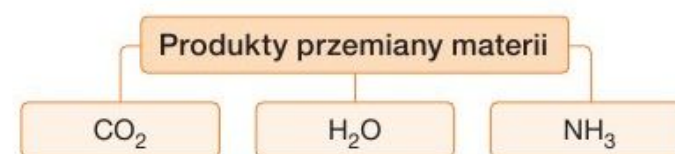
■ Czym są produkty przemiany materii?

Produkty przemiany materii to końcowe produkty przemian związków organicznych – cukrów, tłuszczów i białek:

- ▶ większość **cukrów** i **tłuszczów** składa się tylko z węgla, wodoru i tlenu. Końcowymi

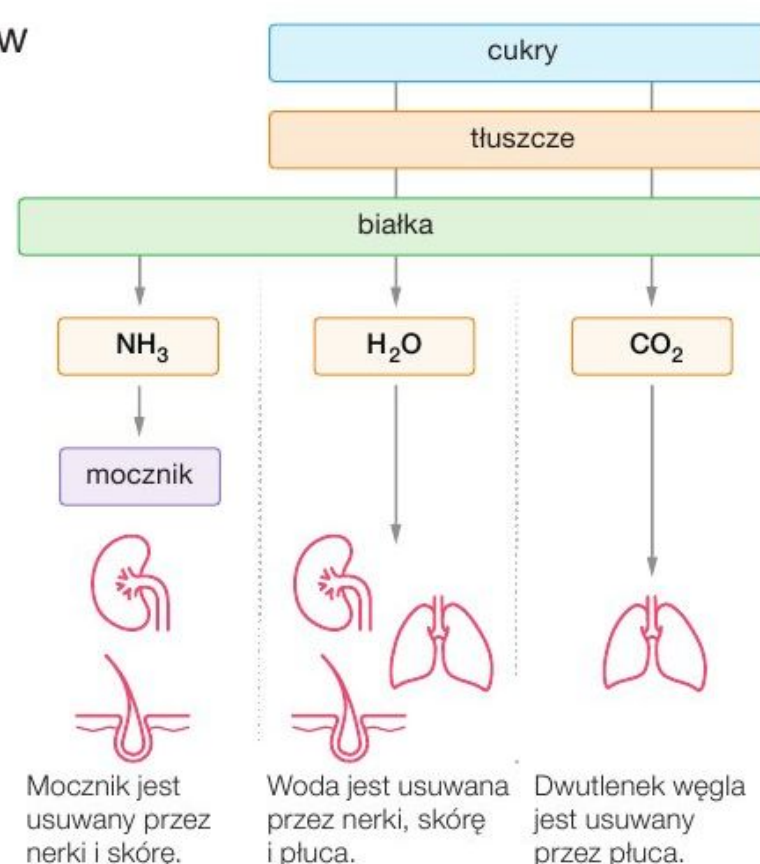
produktami ich przemian są: **dwutlenek węgla** (CO_2) i **woda** (H_2O);

- ▶ **białka** są zbudowane z aminokwasów, w skład których oprócz węgla, wodoru i tlenu wchodzi również azot. Podczas rozkładu aminokwasów powstaje toksyczny **amoniak** (NH_3). W wątrobie amoniak jest przekształcany w mniej szkodliwy związek, który nazywamy **mocznikiem**.



Wydalanie zbędnych produktów przemiany materii

Zbędne i szkodliwe związki powstające w komórkach trafiają najpierw do krwi. Krew transportuje je do narządów, przez które są usuwane z organizmu. W procesie wydalania tych substancji uczestniczą układ moczowy, układ oddechowy oraz skóra.



■ Funkcje układu moczowego

Do najważniejszych funkcji układu moczowego należą:

- ▶ **wydalanie** – usuwanie zbędnych lub szkodliwych produktów przemiany materii, np.

mocznika, nadmiaru wody i soli mineralnych,

- ▶ **osmoregulacja** – utrzymywanie ilości wody i soli mineralnych w organizmie na względnie stałym poziomie.

Budowa układu moczowego

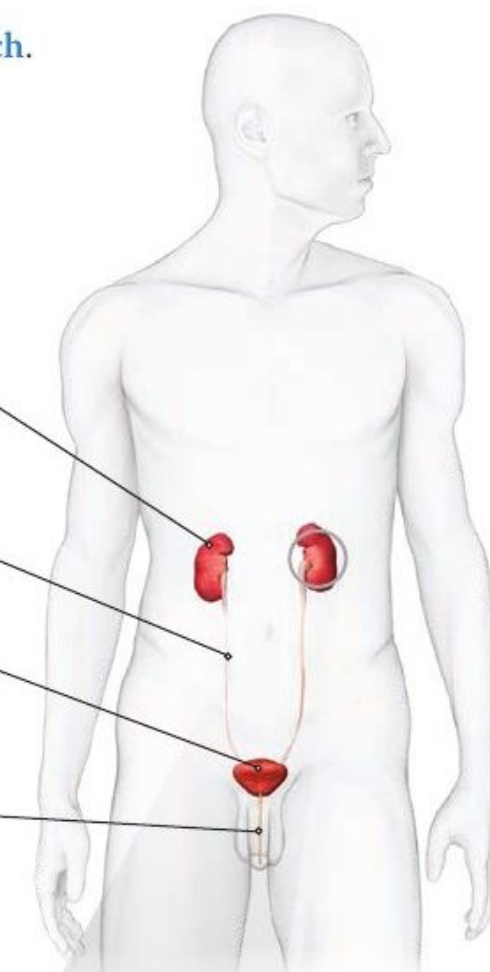
Układ moczowy składa się z **nerek** i **dróg moczowych**.

Nerki – parzyste narządy, które oczyszczają krew z niepotrzebnych lub szkodliwych substancji oraz produkują mocz.

Moczowody – przewody o długości ok. 25–30 cm odprowadzające mocz z nerek do pęcherza moczowego.

Pęcherz moczowy – narząd o elastycznych ścianach, który gromadzi mocz spływający moczowodami z nerek.

Cewka moczowa – przewód wyprowadzający mocz na zewnątrz ciała. U mężczyzn jest dłuższa niż u kobiet i służy także do wyprowadzania nasienia.

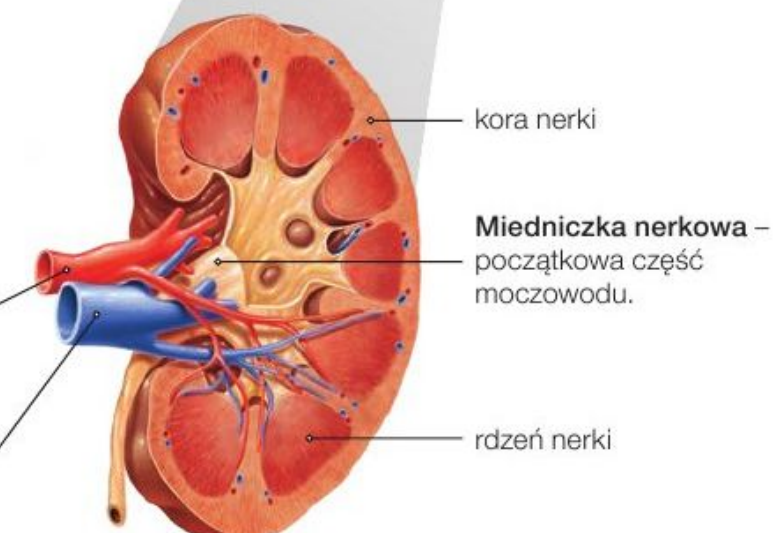


■ Budowa nerki

Każda nerka składa się z dwóch warstw. Warstwa zewnętrzna to **kora nerki**, a warstwa wewnętrzna to **rdzeń nerki**. Obie te warstwy składają się z milionów struktur nazywanych **nefronami**.

Tętnica nerkowa – doprowadza krew do nerki.

Żyła nerkowa – odprowadza z nerki oczyszczoną krew.



Budowa i funkcje nefronu

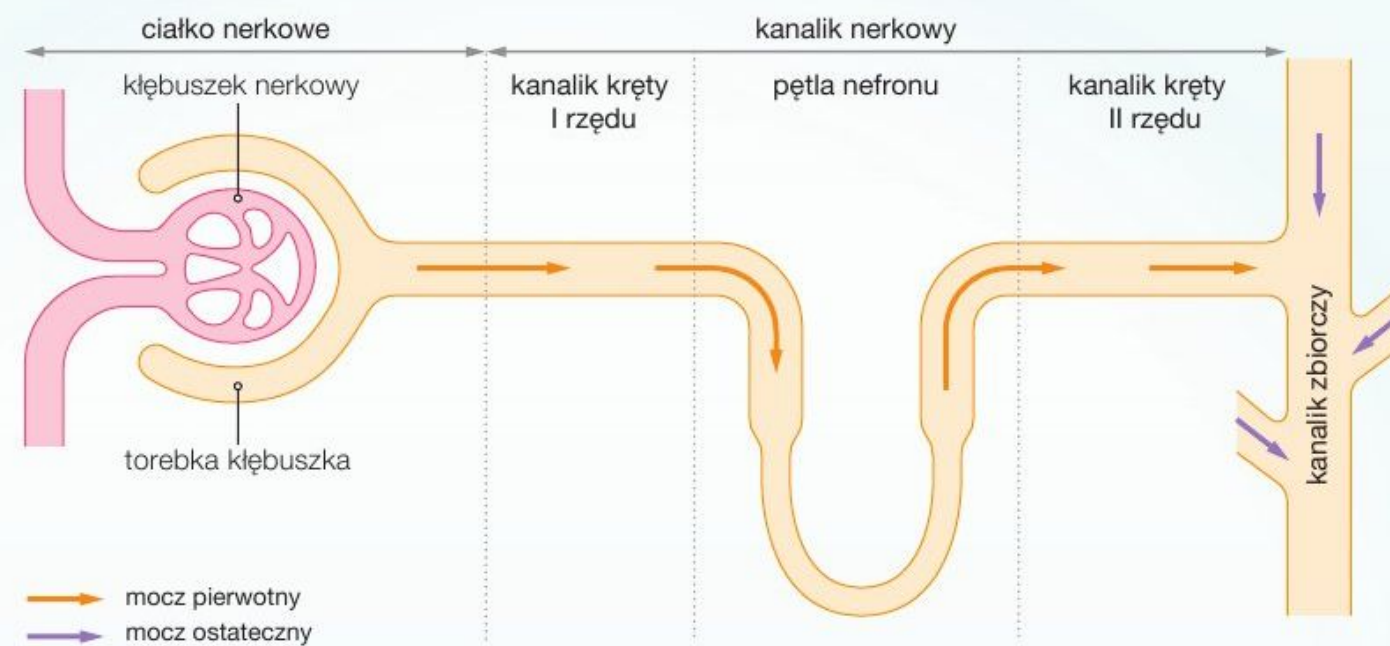
Nefron to podstawowa strukturalna i funkcjonalna jednostka nerki. Składa się on z dwóch głównych części:

- ▶ **ciałko nerkowe** – zbudowanego z kłębuszka naczyń włosowatych (kłębuszek nerkowy) otoczonego torebką kłębuszka,
- ▶ **kanalik nerkowy** – krętego przewodu, który uchodzi do kanalik zbiorczego.

To właśnie w nefronie powstaje mocz.

Powstawanie moczu

Mocz powstaje w trzech etapach, którymi są: **filtracja**, **resorpcja** i **sekrecja**. Prześledź przebieg tego procesu na poniższym schemacie.



FILTRACJA	RESORPCJA	
Filtracja polega na przenikaniu części osocza wraz z niektórymi substancjami do torebki kłębuszka. W ten sposób powstaje mocz pierwotny, który zawiera zarówno substancje zbędne i szkodliwe, jak i te potrzebne organizmowi.	<th>SEKRECJA</th>	SEKRECJA
	Resorpcja polega na transporcie związków z kanalik nerkowego do krwi. Dzięki temu organizm odzyskuje z moczu pierwotnego potrzebne mu substancje. Sekrecja polega na wydzielaniu substancji do wnętrza kanalik nerkowego. W wyniku resorpcji oraz sekrecji mocz staje się gęstszy, zmienia się też jego skład. Tak powstaje mocz ostateczny, który zawiera jedynie zbędne i szkodliwe substancje.	

KREW	NEFRON
	woda, sole mineralne, aminokwasy, witaminy, glukoza, mocznik
	woda, sole mineralne, glukoza, aminokwasy, witaminy
	jony wodoru i potasu, hormony sterydowe, niektóre leki

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

Wydalanie moczu

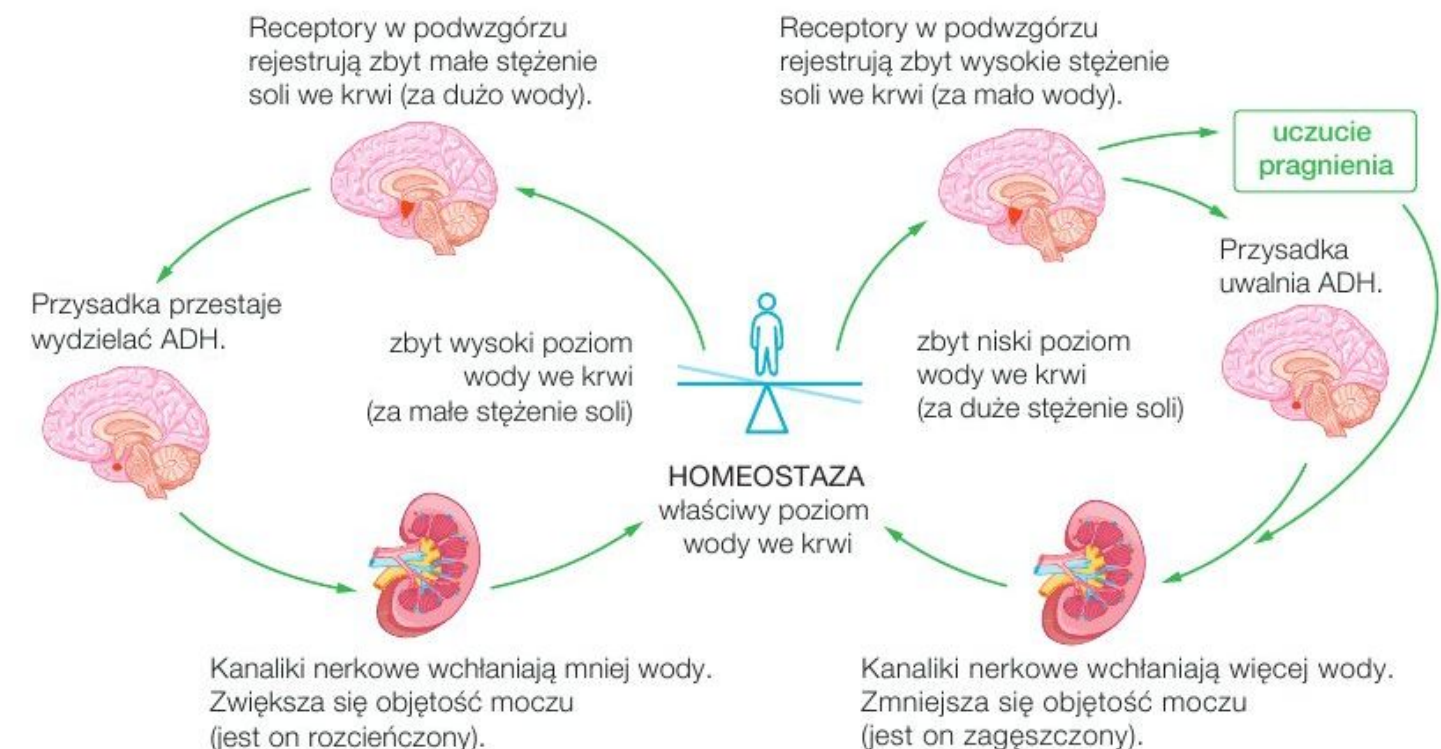
Mocz ostateczny spływa do kanalików zbiorczych, następnie do miedniczek nerkowych, a z nich do **moczowodów**. Skurcze moczowodów sprawiają, że mocz spływa do **pęcherza moczowego**, który stopniowo się wypełnia i zwiększa swoją objętość.

Opróżnianie pęcherza moczowego jest kontrolowane przez ośrodek wydalania znajdujący się w części krzyżowej rdzenia kręgowego. Dzięki niemu mięśnie zwieraczy cewki moczowej rozluźniają się i następuje wydalanie moczu z organizmu.

Regulacja hormonalna powstawania moczu

Ilość oraz stężenie wydalanego moczu są regulowane przez hormony i zależą m.in. od stopnia uwodnienia organizmu. Najważniejszy w tym procesie jest **hormon antydiuretyczny** (ADH, inaczej: wazopresyna), który powoduje zwiększenie wchłaniania zwrotnego wody w kanalikach nerkowych. Hormon ten powstaje w podwzgórzu, a magazynuje go i wydziela przysadka. Mechanizm regulacji wytwarzania moczu przedstawiliśmy na schemacie.

Regulacja poziomu wody we krwi i objętości wydalanego moczu



■ Rola nerek w osmoregulacji

Jak wiesz, w nerkach zachodzi resorpcja wody i soli mineralnych odzyskiwanych z moczu pierwotnego. Dzięki temu procesowi ilość soli mineralnych we krwi utrzymuje się na stałym poziomie. Pośrednio resorpcja soli mineralnych 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 tętniczego w naczyniach krwionośnych.

W skrócie

- **Wydalenie** to proces usuwania z organizmu zbędnych lub szkodliwych produktów przemiany materii. Są one usuwane przez różne narządy:
 - woda – przez nerki, skórę i płuca,
 - mocznik – przez nerki i skórę,
 - dwutlenek węgla – przez płuca.
- **Osmoregulacja** polega na regulacji ilości wody i soli mineralnych w organizmie.
- **Układ moczowy** składa się z:
 - parzystych nerek, w których powstaje mocz,
 - moczowodów odprowadzających mocz do pęcherza moczowego,
 - pęcherza moczowego, który gromadzi mocz,
 - cewki moczowej wyprowadzającej mocz poza organizm.
- **Nerka** jest zbudowana z kory i rdzenia.
- **Nefron** to podstawowa jednostka strukturalna i budulcowa nerki. Składa się on z:
 - ciałka nerkowego,
 - kanalika nerkowego.
- 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, hormony sterydowe czy niektóre leki.
- Produkcję moczu reguluje **hormon antydiuretyczny** (ADH, wazopresyna), wytwarzany przez podwzgórze, a wydzielany przez przysadkę.

Polecenia kontrolne

1. Porównaj sposoby wydalenia trzech głównych zbędnych produktów przemiany materii: mocznika, dwutlenku węgla i nadmiaru wody.
2. Podaj funkcje narządów tworzących układ moczowy.
3. Scharakteryzuj etapy tworzenia się moczu.
4. Opisz rolę hormonu ADH w utrzymaniu równowagi wodnej organizmu.
5. Podaj dwa przykłady sytuacji, w których objętość wydalanego moczu jest mniejsza niż zwykle.
6. Określ, na czym polega różnica między sekrecją a resorpcją.

8.2. Choroby układu moczowego

Ważne na tej lekcji!

- metody diagnostyczne chorób układu moczowego
- dializa jako metoda postępowania medycznego w niewydolności nerek

Stany chorobowe układu moczowego mogą objąć zarówno nerki, jak i poszczególne odcinki dróg moczowych. Może to doprowadzić do zaburzenia pracy nie tylko układu moczowego, lecz także całego organizmu, ponieważ szkodliwe substancje zaczną się w nim kumulować.

■ Diagnostyka chorób układu moczowego

W diagnostyce chorób układu moczowego najczęściej wykonuje się **badanie ogólne moczu**. Na podstawie jego wyników lekarz może rozpoznać wiele chorób, w tym choroby układu moczowego.

Jak dbać o układ moczowy?

Wielu chorób układu moczowego możesz uniknąć dzięki stosowaniu prostych zasad.

Dbaj o higienę osobistą – myj codziennie miejsca intymne i zmieniaj bieliznę.

Noś ubiór stosowny do pogody – wychłodzenie narządów układu moczowego osłabia ich odporność na choroby.

Unikaj nadmiaru soli – zbyt wysokie stężenie soli we krwi sprawia, że woda w nefronach jest trudniej wchłaniana.

Pij 1,5–2 l wody na dobę – niedostateczna ilość płynów zaburza proces usuwania z organizmu zbędnych i szkodliwych produktów przemiany materii.

Opróżniaj regularnie pęcherz moczowy – w zalegającym zbyt długo moczu mogą rozwijać się chorobotwórcze bakterie.



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 leków, 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 przyjęcia: 18-01-2025 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
Urobilinogen	w normie	w normie
Bilirubina	ujemny	ujemny
Osad		
Nabłonki	pojedyncze	
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.

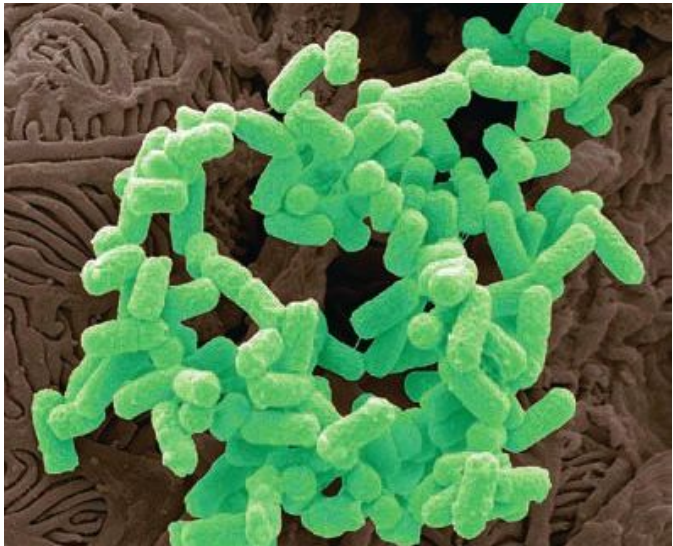
Badanie ogólne moczu pozwala na ocenę jego właściwości chemicznych i fizycznych.

Te choroby warto znać!

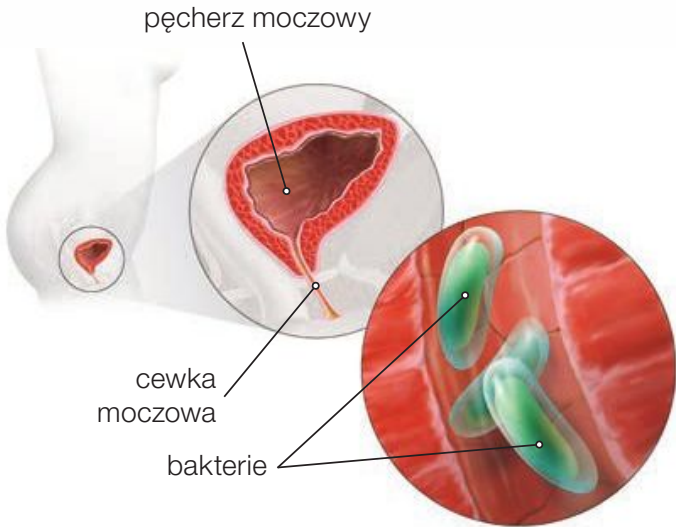
Choroby układu moczowego

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, zwłaszcza miejsc intymnych, picie odpowiedniej ilości wody.



Bakterie *Escherichia coli* na powierzchni kłębuszków nerkowych (zdjęcie mikroskopowe SEM). Zakażenia dróg moczowych mogą prowadzić do zapalenia nerek.

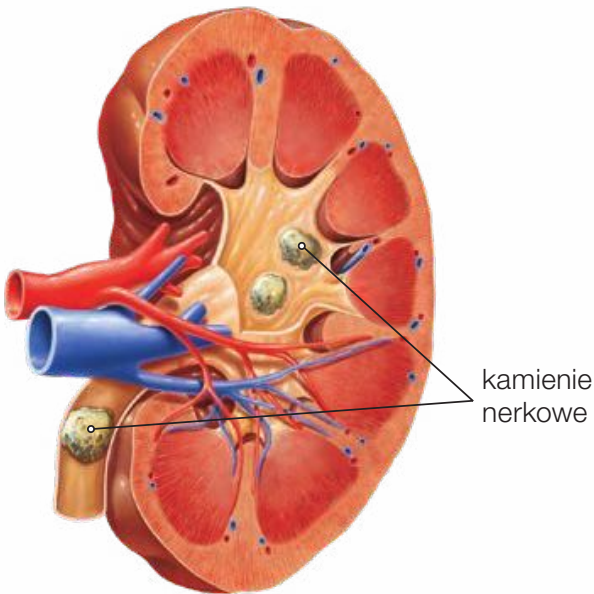


Do dróg moczowych bakterie dostają się najczęściej przez cewkę moczową.

Kamica nerkowa

Kamica nerkowa powstaje wtedy, gdy w nerkach lub w drogach moczowych tworzą się złoże mineralne nazywane kamieniami nerkowymi. Powstają one z substancji, które występują w moczu zwykle w postaci rozpuszczonej. Najczęściej są one zbudowane ze szczawianów lub z 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.



Duże kamienie nerkowe mogą zablokować drogi moczowe.

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:



brak apetytu



ból w klatce piersiowej



zmiana ilości wydalanego moczu



obrzęki



zaburzenia rytmu serca



krótki oddech

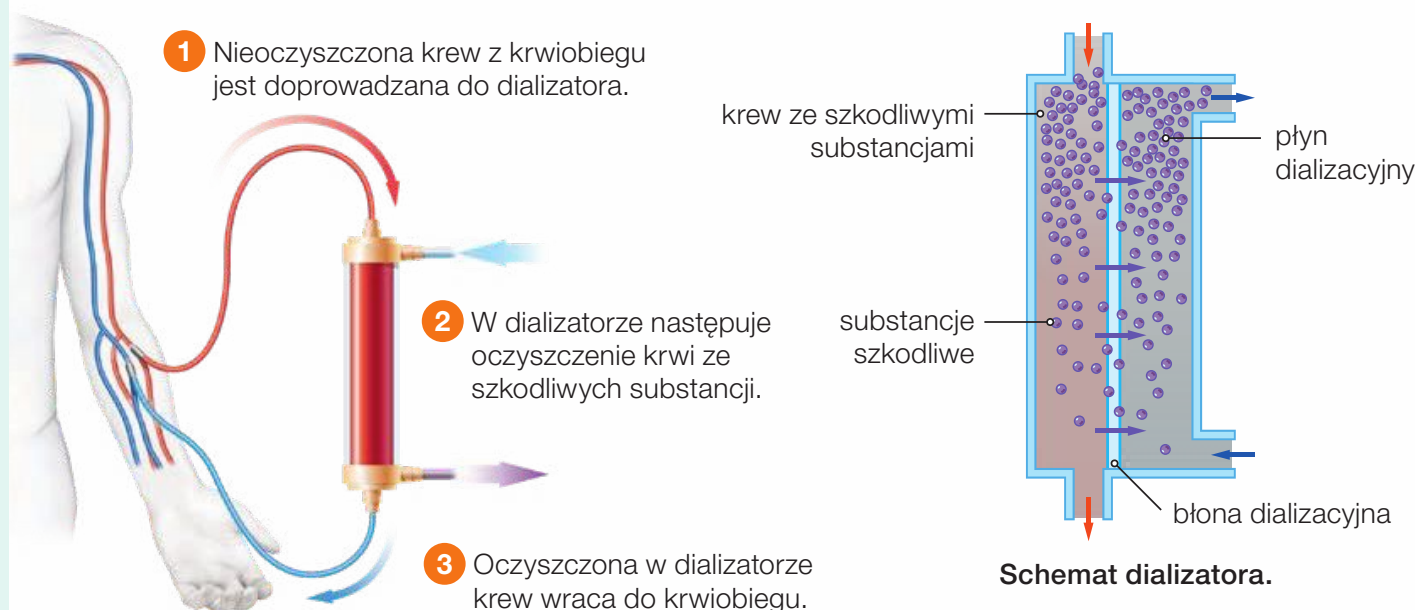
W przypadku zaawansowanej niewydolności nerek stosuje się terapię nerkozastępczą: dializę albo przeszczep nerki.

Dializa

Dializa jest leczeniem stosowanym w sytuacjach, kiedy nerki człowieka na skutek 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.



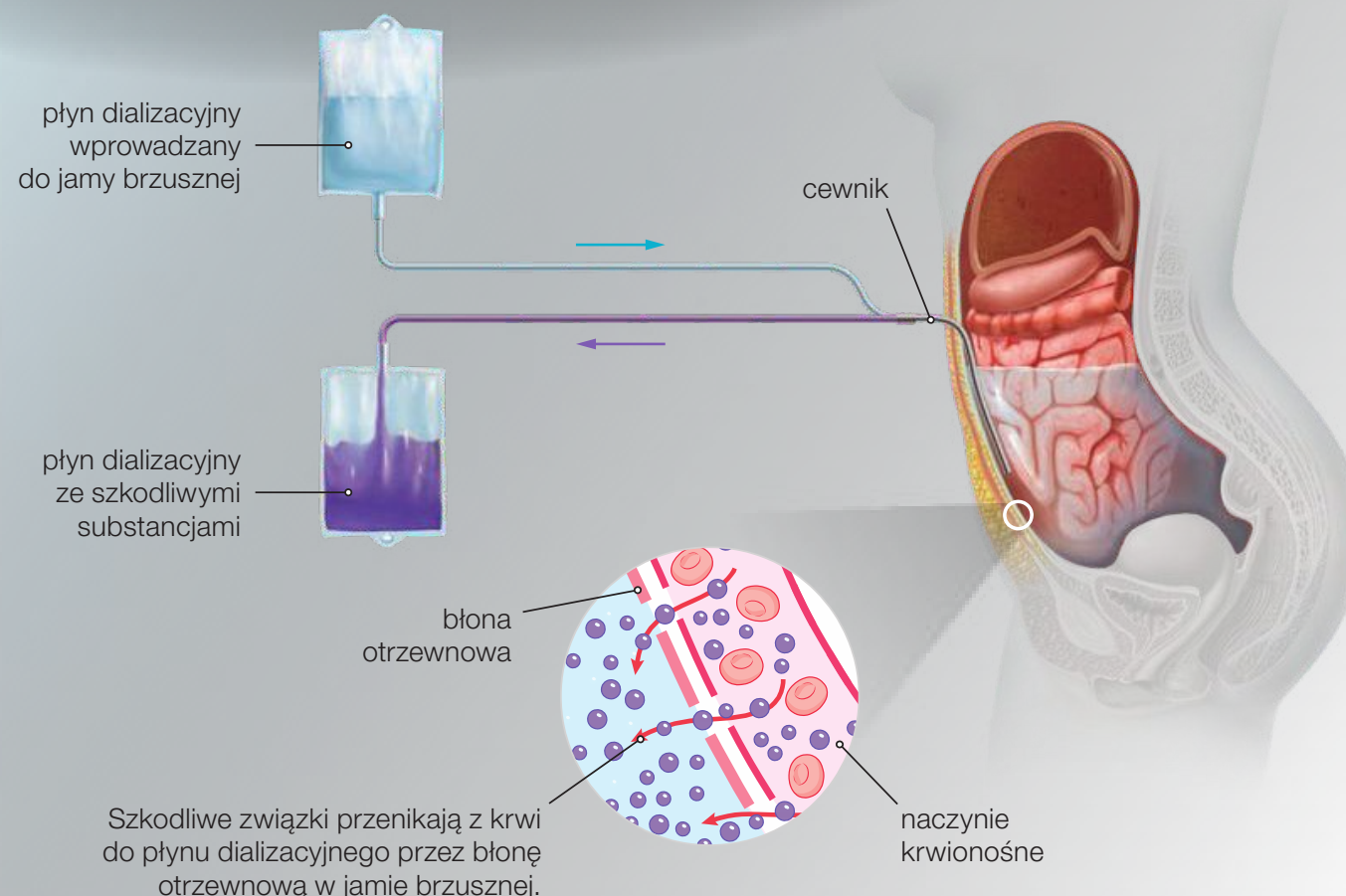
Hemodializa trwa kilka godzin. Przeprowadza się ją kilka razy w tygodniu w specjalnym ośrodku.



Dializa otrzewnowa

Blżej 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 organizmu na stałe specjalnego cewnika, którym podaje się płyn dializacyjny.

W skrócie

- Podstawowe badanie diagnostyczne układu moczowego to **badanie ogólne moczu** – analiza jego właściwości fizykochemicznych i mikroskopowa ocena osadu.
- **Niewydolność nerek** to stan chorobowy, w którym praca nerek jest zaburzona i ograniczona.
- **Dializa** to leczenie nerkozastępcze, stosowane w stanach niewydolności nerek.

Polecenia kontrolne

- Określ, które z parametrów moczu mogą przekraczać normę w przypadku:
 - infekcji dróg moczowych,
 - cukrzycy.
- Wyjaśnij, jaką rolę odgrywa dializa w leczeniu chorych na niewydolność nerek.

Podsumowanie



1 Funkcje układu moczowego:

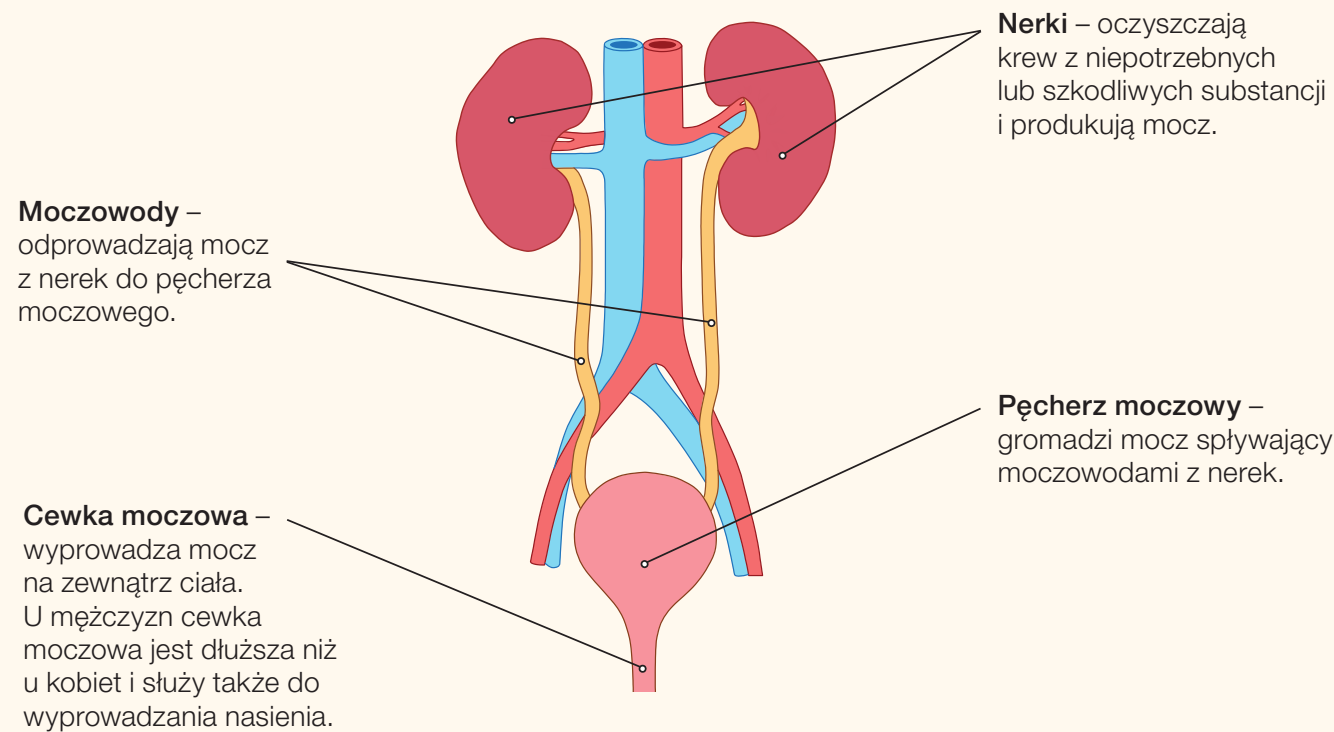
- **wydalanie** – usuwanie z organizmu zbędnych lub szkodliwych produktów przemiany materii,
- **osmoregulacja** – regulacja ilości wody i soli mineralnych w organizmie.

2 Produkty przemiany materii – końcowe produkty przemian związków organicznych: cukrów, tłuszczów i białek.

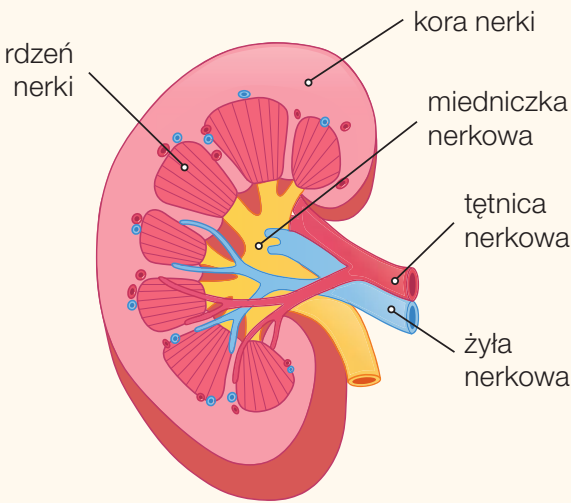
3 Sposoby i drogi wydalania zbędnych produktów przemiany materii

Zbędne produkty przemiany materii	Sposób wydalania	Drogi wydalania
Dwutlenek węgla	z wydychanym powietrzem	płuca, drogi oddechowe
Woda	z moczem, z potem, z wydychanym powietrzem	nerki, skóra, płuca, drogi oddechowe
Mocznik	z moczem, z potem	skóra, nerki

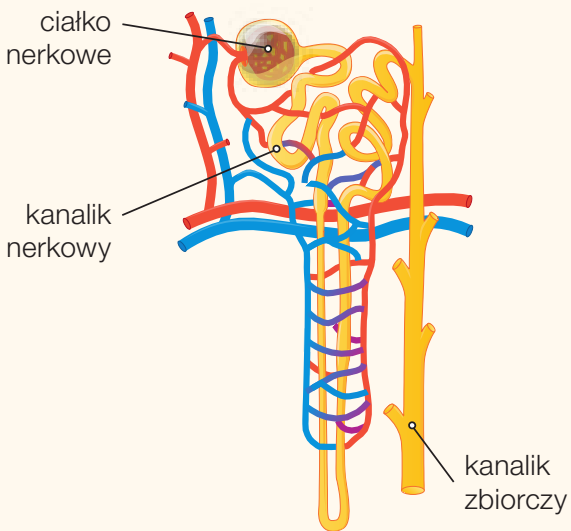
4 Budowa układu moczowego



5 Budowa nerki i nefronu



Budowa nerki.



Budowa nefronu.

6 Etapy produkcji moczu

Etap	Miejsce	Opis
Filtracja	ciało nerkowe	Substancje przenikają z krwi do torebki kłębuszka. W efekcie powstaje mocz pierwotny, który ma skład zbliżony do składu osocza.
Resorpcja	kanalik nerkowy	Substancje potrzebne organizmowi (głównie woda, jony soli mineralnych i glukoza) przenikają z moczu pierwotnego do krwi.
Sekrecja	kanalik nerkowy	Substancje (np. jony potasu, jony wodoru, leki) przenikają z krwi do kanalików nerkowych.

7 Hormon antydiuretyczny (wazopresyna, ADH) – hormon produkowany przez podwzgórze, a wydzielany przez przysadkę. ADH zwiększa wchłanianie zwrotne wody w kanalikach nerkowych, co prowadzi do zagęszczenia moczu.

8 Podstawowe badanie diagnostyczne układu moczowego to badanie ogólne moczu. Polega ono na analizie właściwości fizycznych i chemicznych moczu oraz mikroskopowej ocenie osadu.

9 Dializa – leczenie nerkozastępcze, stosowane wtedy, kiedy nerki człowieka przestają pracować lub kiedy ich działanie jest niewystarczające. Polega na oczyszczaniu krwi z wykorzystaniem błony półprzepuszczalnej. Rodzaje dializy:

- **hemodializa** – potrzebne jest do niej urządzenie zwane dializatorem. Wewnątrz dializatora szkodliwe substancje przenikają z krwi przez błonę do płynu dializacyjnego;
- **dializa otrzewnowa** – funkcję błony półprzepuszczalnej pełni błona otrzewnowa wyściełająca jamę brzuszną.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



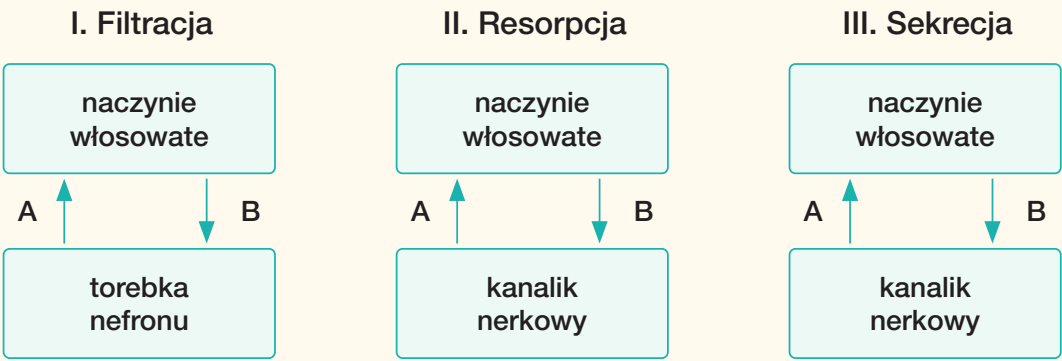
1 Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (2 p.)

1.	Wydalanie polega na usuwaniu z organizmu końcowych produktów przemiany białek, cukrów i tłuszczów.	P	F
2.	Układ moczowy uczestniczy w utrzymywaniu stałego poziomu wody i soli mineralnych w organizmie.	P	F

2 Podaj nazwy narządów, których dotyczą opisy (A–C). (3 p.)

- A. Przewody odprowadzające mocz z nerek do pęcherza moczowego.
B. Narząd o elastycznych ścianach, w którym gromadzi się mocz.
C. Przewód wyprowadzający mocz poza organizm.

3 Określ, która strzałka – A czy B – prawidłowo obrazuje kierunek przepływu substancji w każdym z przedstawionych etapów tworzenia się moczu (I–III). Odpowiedź zapisz w zeszycie. (3 p.)



4 Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie uzupełnij ją, wpisując w odpowiednich miejscach pojęcia: wzrasta, maleje. (3 p.)

Reakcja organizmu	Niska zawartość wody we krwi	Wysoka zawartość wody we krwi
Uwalnianie ADH	?	?
Resorpcja wody w nerkach	?	?
Objętość wydalanego moczu	?	?

5 Podaj nazwy dwóch substancji, które nie powinny występować w moczu ostatecznym zdrowej osoby. Określ, o jakiej dolegliwości może świadczyć obecność każdej z nich. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

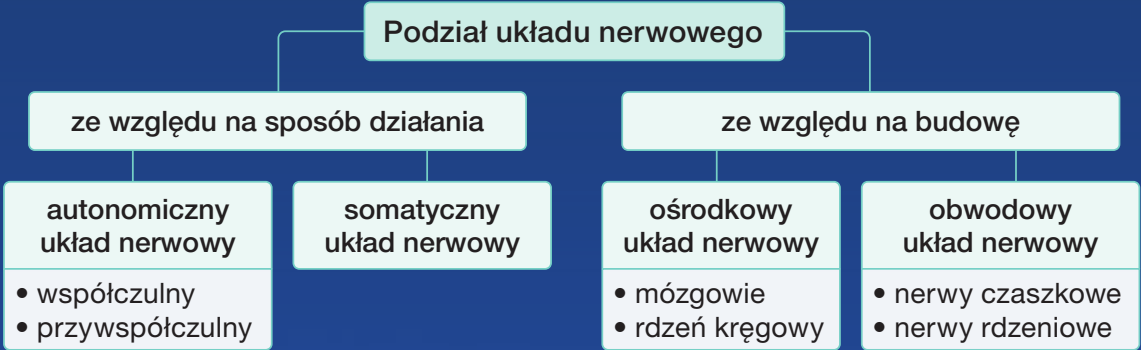
6 Wyjaśnij, na czym polega dializa i w jakich przypadkach się ją stosuje. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

9. Układ nerwowy

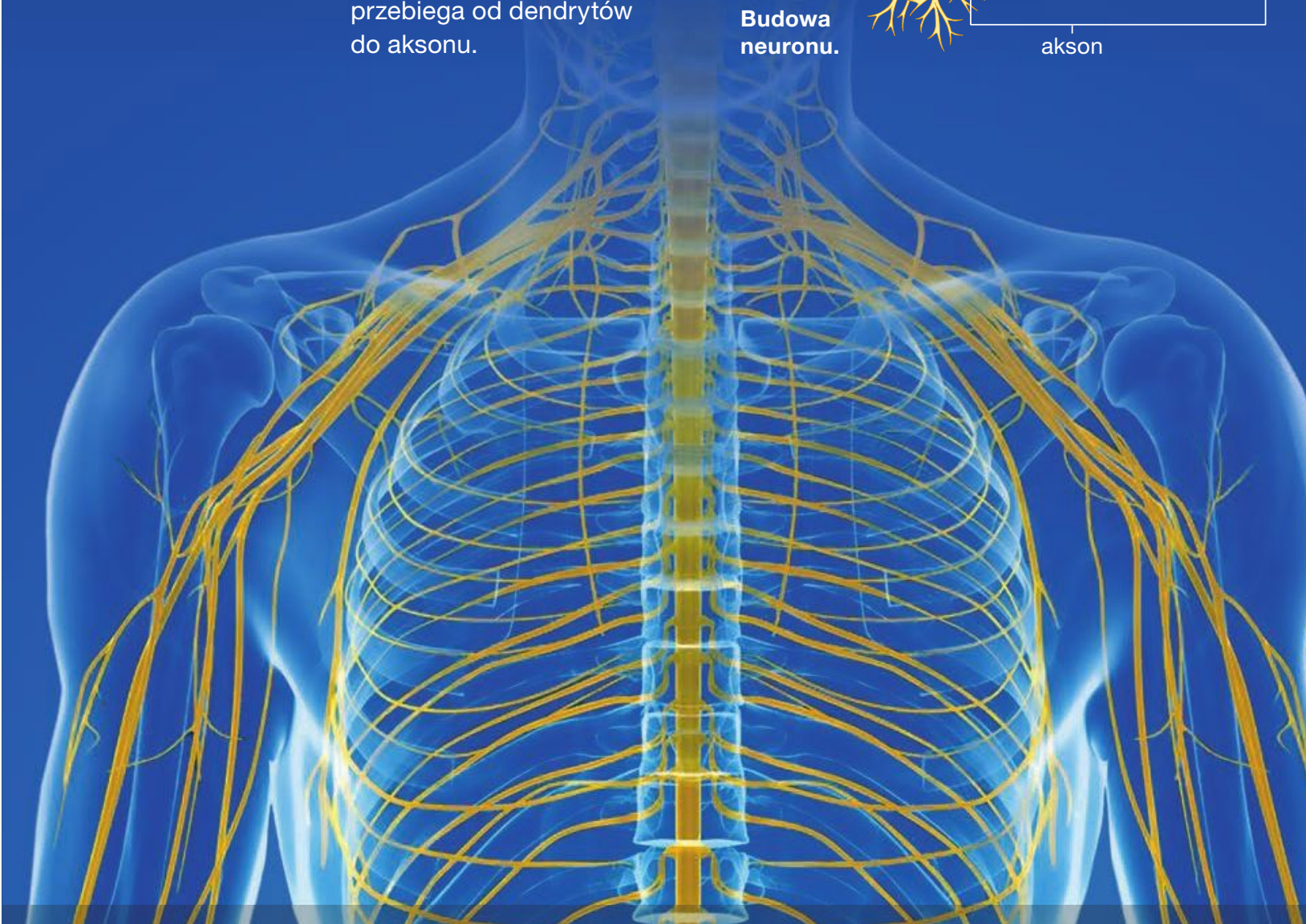
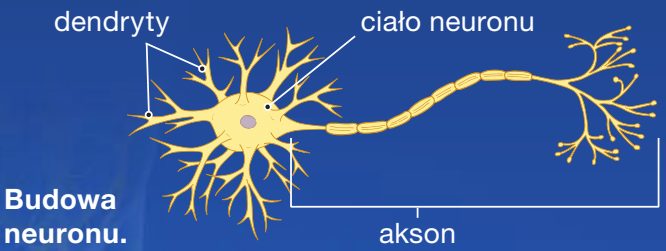


Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

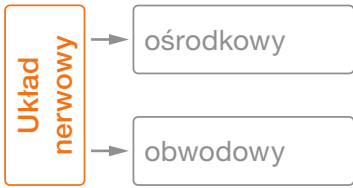
Budowa układu nerwowego:



Neuron – komórka nerwowa, która przekazuje informacje w postaci impulsów nerwowych. Zwykle impuls przebiega od dendrytów do aksonu.



9.1. Budowa i działanie układu nerwowego



Ważne na tej lekcji!

- budowa i funkcje układu nerwowego
- powstawanie i przewodzenie impulsu nerwowego
- działanie synapsy chemicznej i przykłady neuroprzekazników

Układ nerwowy jest jednym z najbardziej skomplikowanych układów narządów występujących w ciele człowieka. Nic w tym dziwnego – wykonuje on wiele zadań związanych z pracą wszystkich narządów oraz odpowiada za takie abstrakcyjne czynności, jak myślenie i zapamiętywanie. Aby w pełni zrozumieć, jak działa Twój organizm, musisz więc poznać sposób funkcjonowania układu nerwowego.

Funkcje układu nerwowego

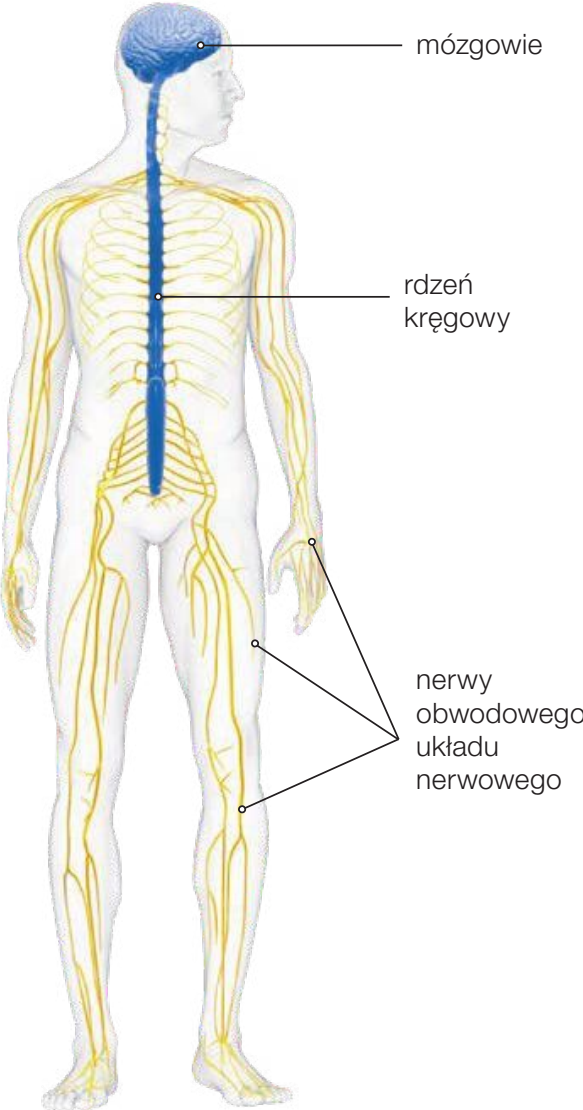
Układ nerwowy koordynuje pracę pozostałych układów narządów. Wraz z układem hormonalnym odpowiada też za utrzymanie stanu równowagi organizmu, czyli homeostazy (→ s. 11). Główne funkcje układu nerwowego przedstawiliśmy na poniższym schemacie.

Główne funkcje układu nerwowego	
Odbiera i analizuje bodźce pochodzące ze środowiska zewnętrznego i z wnętrza ciała.	
Wywołuje reakcje na bodźce.	
Reguluje i koordynuje pracę innych układów narządów.	
Steruje wyższymi czynnościami nerwowymi, takimi jak pamięć i emocje.	

Jak jest zbudowany układ nerwowy?

Układ nerwowy jest zbudowany z dwóch części. Są to:

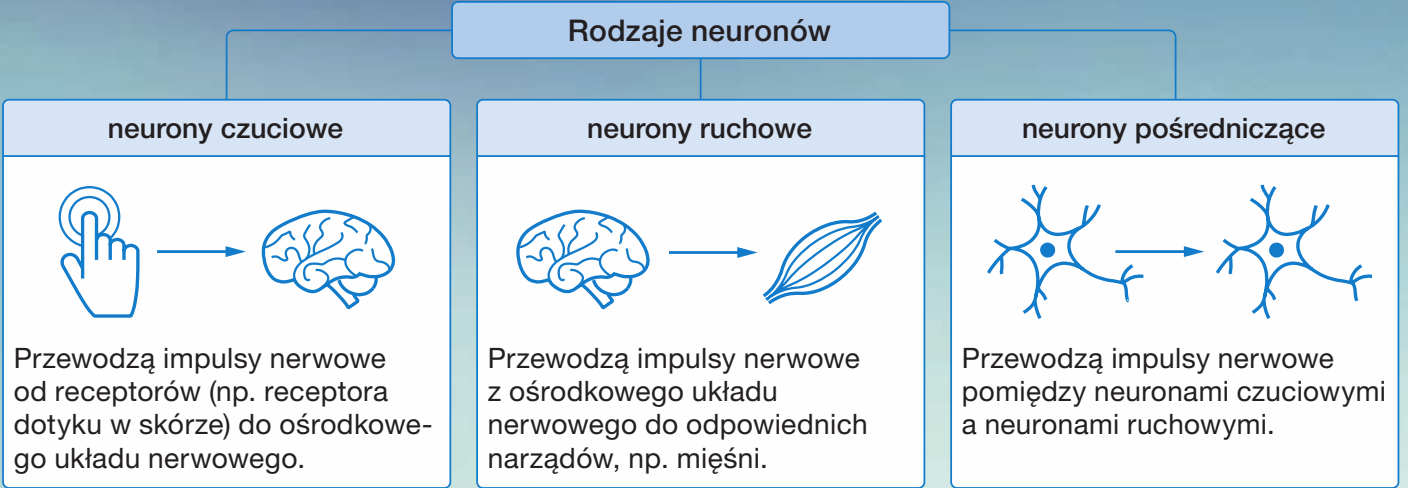
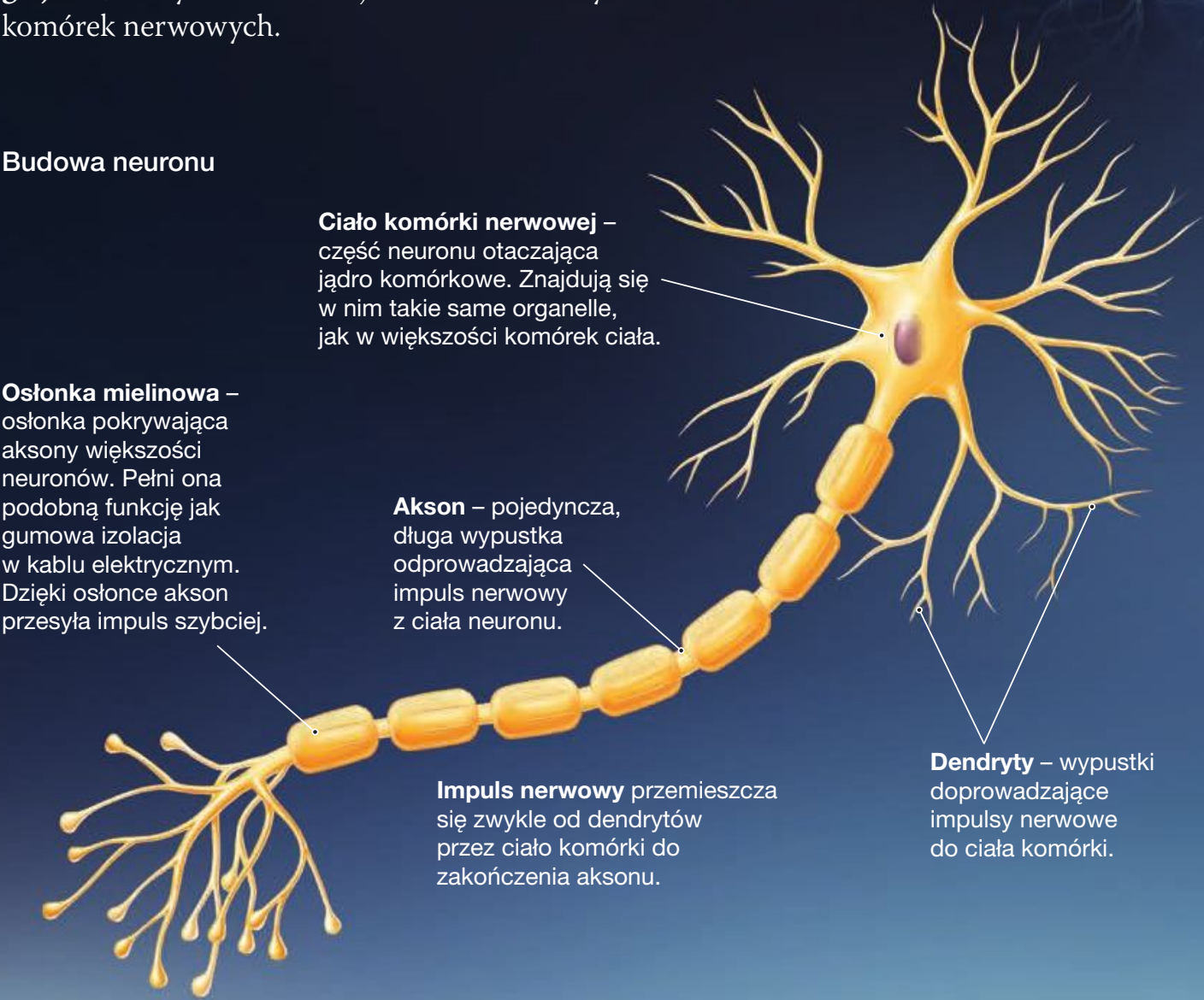
- ▶ **ośrodkowy układ nerwowy (OUN)** składający się z **mózgowia i rdzenia kręgowego**,
- ▶ **obwodowy układ nerwowy**, który tworzą **nerwy** odchodzące od mózgowia i rdzenia kręgowego.



Z jakich komórek składa się układ nerwowy?

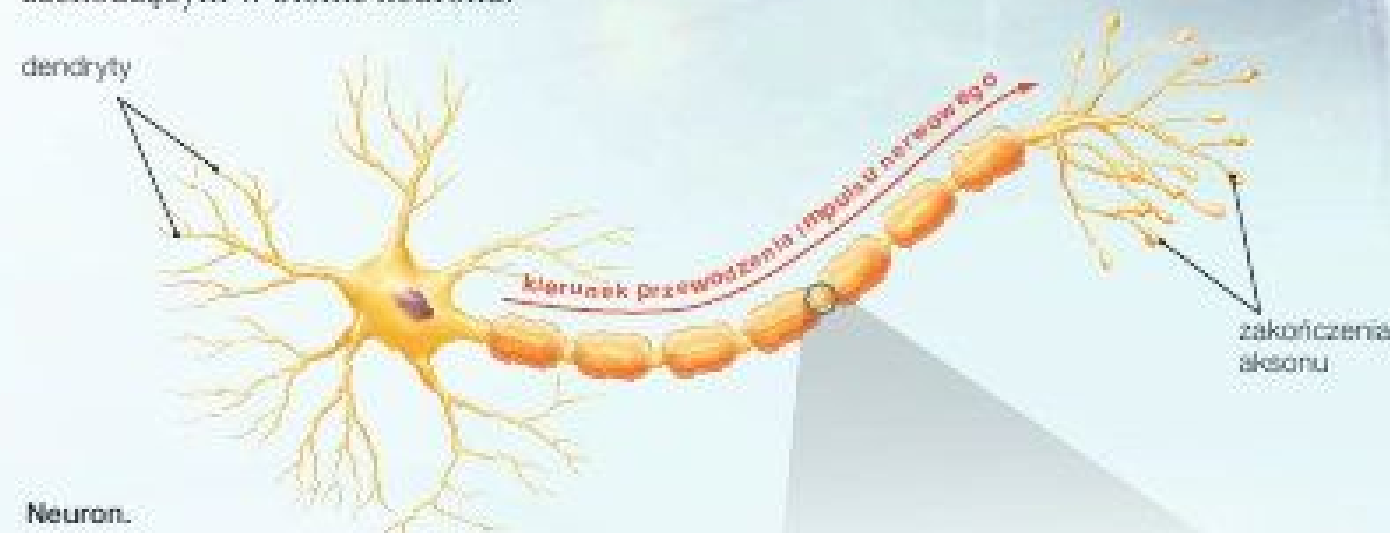
Układ nerwowy człowieka składa się z ok. 100 mld komórek nerwowych – **neuronów**. Ich funkcją jest przekazywanie informacji w postaci impulsów nerwowych. W układzie nerwowym występują również **komórki glejowe**, których zadaniem jest ochrona i odżywianie komórek nerwowych.

Budowa neuronu



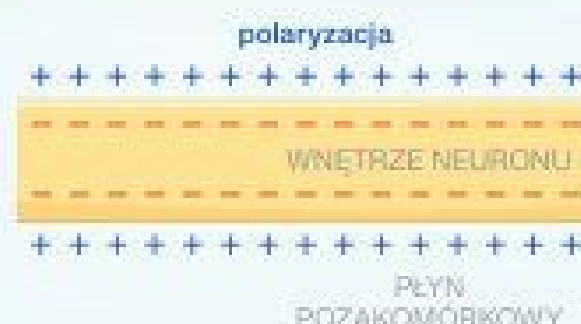
Mechanizm przewodzenia impulsu nerwowego

Impulsy nerwowe to impulsy elektryczne, które są przewodzone wzdłuż komórek nerwowych dzięki zjawiskom elektrochemicznym zachodzącym w błonie neuronu.



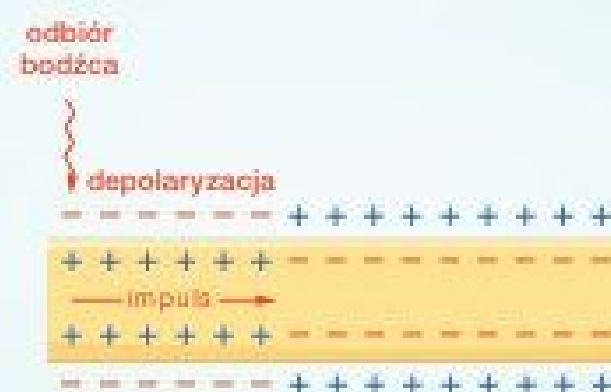
■ Stan spoczynku błony neuronu

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**.



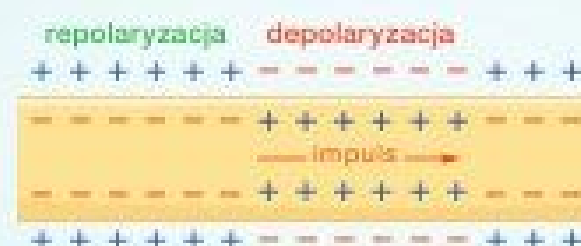
■ Odbiór bodźca

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 impulsy nerwowe?

Neurony przekazują sobie impulsy nerwowe za pomocą **synaps**, czyli specjalnych połączeń, które zwykle występują między zakończeniem aksonu jednego neuronu a dendrytem kolejnej komórki nerwowej.

Synapsy mogą też występować między zakończeniem aksonu a komórką mięśniową lub komórką gruczołową. Dzięki temu neurony przekazują tym komórkom informacje pobudzające je do skurczu lub wydzielania różnych substancji, np. hormonów.

Przewodzenie impulsów nerwowych zachodzi głównie za pomocą **synaps chemicznych**.

Działanie synapsy chemicznej

W synapsach chemicznych impuls nerwowy przekazują **neuroprzekaźniki**. To związki chemiczne, które pod wpływem impulsu nerwowego są uwalniane do szczeliny synaptycznej. Następnie łączą się z odpowiednimi

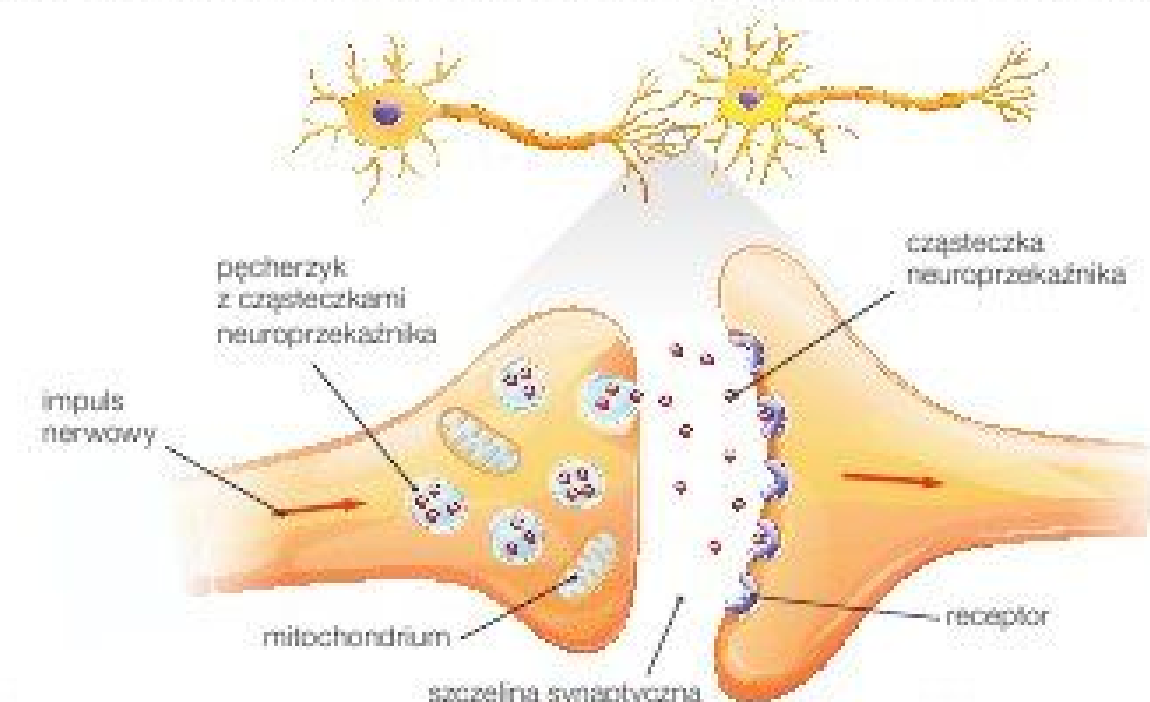
dla siebie receptorami znajdującymi się w błonie komórkowej następnej komórki.

Neuroprzekaźniki i receptory występujące w synapsach chemicznych umożliwiają nie tylko przekazywanie informacji, lecz także **modyfikowanie sygnałów**, np. wzmacnianie ich lub wyciszenie.

Podział neuroprzekaźników ze względu na ich działanie

Rodzaje neuroprzekaźników	
neuroprzekaźniki pobudzające	neuroprzekaźniki hamujące
• Wywołują impuls elektryczny w następnym neuronie, dzięki czemu sygnał jest przekazywany dalej. • Przykłady: serotonina, dopamina, adrenalina.	• Powodują wyciszenie sygnału (nie jest on przekazywany dalej). • Przykład: GABA (kwas γ-aminomastłowy)

Mechanizm przekazywania informacji między neuronami w synapsie chemicznej



- 1 Kiedy impuls nerwowy dotrze do zakończenia aksonu, pęcherzyk uwalnia cząsteczki neuroprzekaźnika do szczeliny synaptycznej.
- 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 -aminomastłowy) 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 wchodzi **mózgowie** i **rdzeń kręgowy**,
 - **obwodowego układu nerwowego**, zbudowanego z **nerwów** odchodzących od mózgowia i od rdzenia kręgowego.
- Funkcje układu nerwowego:
 - odbiera i analizuje bodźce płynące ze środowiska zewnętrznego i z wnętrza ciała,
 - reguluje i koordynuje pracę innych układów,
 - wywołuje reakcje na bodźce,
 - steruje wyższymi czynnościami nerwowymi (np. pamięcią i emocjami).
- Układ nerwowy składa się z:
 - **komórek nerwowych** – **neuronów**, które przewodzą impulsy nerwowe,
 - **komórek glejowych**, odżywiających i ochraniających komórki nerwowe.
- Neuron jest zbudowany z:
 - **ciała komórki nerwowej** – części neuronu otaczającej jądro komórkowe,
 - **dendrytów** – krótkich wypustek doprowadzających impulsy nerwowe do ciała komórki nerwowej,
 - **aksonu** – długiej, pojedynczej wypustki przewodzącej impulsy nerwowe z ciała komórki nerwowej.
- 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** – oraz powstania **potencjału czynnościowego** i impulsu nerwowego.
 3. **Przewodzenie impulsu** polega na przemieszczaniu się **fali depolaryzacji**.
 4. 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**, takie jak GABA.

Polecenia kontrolne

1. Wymień nazwy elementów tworzących neuron.
2. Opisz mechanizm przewodzenia impulsu nerwowego.
3. Wyjaśnij, w jaki sposób jest przekazywana informacja między neuronami w synapsie chemicznej.
4. Wymień nazwy i funkcje dwóch neuroprzekaźników.
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

Ważne na tej lekcji!

- budowa ośrodkowego układu nerwowego
- budowa i funkcje mózgowia
- budowa i funkcje rdzenia kręgowego



Ośrodkowy układ nerwowy (OUN) odbiera i analizuje informacje o pracy wszystkich narządów oraz podejmuje decyzje o sposobach reakcji na bodźce docierające do organizmu. Możemy 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 składa się z **mózgowia** i **rdzenia kręgowego**. Mózgowie to najważniejsza część całego układu nerwowego. Gromadzi ono oraz przetwarza

informacje napływające zarówno ze środowiska zewnętrznego, jak i z wnętrza ciała. W skład mózgowia wchodzi:

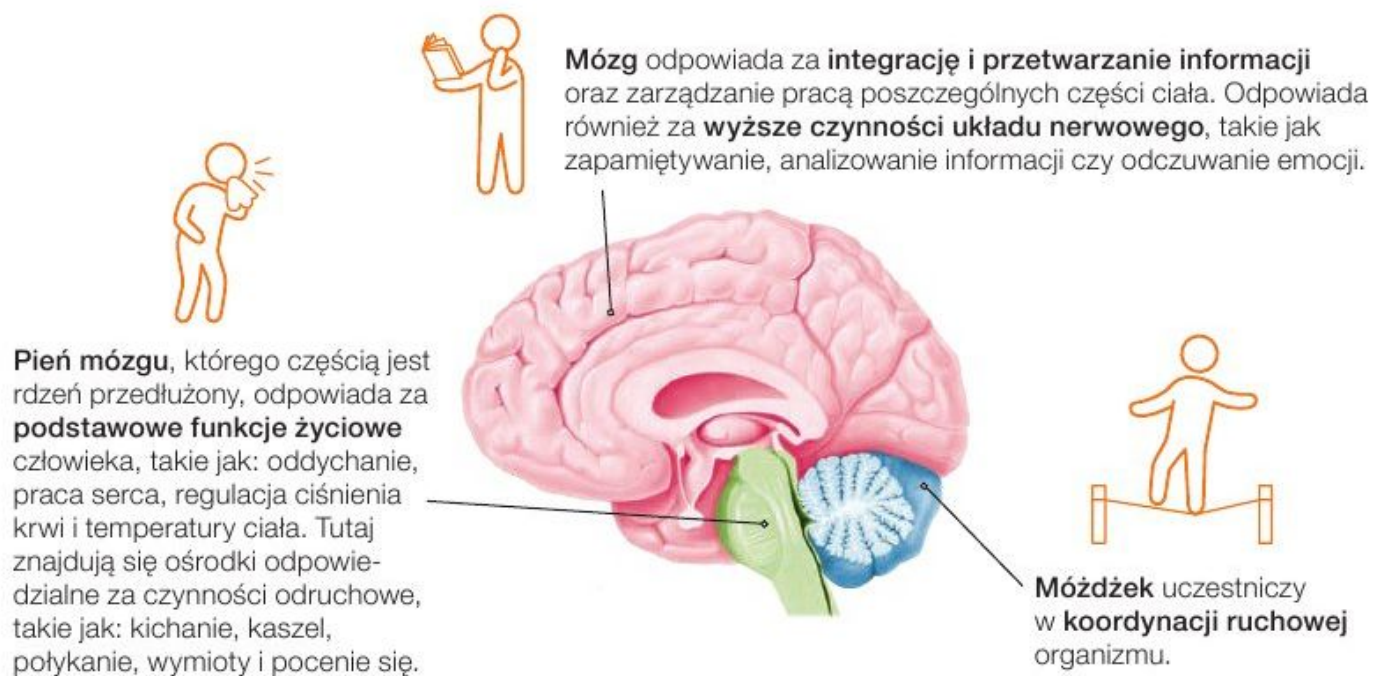
- ▶ mózg,
- ▶ pień mózgu,
- ▶ mózdzek.

Budowa ośrodkowego układu nerwowego



Mózgowie – nadrzędna część układu nerwowego

Mózgowie steruje pracą całego organizmu. Poniżej przedstawiliśmy zadania, które wykonują poszczególne jego części.



Budowa mózgu

Mózg jest zbudowany z **dwóch półkul**. Ich powierzchnia, nazywana **korą mózgu**, jest bardzo 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 ochraniają 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.

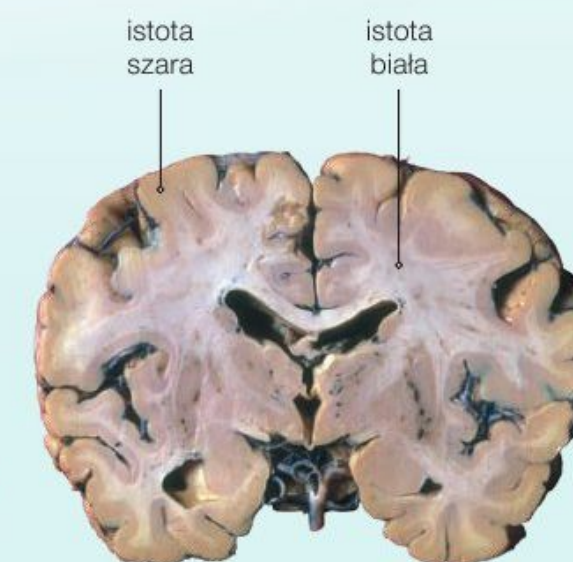
Płat skroniowy odpowiada głównie za przetwarzanie wrażeń słuchowych.

W **płacie potylicznym** znajdują się głównie 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 mózgu, zbudowana z ciał komórek, ma ciemniejszy kolor od warstwy wewnętrznej. Nazywamy ją **istotą szarą**. Pod nią znajduje się **istota biała**, którą tworzą włókna nerwowe.



Budowa i rola rdzenia kręgowego

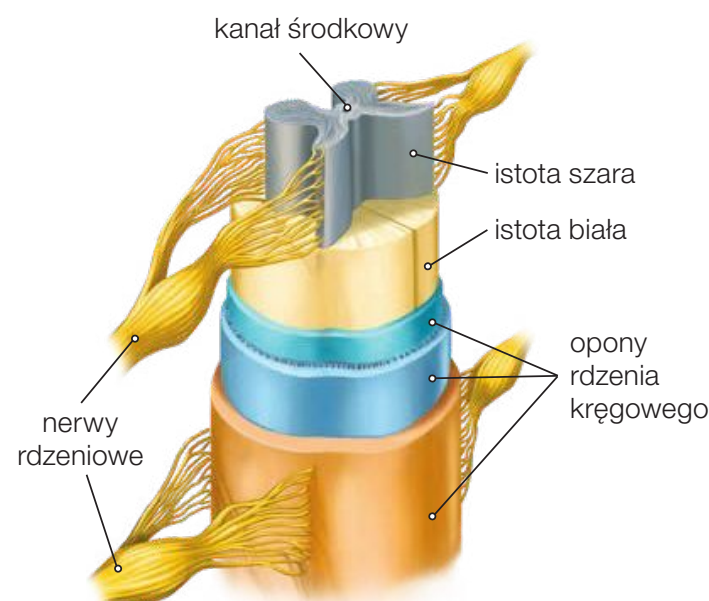
Rdzeń kręgowy – podobnie jak mózg – jest zbudowany z **istoty szarej** i **istoty białej**. Są one jednak umiejscowione w odwrotny sposób. W środku rdzenia kręgowego znajduje się istota szara, a na zewnątrz – istota biała.

Od zewnątrz rdzenia kręgowego znajdują się **opony rdzenia kręgowego** oraz **płyn mózgowo-rdzeniowy**. Pełnią one funkcję ochronną. Płyn mózgowo-rdzeniowy 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 (→ s. 199),
- ▶ przewodzenie impulsów nerwowych z różnych części ciała do mózgowia i z powrotem.

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** składa się z:
 - **pnia mózgu** odpowiedzialnego za podstawowe funkcje życiowe, takie jak oddychanie, praca serca, regulacja ciśnienia krwi i temperatury ciała,
 - **mózdzku** 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.
- **Funkcje rdzenia kręgowego:**
 - kontroluje reakcje odruchowe zachodzące bez udziału naszej woli,
 - przewodzi impulsy nerwowe z różnych części ciała do mózgowia i z powrotem.

Polecenia kontrolne

1. Określ, jakie czynności byłyby zaburzone, gdyby doszło do uszkodzenia móżdżku, a jakie, gdyby doszło do uszkodzenia płata potylicznego kory mózgu.
2. Na podstawie samodzielnie zdobytych informacji oceń, czy zgadzasz się z następującymi opiniami: „Mózg wykorzystuje tylko 10% swoich możliwości” i „Mózg się nie regeneruje”. Uzasadnij swoją odpowiedź.
3. Podaj trzy przykłady czynności, za które odpowiada pień mózgu.
4. Określ, w jaki sposób istota szara i istota biała są umiejscowione w mózgu i w rdzeniu kręgowym.

9.3. Obwodowy układ nerwowy

Ważne na tej lekcji!

- budowa i funkcje obwodowego układu nerwowego
- zasada działania łuku odruchowego
- odruchy bezwarunkowe i warunkowe, rola odruchów warunkowych w procesie uczenia się

Obwodowy układ nerwowy dzięki przewodzeniu impulsów nerwowych zapewnia komunikację między ośrodkowym układem nerwowym a narządami ciała.

Budowa obwodowego układu nerwowego

Obwodowy układ nerwowy jest zbudowany z nerwów. Są to pęczki włókien nerwowych rozpoczynające się w ośrodkowym układzie nerwowym. Wyróżniamy:

- ▶ **nerwy czaszkowe**, które odchodzą od mózgowia i unerwiają głównie głowę oraz jej okolice,
- ▶ **nerwy rdzeniowe**, odchodzące od rdzenia kręgowego i unerwiające m.in.: skórę, mięśnie i narządy wewnętrzne.

Nerwy możemy również podzielić ze względu na kierunek przewodzenia informacji „do” lub

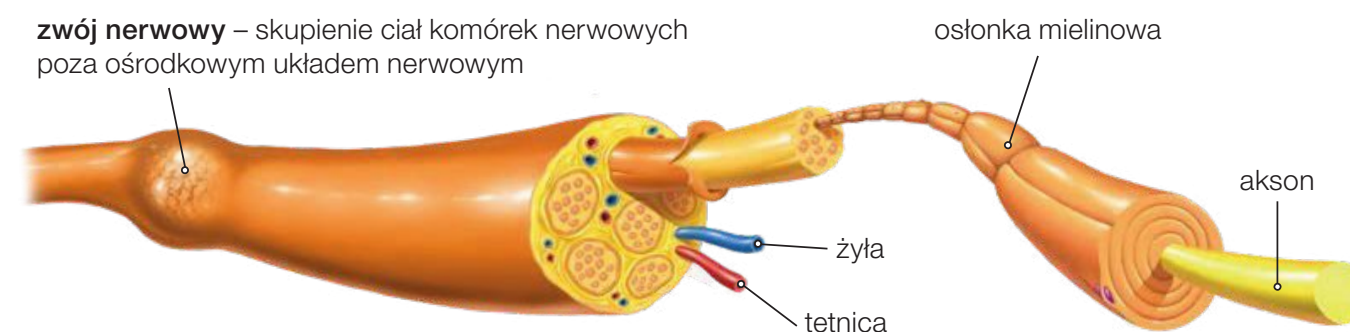
„z” ośrodkowego układu nerwowego (OUN) na nerwy: czuciowe, ruchowe i mieszane.

Podział nerwów ze względu na kierunek przewodzenia informacji

Rodzaje nerwów		
nerwy czuciowe → OUN	nerwy ruchowe OUN →	nerwy mieszane → OUN →
Zawierają włókna nerwowe, które przewodzą impulsy nerwowe od receptorów do ośrodkowego układu nerwowego.	Zawierają włókna nerwowe przekazujące impulsy nerwowe od ośrodkowego układu nerwowego do efektorów (mięśni, gruczołów).	Zawierają włókna nerwowe obu rodzajów (przewodzące impulsy z i do ośrodkowego układu nerwowego).

Budowa nerwu

Nerw to pęczek włókien nerwowych (aksonów, dendrytów lub obu tych wypustek), przebiegający poza ośrodkowym układem nerwowym. Chroni go tkanka łączna. Każde włókno jest zabezpieczone izolatorem elektrycznym w postaci osłonki mielinowej – zapobiega to wzajemnym oddziaływaniom i zakłóceniom w przesyłaniu informacji.



■ Funkcje obwodowego układu nerwowego

Do głównych zadań obwodowego układu nerwowego należy:

- ▶ przekazywanie informacji o bodźcu z receptorów, które odebrały bodziec, do ośrodkowego układu nerwowego,
- ▶ przekazywanie informacji o reakcji na bodziec od ośrodkowego układu nerwowego do efektorów (narządów wykonawczych),
- ▶ udział w powstawaniu odruchów.

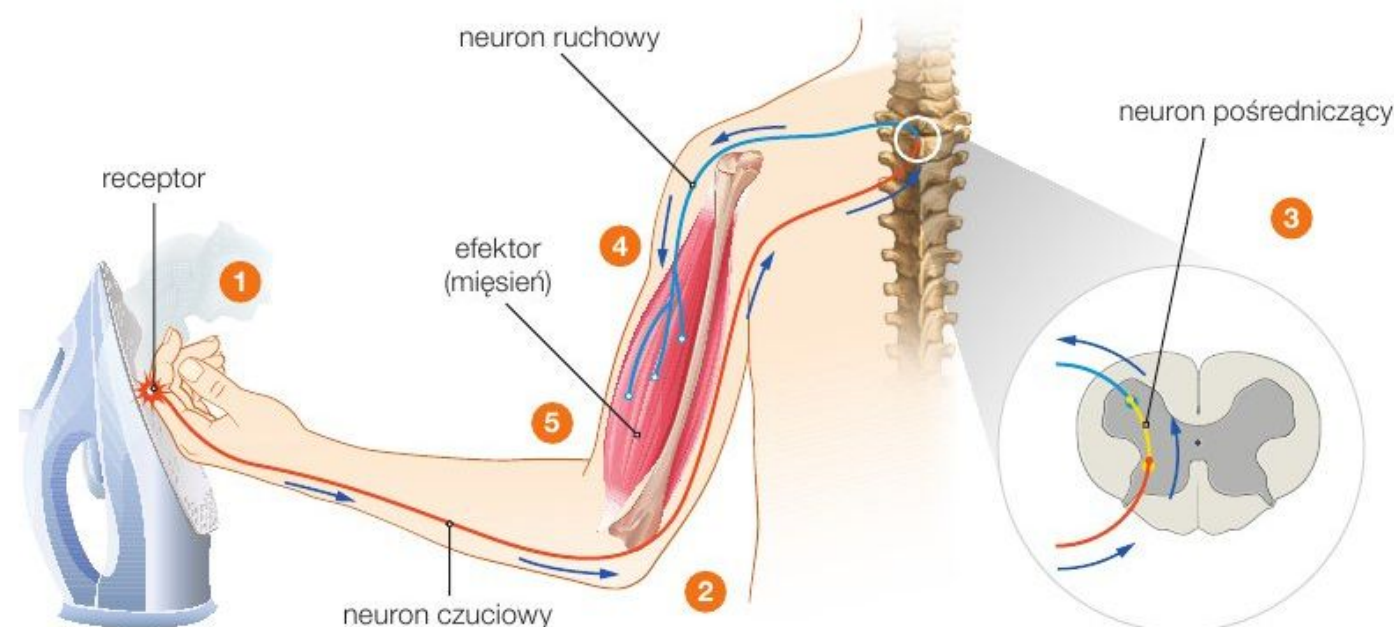
■ Czym są odruchy?

Odruch to szybka, automatyczna, powtarzalna reakcja organizmu na bodziec napływający ze środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego.

Odruchy zachodzą za pośrednictwem ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego, ale bez udziału naszej świadomości. 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 podczas odruchu. Obejmuje ona receptor, elementy obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego oraz efektor, np. mięsień lub gruczoł. Prześledź przebieg łuku odruchowego na przykładzie reakcji na wysoką temperaturę.



Przebieg reakcji odruchowej

- 1 **Receptor** termiczny znajdujący się w skórze palca odbiera bodziec w postaci wysokiej temperatury.
- 2 Informacja o zadziałaniu bodźca zostaje przekazana jako impuls nerwowy przez **neuron czuciowy** do ośrodkowego układu nerwowego – w tym wypadku do **neurona pośredniczącego** w rdzeniu kręgowym.
- 3 Neuron pośredniczący przekazuje impuls nerwowy do **neurona 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 dzielimy na odruchy bezwarunkowe i odruchy warunkowe.

ODRUCHY	
Odruchy bezwarunkowe	Odruchy warunkowe
 • Odruchy bezwarunkowe to reakcje wrodzone, niezależne od naszej woli i niezmieniające się. Są automatyczne, powstają bez udziału kory mózgu. Odpowiadają za nie rdzeń kręgowy i ośrodki mózgowia znajdujące się poza korą mózgu. • Funkcje: umożliwiają zachowanie podstawowych procesów życiowych i ochronę naszego zdrowia i życia. • Cechy odruchów bezwarunkowych: – są wrodzone, – są dziedziczone z pokolenia na pokolenie, – są takie same u wszystkich osobników gatunku, – nie zależą od woli, – nie zanikają, nie wymagają utrwalania, – powstają bez udziału kory mózgu, – nie zmieniają się pod wpływem działania środowiska lub woli osobnika. • Przykłady odruchów bezwarunkowych: – odruch kolanowy (wyprostowanie nogi w stawie kolanowym pod wpływem uderzenia w kolano poniżej rzepki), – odruch ssania, – odruchy obronne, np. odruch kaszlu i odruch wymiotny, – wydzielanie śliny w wyniku obecności pokarmu w jamie ustnej.	 • Odruchy warunkowe mają charakter nabyty – wyuczony. Nie są one dziedziczone i mogą się zmieniać – utrwalac lub wygasać w zależności od warunków zewnętrznych. Odruchy warunkowe powstają na bazie odruchów bezwarunkowych. Odpowiadają za nie ośrodki występujące w korze mózgu. • Funkcje: umożliwiają adaptację do warunków środowiska oraz np. uczenie się nowych czynności. • Cechy odruchów warunkowych: – są nabyte, – nie są dziedziczone, – są indywidualne dla każdego osobnika, – zależą od woli, – zanikają, jeżeli nie są utrwalane, – powstają z udziałem kory mózgu, – mogą się zmieniać pod wpływem działania środowiska lub woli osobnika. • Przykłady odruchów warunkowych: – jazda na rowerze, – prowadzenie samochodu, – pisanie, – rozglądanie się przy przejściu przez ulicę, – włączanie światła przy wejściu do pokoju, – wydzielanie śliny na widok cytryny lub na myśl o niej.



Odruch ssania pojawia się ok. 17. tyg. życia płodowego. W okresie noworodkowym i niemowlęcym umożliwia dziecku zaspokajanie głodu. Prawidłowo wykształcony odruch ssania jest też istotny podczas nauki mowy.



Odruch wydzielania śliny na myśl o kwaśnej cytrynie lub na widok cytryny to przykład 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?

Postaw na aktywność – dobra kondycja fizyczna powoduje, że mózg pracuje sprawniej.

Wysypiaj się – mózg podczas snu utrwała nowe informacje nabyte w ciągu dnia.

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.

Buduj pozytywne konteksty dla zapamiętywanych treści – pozytywne emocje sprzyjają zapamiętywaniu.

Rób częste powtórki i przerwy w nauce, dziel materiał na mniejsze partie – sprzyja to trwalszemu zapamiętywaniu.

W skrócie

- **Obwodowy układ nerwowy** składa się z **nerwów czaszkowych** i **nerwów rdzeniowych**.
- **Odruch** to szybka, automatyczna, powtarzalna reakcja organizmu na bodziec napływający ze środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego. Powstaje on bez udziału świadomości, za pośrednictwem obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego.
- **Łuk odruchowy** to droga, którą impuls nerwowy przemierza od receptora do efektoru, przez ośrodek nerwowy w ośrodkowym układzie nerwowym.
- **Odruchy bezwarunkowe** są reakcjami wrodzonymi, niezmiennymi w ciągu życia, takimi samymi u wszystkich przedstawicieli gatunku. Powstają bez pośrednictwa kory mózgu.
- **Odruchy warunkowe** to reakcje nabyte. Mogą zanikać lub być modyfikowane. Powstają z udziałem kory mózgu. Każdy osobnik ma charakterystyczne dla siebie odruchy warunkowe.

Polecenia kontrolne

1. Opisz budowę obwodowego układu nerwowego i podaj jego funkcje.
2. Opisz drogę, którą przemierza impuls nerwowy w łuku odruchowym, kiedy ukluszesz się igłą w palec.
3. Wyjaśnij, dlaczego niektóre psy wydzielają ślinę na dźwięk otwierania lodówki. Określ, czy reakcja ta jest przykładem odruchu warunkowego, czy bezwarunkowego.
4. Wyjaśnij, jakie znaczenie ma dla nas odruch zmiany wielkości źrenicy pod wpływem światła.

9.4. Autonomiczny układ nerwowy

Ważne na tej lekcji!

- układ nerwowy współczulny i przywspółczulny
- rola autonomicznego układu nerwowego w utrzymywaniu homeostazy

Na poprzednich lekcjach mówiliśmy o podziale układu nerwowego ze względu na budowę na układ nerwowy ośrodkowy i układ nerwowy obwodowy. Na tej lekcji dowiesz się, jak dzielimy układ nerwowy ze względu na funkcje, które pełni jego poszczególne części. Poznasz też dokładniej autonomiczny układ nerwowy.

Podział układu nerwowego ze względu na funkcje

Ze względu na pełnione funkcje układ nerwowy dzielimy na:

- ▶ **somatyczny układ nerwowy**, który odbiera bodźce ze środowiska zewnętrznego i kieruje świadomym wykonywaniem ruchów, 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 utrzymywaniu homeostazy.

■ Jak dzielimy autonomiczny układ nerwowy?

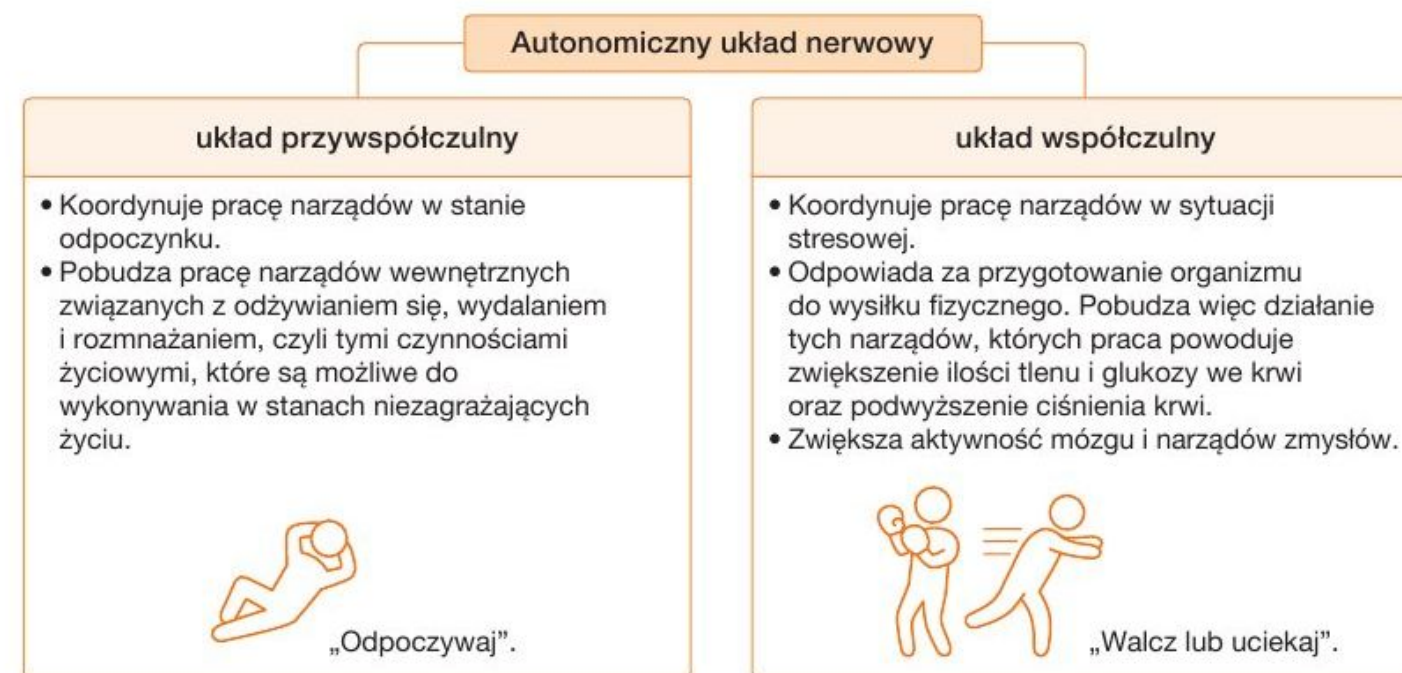
Autonomiczny układ nerwowy dzielimy na:

- ▶ **układ przywspółczulny**,
- ▶ **układ współczulny**.

Oba te układy, przekazując impulsy nerwowe do narządów wewnętrznych, regulują ich pracę.

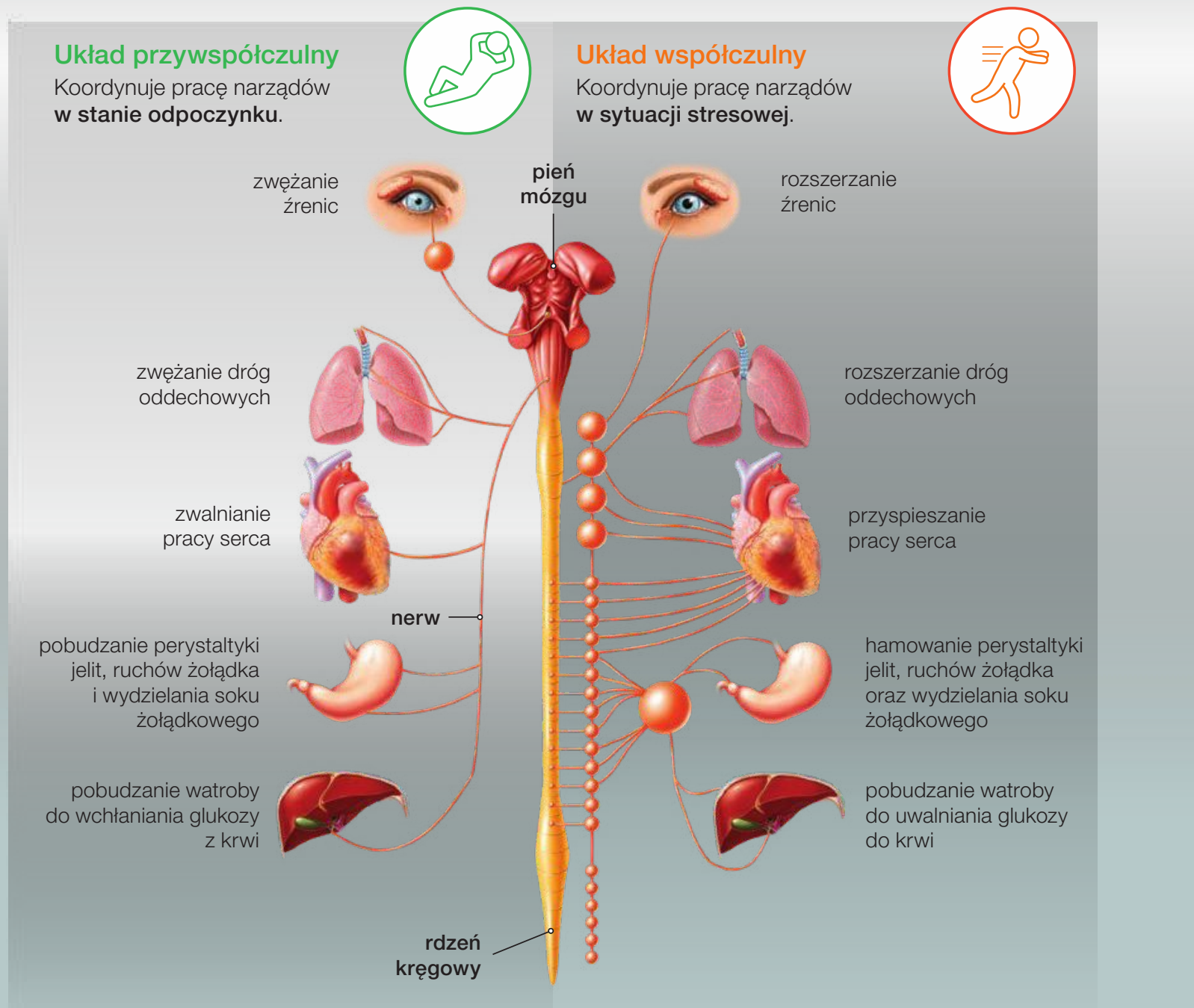
Układ współczulny i układ przywspółczulny działają **antagonistycznie**, czyli przeciwnie. Układ przywspółczulny dominuje w chwilach relaksu i snu, natomiast układ współczulny aktywuje się w sytuacji stresowej i mobilizuje organizm do działania.

Podział autonomicznego układu nerwowego



Rola autonomicznego układu nerwowego

Autonomiczny układ nerwowy reguluje pracę narządów wewnętrznych, dzięki czemu utrzymuje organizm w homeostazie.



W skrócie

- Autonomiczny układ nerwowy odbiera bodźce z wnętrza ciała i koordynuje pracę narządów wewnętrznych. Układ ten dzielimy na:
 - **układ współczulny**, który koordynuje pracę narządów wewnętrznych w sytuacji stresowej,
 - **układ przywspółczulny**, który koordynuje pracę narządów wewnętrznych w stanie odpoczynku.

Polecenia kontrolne

- Opisz, na czym polega antagonistyczne działanie układu współczulnego i układu przywspółczulnego.
- Określ, która część układu autonomicznego pobudzi się podczas niezapowiedzianej kartkówki.

9.5. Higiena i choroby układu nerwowego

Ważne na tej lekcji!

- biologiczne znaczenie snu
- wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na organizm człowieka
- objawy i profilaktyka choroby Alzheimera, choroby Parkinsona i depresji
- znaczenie diagnostyki w ograniczaniu skutków chorób układu nerwowego

Każdego dnia wystawiamy nasz układ nerwowy na próbę – szybkie tempo życia, przemęczenie, stres czy zbyt krótki sen mogą zaburzyć jego pracę i przyczynić się do rozwoju niektórych chorób. Jak zatem zadbać o układ nerwowy, aby temu zapobiec?

Higiena układu nerwowego

Aby uniknąć zaburzeń funkcjonowania układu nerwowego, musimy przede wszystkim pamiętać o:

- ▶ odpowiedniej ilości snu,
- ▶ aktywności fizycznej,
- ▶ zdrowej diecie, bogatej m.in. w magnez, cynk i witaminy z grupy B,
- ▶ unikaniu używek i stresu,
- ▶ odpowiednio długim odpoczynku z dala od ekranów komputera, telefonu czy tabletu.

Biologiczne znaczenie snu

Sen jest fizjologicznym stanem odpoczynku całego ciała. Kiedy śpimy, zmniejsza się np. napięcie mięśniowe oraz słabiej reagujemy na bodźce. Odpowiednia ilość nieprzerwanego snu jest bardzo ważna dla właściwego funkcjonowania wielu układów narządów człowieka, przede wszystkim układu nerwowego, układu hormonalnego i układu odpornościowego.

Brak odpowiedniej ilości snu powoduje, że ośrodkowy układ nerwowy nie regeneruje się odpowiednio, co prowadzi m.in. do:

- ▶ drażliwości,
- ▶ zaburzeń widzenia,
- ▶ problemów z koncentracją i pamięcią,
- ▶ osłabienia odporności,
- ▶ zaburzeń hormonalnych.

Znaczenie snu

Lepsza pamięć

Jeśli w ciągu dnia czegoś się nauczyliśmy, podczas snu nastąpi utrwalenie tych informacji.

Prawidłowy wzrost

Podczas snu wzrasta poziom hormonu wzrostu we krwi, co pozwala nam m.in. osiągnąć prawidłowy wzrost.

Co nam daje sen?

Odpoczynek

Podczas snu ciało się relaksuje, mięśnie się rozluźniają, zmniejsza się aktywność większości narządów wewnętrznych.

Ochrona mózgu

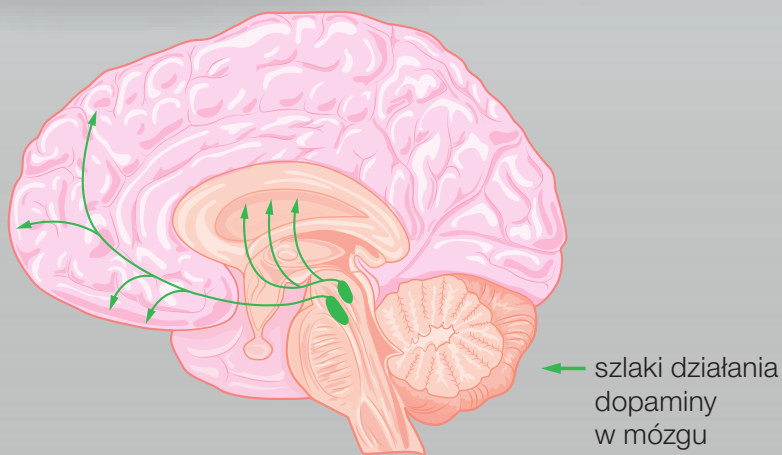
W trakcie snu następuje pobudzenie synaps niedostatecznie stymulowanych podczas czuwania, dzięki czemu nie następuje ich zanik.

Jak substancje psychoaktywne wpływają na nasz organizm?

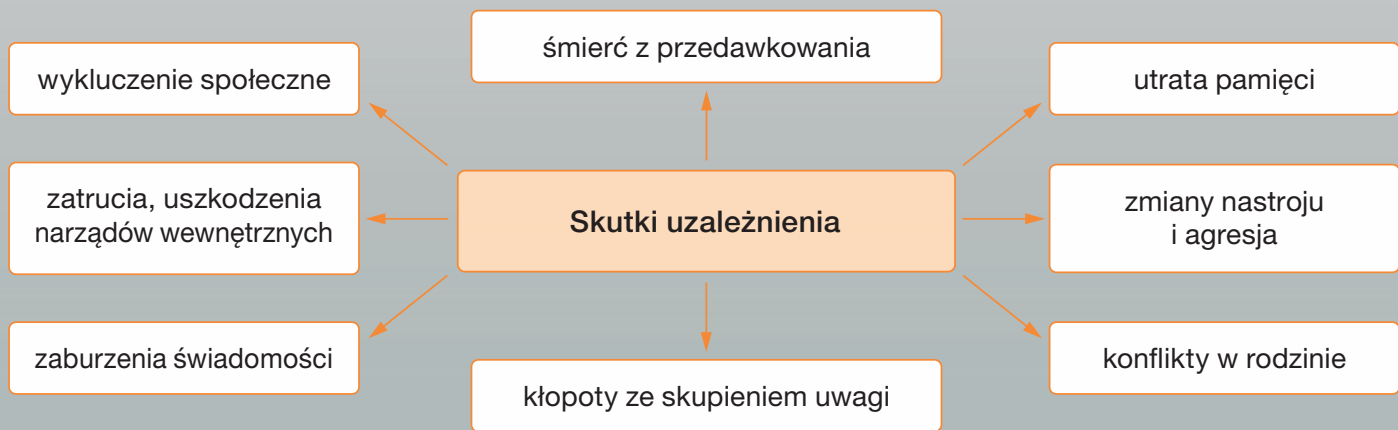
Substancje psychoaktywne to takie substancje, które zmieniają stan świadomości i zachowanie człowieka przez oddziaływanie na jego układ nerwowy. Przykładami tych substancji są narkotyki, dopalacze, alkohol, nikotyna i niektóre leki (m.in. o działaniu uspokajającym lub nasennym).

Skutki przyjmowania substancji psychoaktywnych

Przyjmowanie substancji psychoaktywnych bardzo często prowadzi do uzależnienia, czyli przymusu wykonywania pewnej czynności – np. zażywania szkodliwej substancji – pomimo negatywnych skutków zdrowotnych oraz społecznych. Podczas zażywania substancji psychoaktywnych zwiększa się poziom dopaminy w strukturach mózgu odpowiedzialnych m.in. za odczuwanie przyjemności.



Obszary w mózgu pobudzone dopaminą w wyniku zażywania substancji psychoaktywnych.



Narkotyki i dopalacze

Narkotyki to substancje chemiczne, które wpływając na układ nerwowy, zmieniają nastrój, zachowanie lub świadomość. Zażywanie narkotyków bardzo szybko prowadzi do uzależnienia, co z kolei wiąże się z przymusem przyjmowania coraz większych ich dawek.

Dopalacze to środki psychoaktywne, które działają na organizm w podobny sposób jak narkotyki. Współcześnie pojawia się coraz więcej różnych rodzajów dopalaczy o nieznanym składzie, dlatego stosowanie tych środków może mieć tragiczne skutki. Nawet jednorazowe zażycie dopalaczy może skończyć się śmiercią.



Niektóre substancje narkotyczne występują w roślinach. Na przykład kokaina to składnik liści 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 czy statusu społecznego.

Wpływ alkoholu na organizm człowieka



Układ krążenia: wzrost tętna i ciśnienia krwi, nieregularna praca serca, zaburzenia termoregulacji, wzrost ryzyka zawału serca i udaru mózgu.



Wątroba: zapalenie wątroby, marskość wątroby, rak wątroby.



Trzustka: zniszczenie struktur odpowiedzialnych za wydzielanie enzymów trawiennych i hormonów.



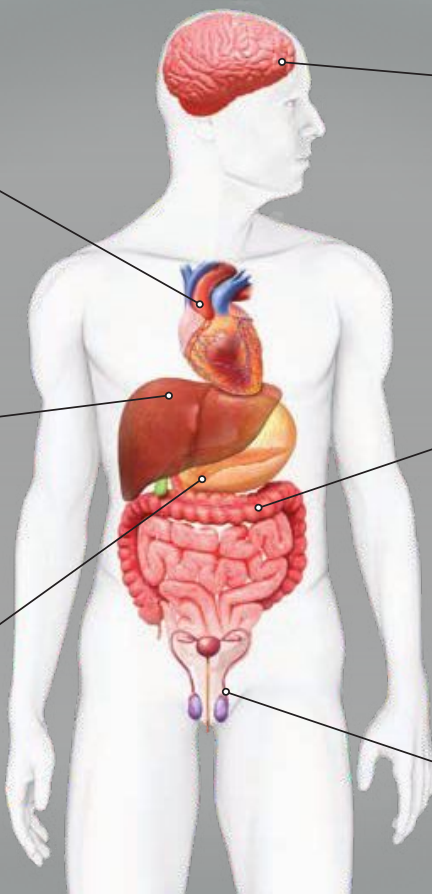
Układ nerwowy: zmiany nastroju, utrata koordynacji ruchów, zaburzenia funkcji intelektualnych i pamięci, w skrajnych przypadkach – utrata przytomności i śmierć.



Układ pokarmowy: podrażnienia błony śluzowej, wzrost ryzyka zachorowania na chorobę wrzodową żołądka i dwunastnicy oraz na nowotwory narządów układu pokarmowego.



Układ rozrodczy: spadek płodności u mężczyzn, zaburzenia cyklu miesiączkowego u kobiet.



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 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.

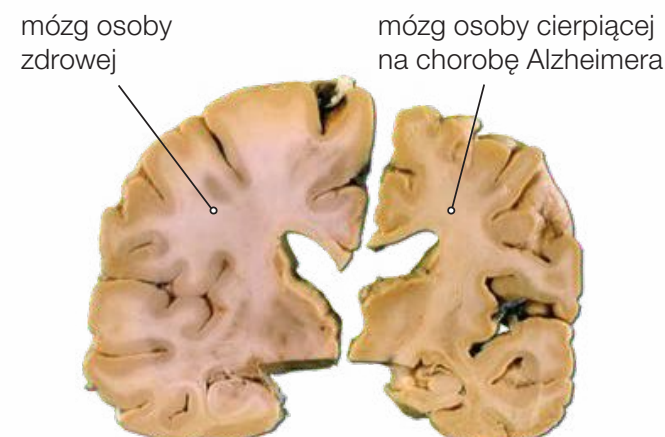


Uzależnienie od leków i innych środków farmaceutycznych nazywamy lekomanią.

Choroba Alzheimer

Choroba Alzheimer [wym. alc-hajmera] 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 złoże 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 Alzheimer.
- **Objawy:** zaburzenia pamięci, mowy, orientacji w czasie i przestrzeni, częste zmiany nastroju, narastająca niechęć do podejmowania jakiegokolwiek aktywności.



W chorobie Alzheimer następuje degeneracja neuronów, dlatego mózg osoby chorej ma mniejszą objętość.

Czynniki ryzyka rozwoju choroby Alzheimer:

- starszy wiek (>65 lat),
- płeć żeńska,
- cukrzyca,
- występowanie w rodzinie osoby chorej na chorobę Alzheimer.

Diagnostyka:

Chorobę Alzheimer 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, B₆ 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



Osoby cierpiące na chorobę Parkinsona mają charakterystyczną, pochyloną postawę ciała.

Depresja

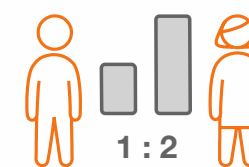
Depresja jest jedną z najczęściej występujących chorób układu nerwowego. Charakteryzuje się m.in. długotrwałym obniżeniem nastroju, co uniemożliwia choremu codzienne prawidłowe funkcjonowanie. Depresja jest najczęstszą przyczyną samobójstw, dlatego tak ważne jest jej szybkie wykrycie i leczenie.

- **Przyczyny:** najczęściej złożone, m.in. czynniki genetyczne, zaburzenia przekazywania informacji w mózgu, występowanie chorób przewlekłych, uzależnienia, trudne i stresujące wydarzenia życiowe, samotność.
- **Profilaktyka:** m.in. bliskie i szczere relacje z innymi, dbanie o zdrowy sen i aktywność fizyczną, w razie potrzeby – konsultacje psychiatryczne i psychologiczne.

280 mln

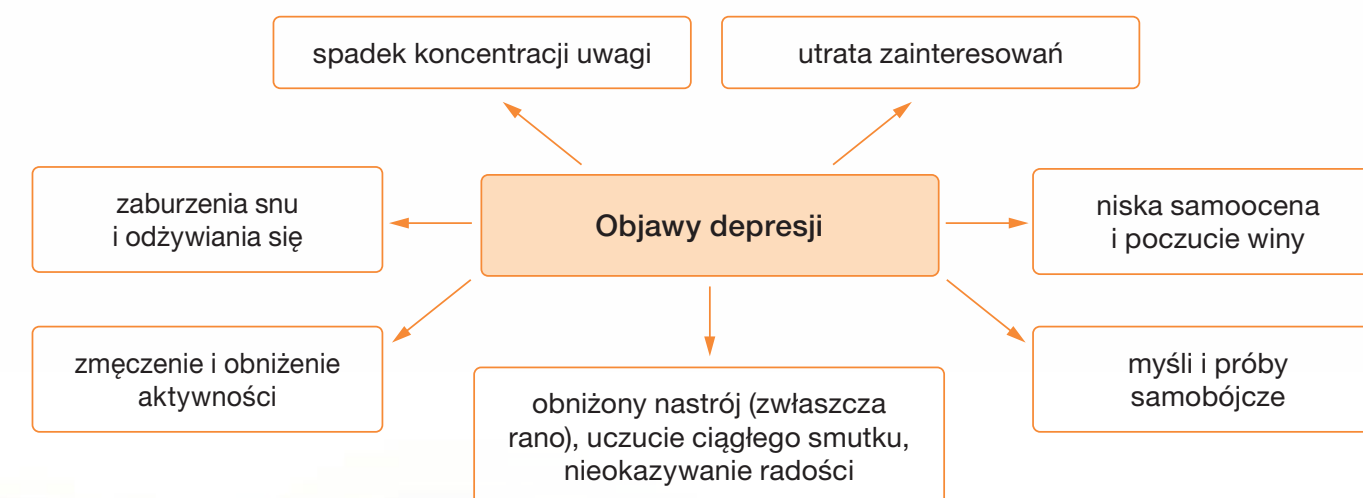


ok. 1,2 mln



Na depresję choruje ponad 280 mln ludzi na świecie, w tym ok. 1,2 mln w Polsce.

Kobiety chorują na depresję dwukrotnie częściej niż mężczyźni.



Jeżeli objawy wskazujące na depresję utrzymują się ponad dwa tygodnie, warto o tym porozmawiać ze specjalistą.

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 organizmowi utrwalenie informacji nabytych w ciągu dnia, odpoczynek, wzrost 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 i depresję.
- W leczeniu wszystkich chorób układu nerwowego najważniejsza jest ich wczesna diagnostyka.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, jaką rolę odgrywa sen w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu człowieka.
2. Wymień główne objawy: **a)** choroby Alzheimera, **b)** choroby Parkinsona.
3. Na podstawie samodzielnie zebranych informacji podaj czynniki ryzyka wystąpienia choroby Alzheimera i depresji.

Podsumowanie



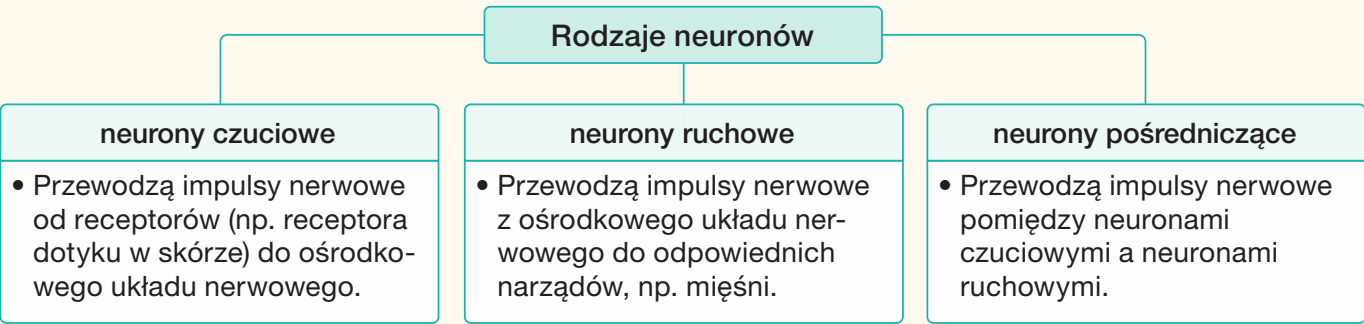
1 Funkcje układu nerwowego:

- odbiera i analizuje bodźce pochodzące ze środowiska zewnętrznego i z wnętrza ciała,
- wywołuje reakcje na bodźce,
- reguluje i koordynuje pracę innych układów narządów,
- steruje wyższymi czynnościami nerwowymi, takimi jak pamięć i emocje.

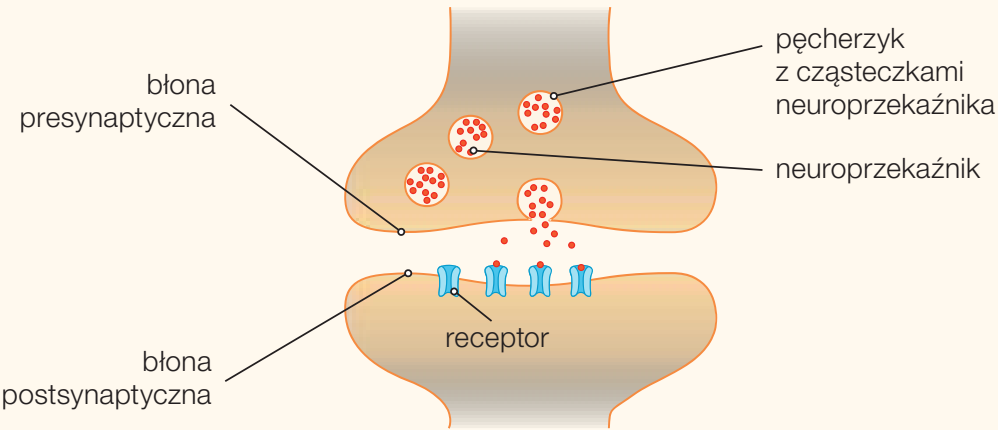
2 Podział układu nerwowego

Podział ze względu na budowę		Podział ze względu na funkcje	
ośrodkowy układ nerwowy	obwodowy układ nerwowy	somatyczny układ nerwowy	autonomiczny układ nerwowy
• Składa się z mózgowia i rdzenia kręgowego. • Odbiera i analizuje bodźce. • Decyduje o reakcjach organizmu.	• Składa się z nerwów czaszkowych i nerwów rdzeniowych. • Przewodzi sygnały pomiędzy układem ośrodkowym a receptorami i efektorami.	• Odbiera bodźce ze środowiska zewnętrznego. • Odpowiada za świadome czynności organizmu.	• Odbiera bodźce z wnętrza organizmu. • Odpowiada za czynności niezależne od woli.

3 Neurony – komórki nerwowe, które przekazują informacje w postaci impulsów nerwowych.



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.

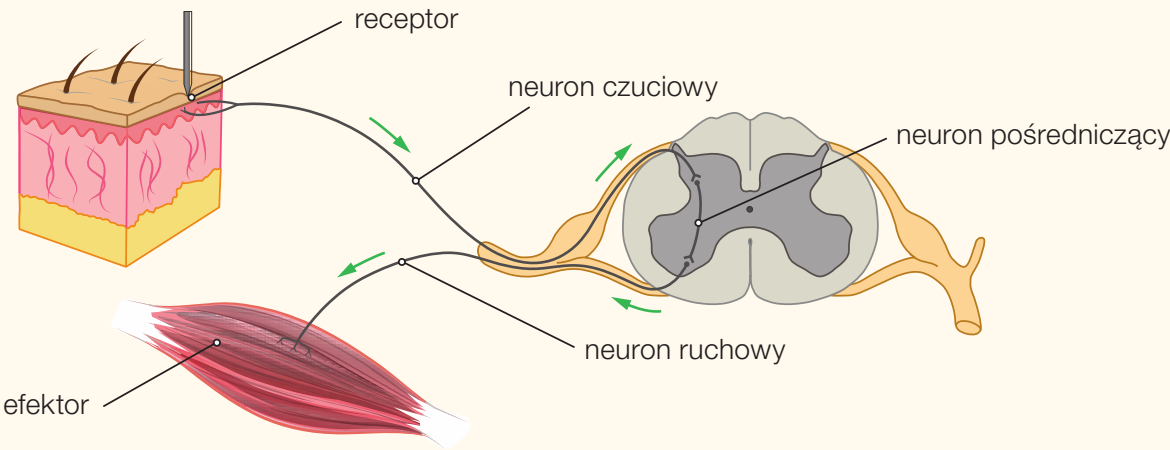
7 Rdzeń kręgowy przede wszystkim:

- kontroluje reakcje odruchowe zachodzące bez udziału naszej woli (np. odruch kolanowy),
- zapewnia komunikację między mózgiem a obwodowym układem nerwowym.

8 **Odruchy** – szybkie, automatyczne, powtarzalne reakcje organizmu na bodziec napływający ze środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego.



9 Elementy łuku odruchowego



10 Podział i funkcje autonomicznego układu nerwowego

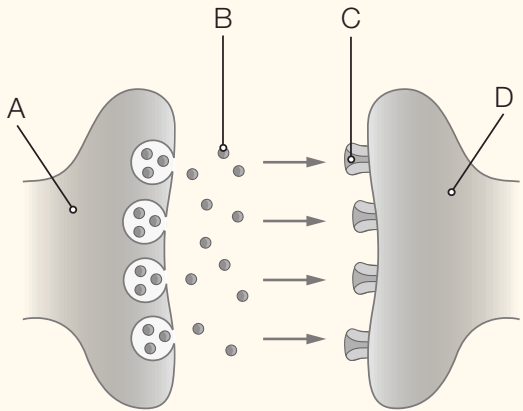
Autonomiczny układ nerwowy	
współczulny	przywspółczulny
• Koordynuje pracę narządów w sytuacji stresowej.	• Koordynuje pracę narządów podczas odpoczynku.

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 poniżej neuroprzekaźników wykazuje działanie hamujące. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

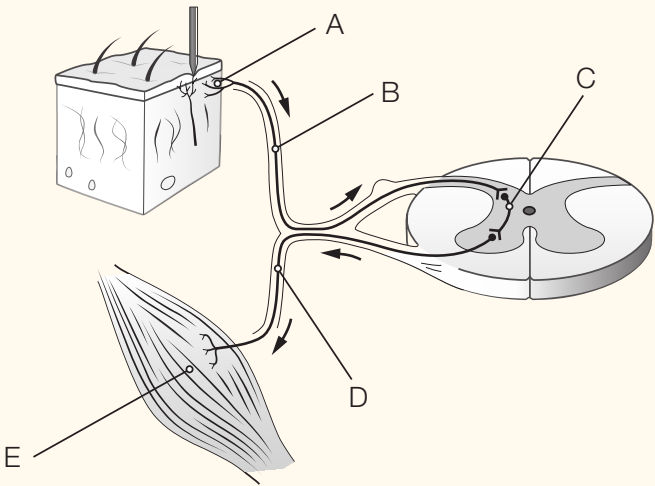
dopamina, GABA, serotonina, adrenalina

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 na ilustracji łuku odruchowym. Podaj ich nazwy. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

4 Określ, którego rodzaju odruchu (warunkowego czy bezwarunkowego) dotyczy każde z poniższych zdań. 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 myśl o cytrynie lub na widok cytryny.
- G. Przykładem jest odruch ssania.

5 Zapisz w zeszycie we właściwej kolejności etapy 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 przekazuje impuls nerwowy do efektora – mięśnia.
- D. Neuron czuciowy przekazuje informację o zadziałaniu bodźca w postaci impulsu nerwowego do ośrodkowego układu nerwowego.
- E. Receptor termiczny w skórze palca odbiera bodziec.

6 Wybierz punkt, w którym wymieniono wyłącznie działania współczulnego układu nerwowego. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (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 Wymień dwa przykłady pozytywnego znaczenia snu dla człowieka. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (2 p.)

8 Podaj dwa przykłady substancji uzależniających. Opisz wpływ jednej z nich na organizm. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (2 p.)

9 Określ, której choroby dotyczy poniższy opis. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

Choroba ta występuje głównie u starszych osób. Dochodzi w niej do niszczenia komórek nerwowych w wyniku odkładania się nieprawidłowych białek i, w konsekwencji, do postępującego otępienia. Do objawów tej choroby należą m.in. zaburzenia pamięci, mowy i orientacji w przestrzeni.

- A. Depresja.
- B. Choroba Parkinsona
- C. Choroba Alzheimera.

10. Narządy zmysłów

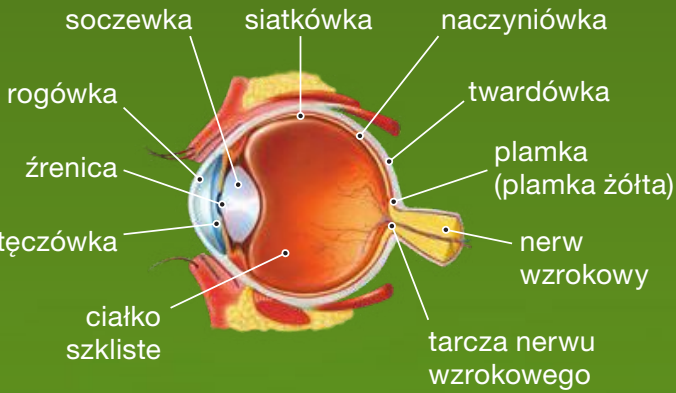


Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

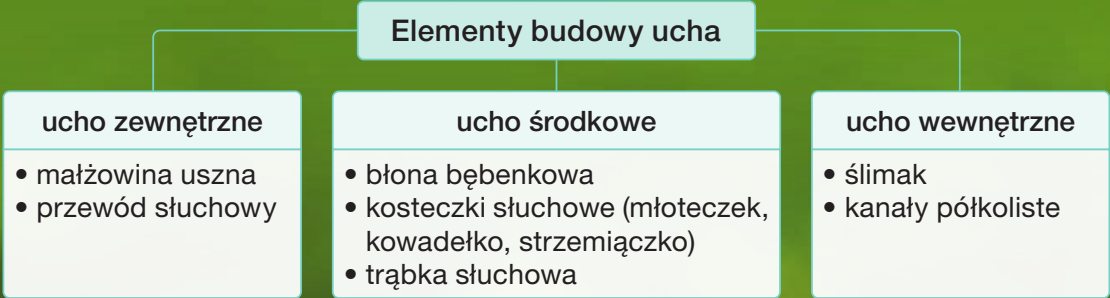
U człowieka wyróżniamy zmysły:

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

Budowa oka (narząd wzroku):



Budowa ucha (narządu słuchu i równowagi):



10.1. Budowa i działanie narządu wzroku

Ważne na tej lekcji!

- podział receptorów ze względu na rodzaj odbieranego bodźca
- związek między lokalizacją a funkcją receptorów
- budowa i działanie oka
- podstawowe zasady higieny wzroku

Wiesz już, że za analizę i interpretację bodźców oraz określanie sposobu reakcji na nie odpowiada układ nerwowy. Na tej lekcji dowiesz się więcej na temat receptorów i poznasz jeden z narządów zmysłów – oko.

■ Czym są receptory?

Receptory to wyspecjalizowane komórki lub wolne zakończenia nerwowe (dendryty), które odbierają określone bodźce (np. ucisk, wzrost temperatury) i przekazują je w postaci impulsów nerwowych do ośrodkowego układu nerwowego. Tam bodźce są interpretowane i powstaje doznanie, np. wrażenie wzrokowe lub słuchowe.

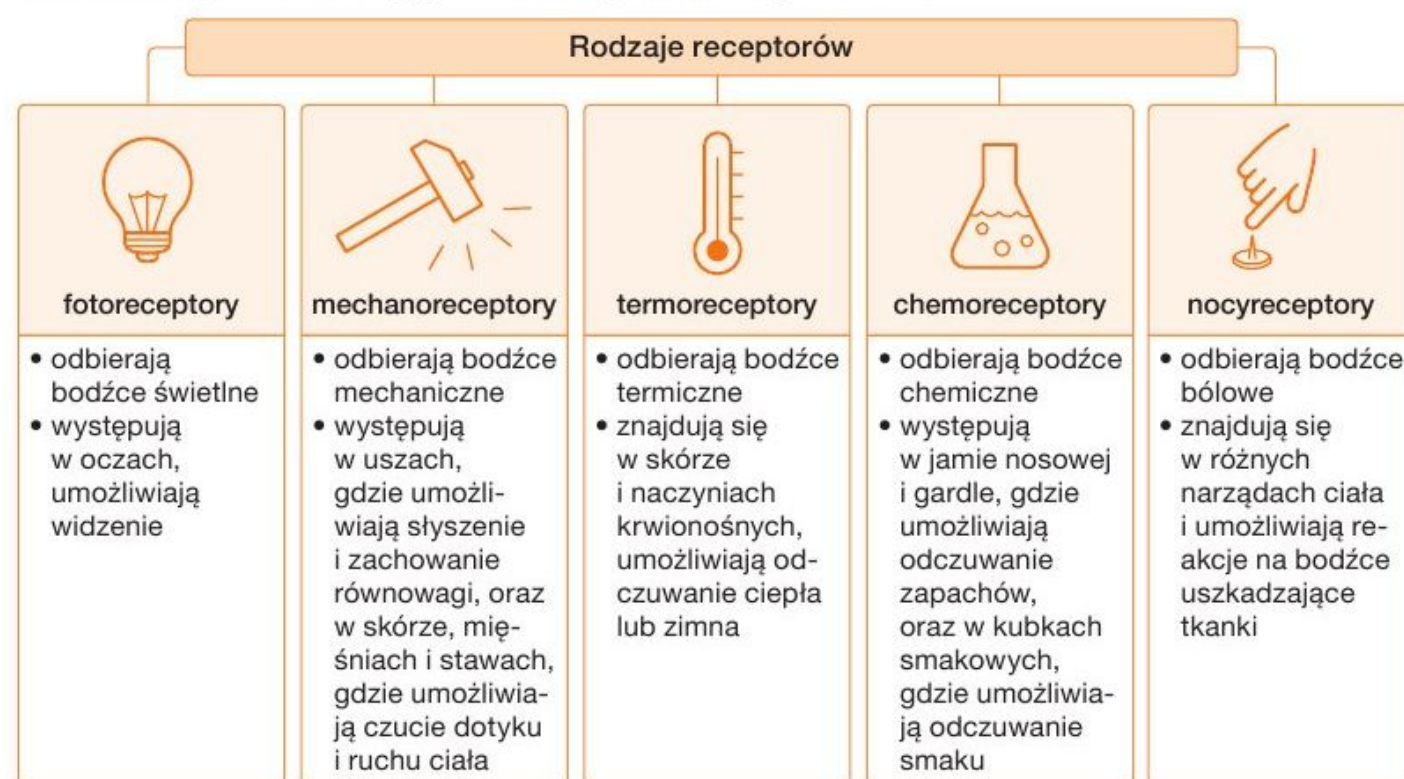
■ Kryteria podziału receptorów

Pierwszym kryterium podziału receptorów jest **pochođenje odbieranego bodźca**. Na tej podstawie wyróżniamy:

- ▶ receptory odbierające **bodźce ze środowiska wewnętrznego**. Występują one np. w narządach wewnętrznych;
- ▶ receptory odbierające **bodźce ze środowiska zewnętrznego**. Występują one w **narządach zmysłów**.

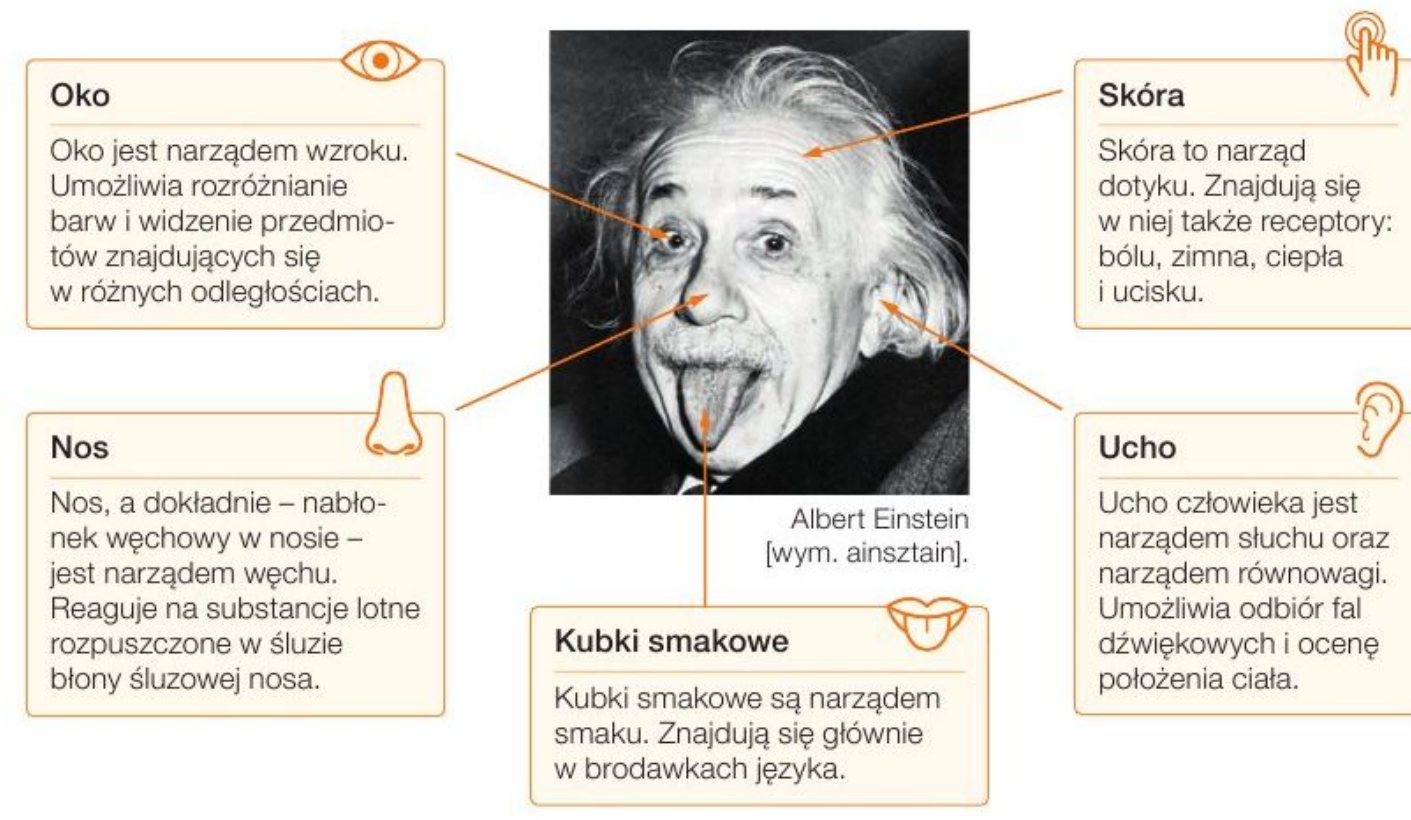
Drugim kryterium podziału receptorów jest podział ze względu na **rodzaj odbieranego bodźca**. Receptory wyróżniane na podstawie tego podziału opisaliśmy na schemacie poniżej.

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.

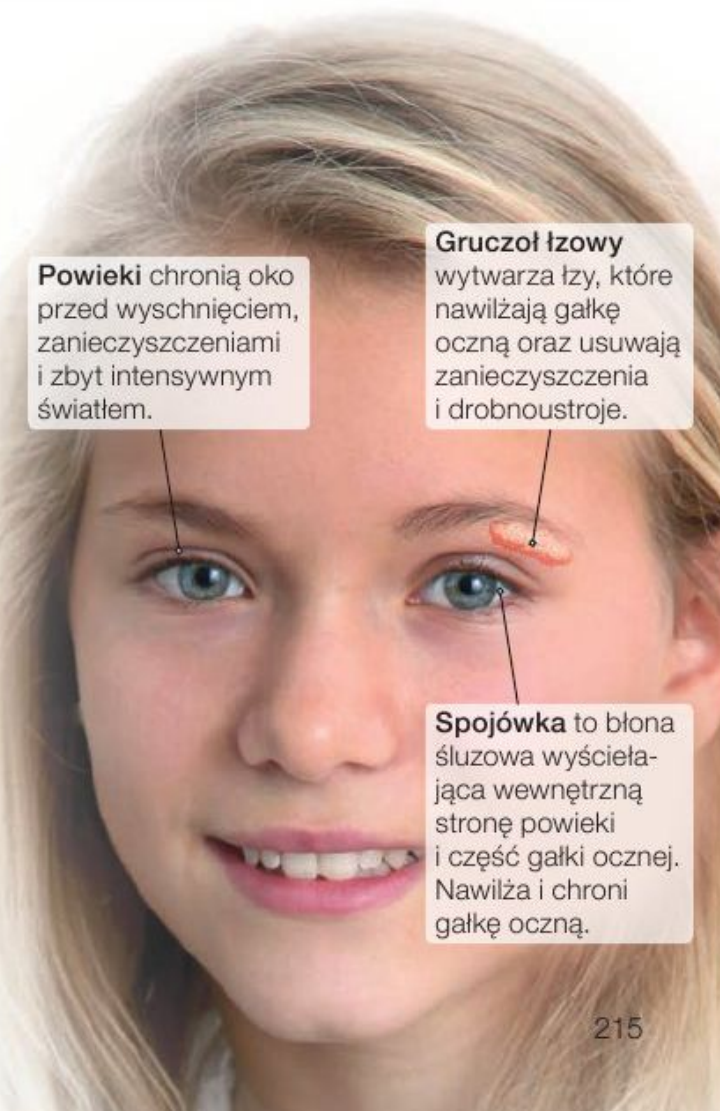


■ Budowa oka

Każde oko jest zbudowane z:

- ▶ **gałki ocznej** – to główna część narządu wzroku znajdująca się w oczodole,
- ▶ **nerwu wzrokowego** – nerw ten przekazuje impulsy nerwowe od receptorów wzroku do mózgowia,
- ▶ **aparatu ruchowego** – tworzy go grupa mięśni, dzięki którym gałka oczna może się poruszać,
- ▶ **aparatu ochronnego gałki ocznej** – składa się on:
 - z brwi, które chronią oko przed potem spływającym z czoła,
 - z rzęs, które chronią oko przed zanieczyszczeniami,
 - z powieki,
 - ze spojówki,
 - z gruczołu łzowego.

Budowa i funkcje aparatu ochronnego gałki ocznej.



■ Jak jest zbudowana gałka oczna?

Gałka oczna ma kulisty kształt. Jej wnętrze wypełnia galaretowaty płyn, tzw. **ciało szkliste**. Ścianę gałki ocznej tworzą:

- ▶ **twardówka** – zewnętrzna, gruba i nieprzezroczysta błona. Pełni ona funkcję ochronną. W przedniej części oka twardówka przechodzi w **rogówkę**, która jest cieńsza, przezroczysta i wypukła;
- ▶ **naczyniówka** – środkowa błona, w której występuje sieć włosowatych naczyń krwionośnych. Zaopatrują one oko w substancje odżywcze i tlen. W przedniej części naczyniówka przechodzi w **tęczówkę**, która może mieć różny kolor. W centrum tęczówki znajduje się otwór zwany źrenicą. Naczyniówkę z tęczówką łączy tzw. **ciało rzęskowe**. Jego najważniejszą częścią jest mięsień rzęskowy, który wpływa na zmianę kształtu soczewki (→ s. 217);
- ▶ **siatkówka** – to najgłębiej położona błona, która uczestniczy w odbiorze bodźców

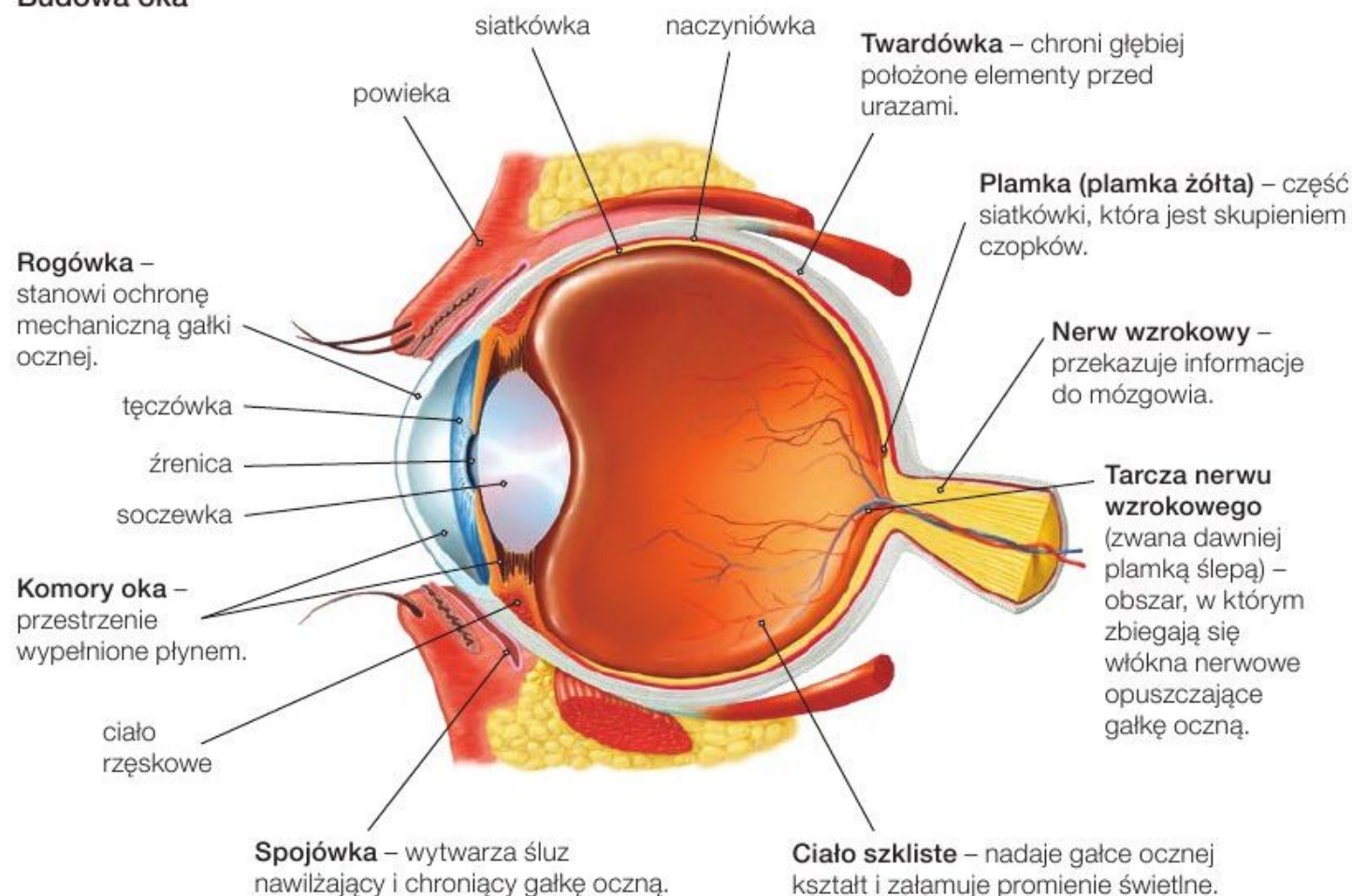
światlnych. W jej skład wchodzi **fotoreceptory** przetwarzające bodźce świetlne na impulsy nerwowe – **czopki** i **pręciki**.

Rodzaje fotoreceptorów	
czopki	pręciki
• Umożliwiają wyraźne widzenie oraz rozróżnianie barw. • Najwięcej czopków znajduje się w punkcie zwanym plamką (plamką żółtą).	• Odpowiadają za postrzeganie kształtów oraz ruchu. • Umożliwiają również widzenie w półmroku.

■ Na czym polega adaptacja oka?

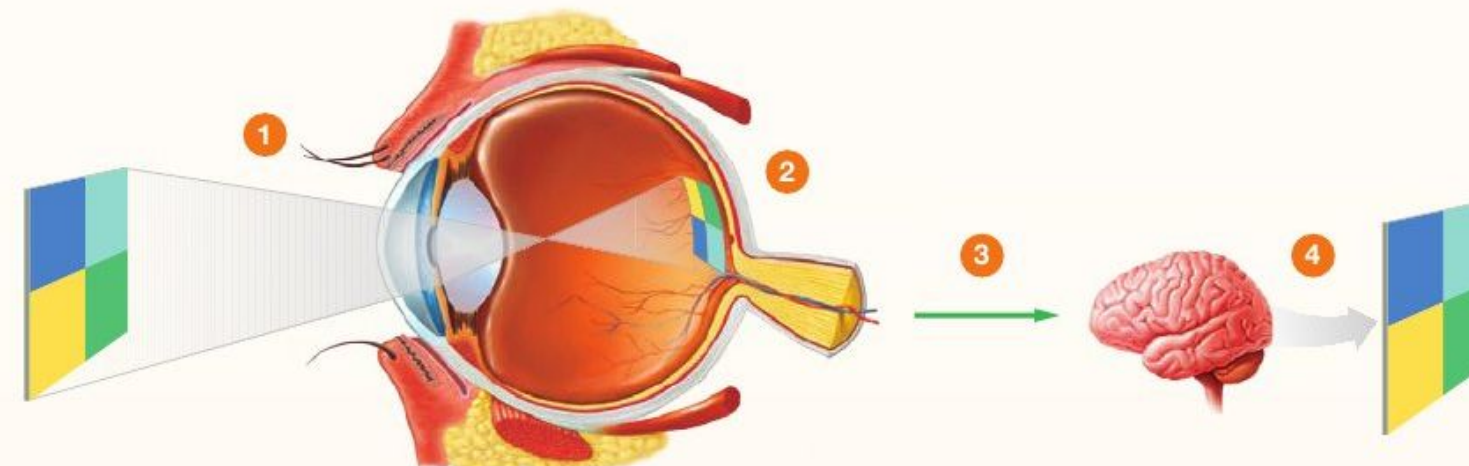
Adaptacja oka to jego przystosowanie do widzenia w różnych warunkach oświetlenia. Jest to możliwe dzięki temu, że średnica źrenicy zmienia się w zależności od natężenia światła. Mechanizm ten nie zależy od naszej woli. Zapobiega on wnikięciu do oka zbyt dużej ilości światła.

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 mózgu.



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 Następnie nerw wzrokowy przekazuje informację o obrazie 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 w gałce ocznej

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

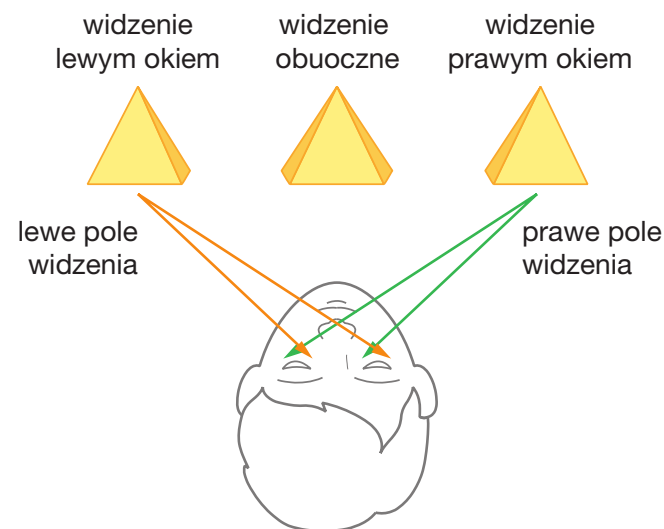


soczewka wypukła

Skurcz mięśnia rzęskowego powoduje, że soczewka staje się bardziej kulista. Umożliwia to ostre widzenie przedmiotów znajdujących się blisko.

Widzenie przestrzenne

Widzenie przestrzenne i dokładna ocena odległości są możliwe dzięki położeniu oczu z przodu głowy. 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 analizuje, a następnie składa w jeden obraz przestrzenny.



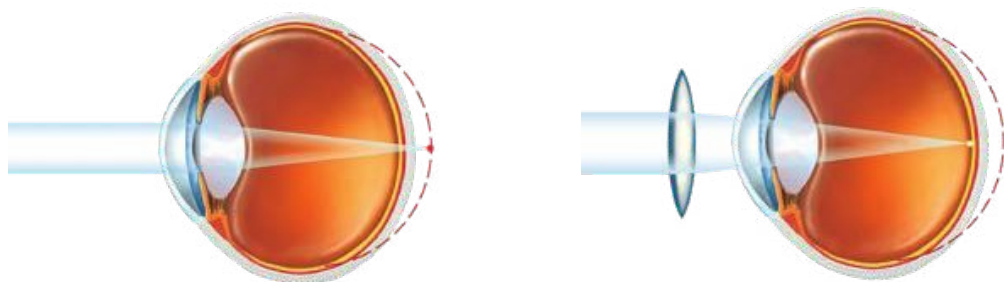
Przypomnij sobie

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 skupiają 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).



Jak dbać o oczy?

Oczy są narażone na działanie wielu szkodliwych czynników zewnętrznych i łatwo mogą zostać uszkodzone. Dlatego warto wiedzieć, na czym polega higiena narządu wzroku.

Zadbaj o właściwe oświetlenie

Przyczyną pogorszenia się widzenia może być za jasne lub za słabe oświetlenie. Dlatego:

- w słoneczne dni noś okulary przeciwsłoneczne,
- nie czytaj książek w półmroku,
- unikaj zbyt długiego wpatrywania się w ekran monitora lub telefonu.



Unikaj wpatrywania się w przedmioty leżące zbyt blisko

Długie wpatrywanie się w blisko położony przedmiot sprawia, że mięśnie regulujące kształt soczewki są stale skurczone, a oczy się męczą. Dlatego podczas czytania lub pracy na komputerze co jakiś czas przez chwilę popatrz w dal.



Unikaj zanieczyszczeń pyłowych i chemicznych oraz dymu

Gdy zanieczyszczenia dostaną się do oczu, mogą spowodować ich podrażnienie lub uszkodzenie. Dlatego np. podczas pracy w zapyłonym pomieszczeniu należy używać okularów ochronnych.



Zadbaj o właściwą dietę

Pokarmy bogate w kwasy omega-3, luteinę, zeaksantynę i witaminy B₂ oraz A pomagają zapobiegać wadom i chorobom oczu. Dieta przyjazna dla naszych oczu powinna zatem obfitować w warzywa, ryby, jaja i produkty mleczne.



Regularnie badaj wzrok

Regularne badanie wzroku pozwala wykryć wcześnie wady i choroby oczu. Podstawowe badanie polega na odczytywaniu ze specjalnej tablicy liter lub innych znaków wskazywanych przez lekarza.



W skrócie

- **Receptory** to struktury, które zostają pobudzone przez konkretny bodziec. Receptory odbierają bodźce z wnętrza organizmu oraz ze środowiska zewnętrznego, a następnie przekazują je w postaci impulsów do ośrodkowego układu nerwowego.

- Podział receptorów ze względu na rodzaje odbieranych bodźców:

Rodzaje receptorów	fotoreceptory	mechano-receptory	termo-receptory	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. Wyodrębniamy **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;
- **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. Nerw wzrokowy przekazuje informację o obrazie do ośrodka wzroku w korze mózgu. Tam następują analiza i interpretacja informacji.

- **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. Wyjaśnij, na czym polegają procesy akomodacji i adaptacji oka.
4. Korzystając z różnych źródeł, ułóż dzienny jadłospis, w którym uwzględniś produkty bogate w składniki pokarmowe wspomagające funkcjonowanie narządu wzroku. Zadanie wykonaj w zeszycie.

10.2. Ucho – narząd zmysłu słuchu i zmysłu równowagi

Ważne na tej lekcji!

- budowa ucha oraz funkcje jego poszczególnych elementów
- funkcja ucha wewnętrznego jako narządu zmysłu równowagi
- podstawowe zasady higieny narządu słuchu i równowagi

Ucho jest narządem dwóch zmysłów – **słuchu** oraz **równowagi**. Na tej lekcji poznasz jego budowę oraz dowiesz się, w jaki sposób odbieramy dźwięki i zachowujemy równowagę ciała.

■ Jak jest zbudowane ucho?

Ucho jest zbudowane z trzech głównych części: ucha zewnętrznego, ucha środkowego i ucha wewnętrznego.

Ucho zewnętrzne

Wychwytuje i doprowadza fale dźwiękowe do ucha środkowego. Składa się z:

- ▶ **małżowiny usznej**, zbudowanej z tkanki chrząstki pokrytej skórą;
- ▶ **przewodu słuchowego**, w którym znajdują się włoski oraz tłusta substancja – woskowina. Włoski i woskowina zapobiegają przedostawaniu się zanieczyszczeń do dalszych części ucha.

Ucho środkowe

Wzmacnia i przenosi drgania fal dźwiękowych do ucha wewnętrznego. Tworzą je:

- ▶ **błona bębenkowa**, stanowiąca barierę między uchem zewnętrznym a uchem środkowym,
- ▶ **jama bębenkowa**, wewnątrz której znajdują się trzy miniaturowe kości, zwane kosteczkami słuchowymi. Są to:
 - młoteczek,
 - kowadełko,
 - strzemiączko.
- ▶ **trąbka słuchowa**, czyli przewód prowadzący z jamy bębenkowej do nosowej części gardła.

Ucho wewnętrzne

Zawiera właściwe narządy zmysłu słuchu i zmysłu równowagi. Szczegółowo budowę ucha wewnętrznego omówiliśmy na → s. 222.

Czym jest fala dźwiękowa?

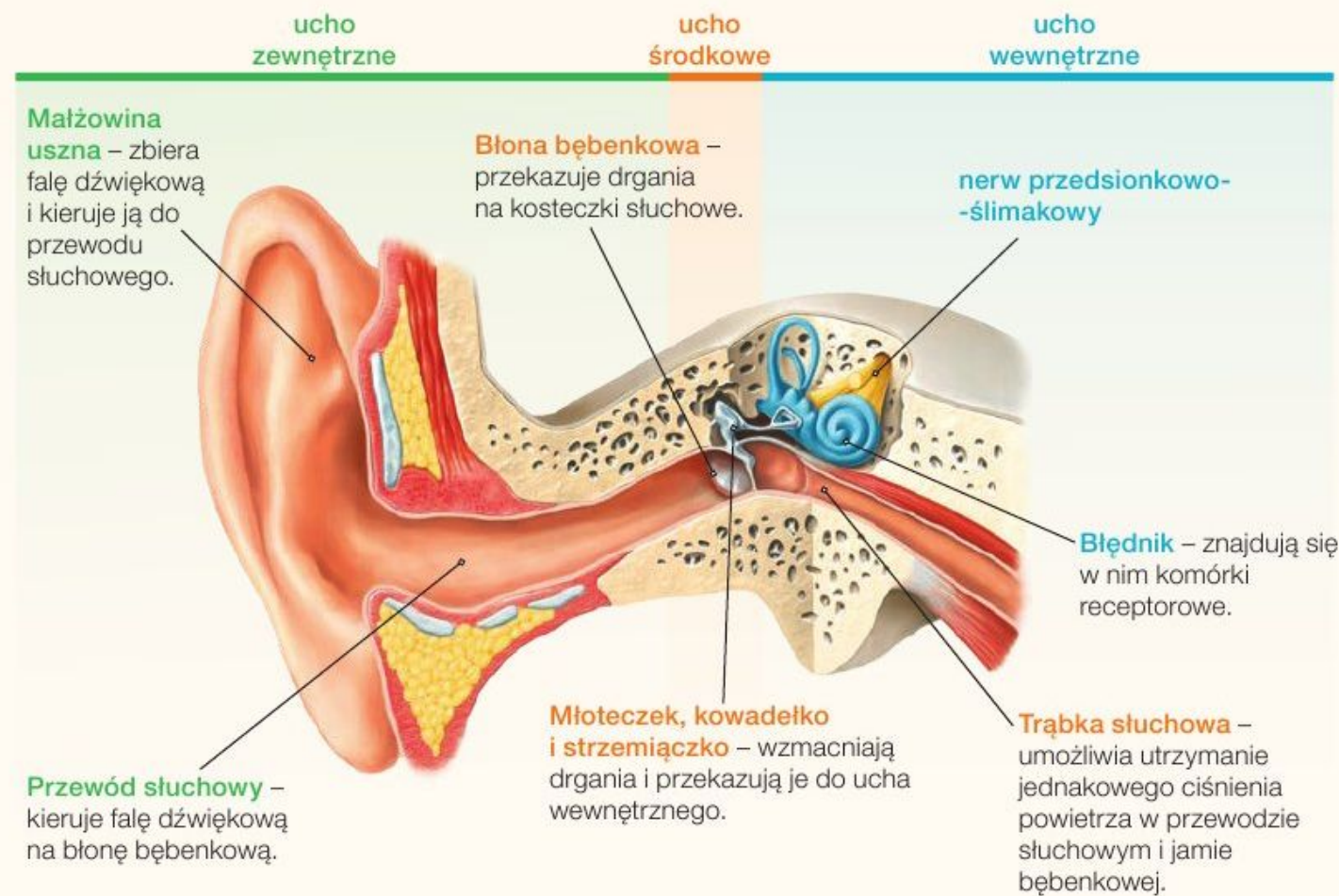
Fala dźwiękowa to rozchodzące się drgania cząsteczek, np. powietrza. Powstaje ona wtedy, gdy źródło dźwięku, np. drgające struny głosowe, pobudzają do drgań cząsteczki powietrza. Drgania są przekazywane kolejnym cząsteczkom, co można porównać do efektu domina.

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 (błędnik) – właściwy narząd zmysłu słuchu i zmysłu równowagi – składa się z dwóch części. Część zewnętrzna to błędnik kostny, a część wewnętrzna – błędnik błoniasty. Obie części wypełnia płyn.



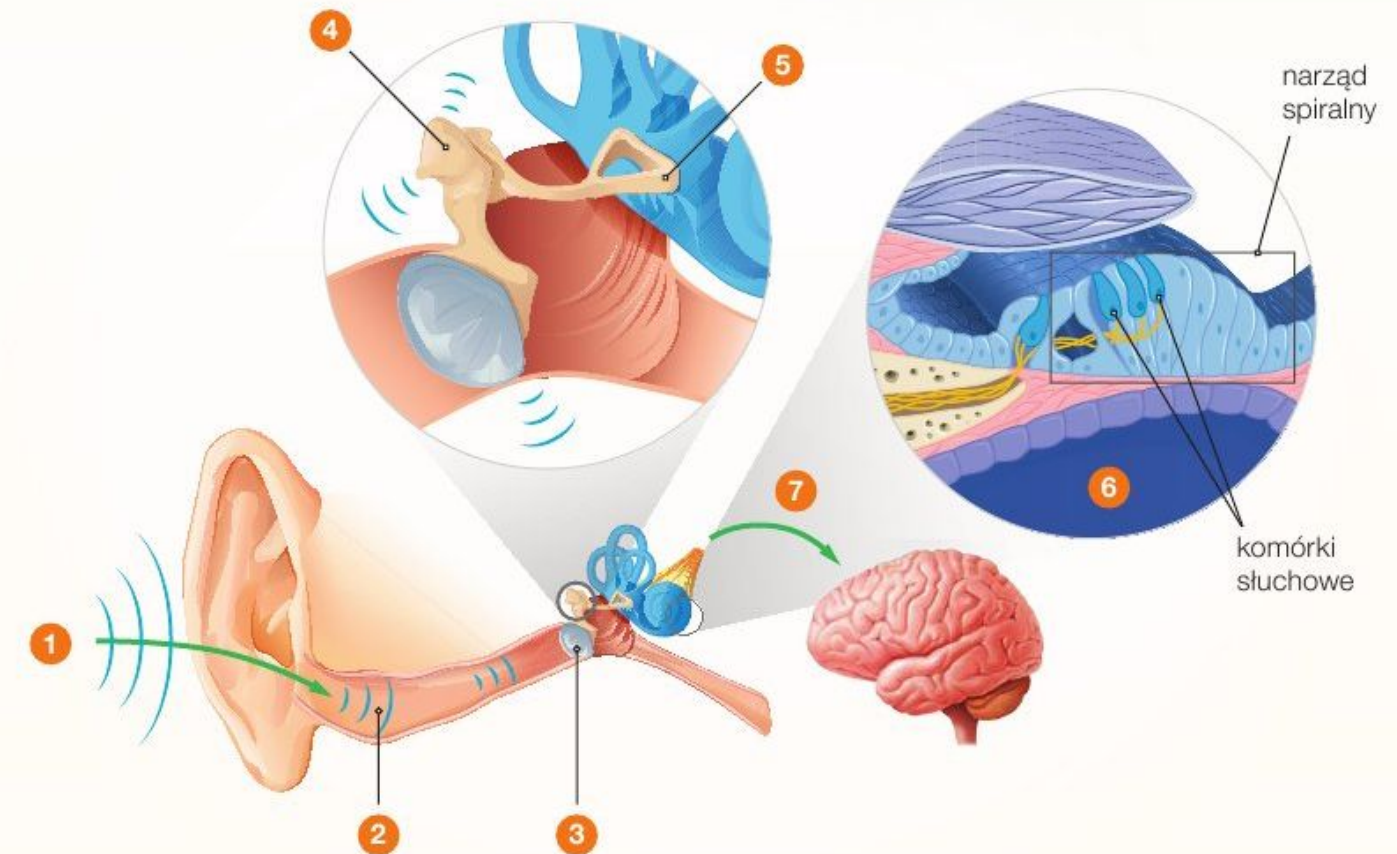
Błędnik kostny to system przestrzeni i kanałów znajdujących się w kości skroniowej. W jego skład wchodzi: ślimak, przedsionek oraz kanały półkoliste.

Błędnik błoniasty znajduje się w błędniku kostnym i składa się z:

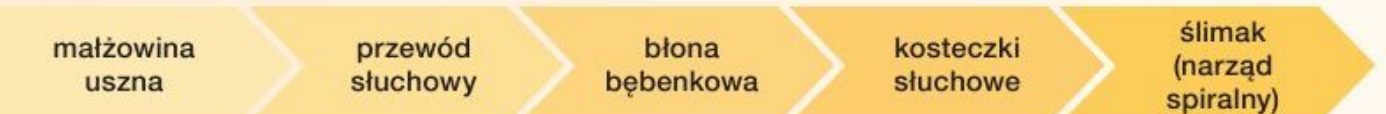
- przewodu ślimakowego, w którym znajduje się narząd spiralny – **właściwy narząd słuchu**;
- woreczka, łagiewki i przewodów półkolistych. Te trzy elementy tworzą **właściwy narząd równowagi**.

W jaki sposób słyszymy?

Aby poznać odpowiedź na to pytanie, przeanalizuj kolejne etapy powstawania wrażenia słuchowego, przedstawione na poniższym schemacie.



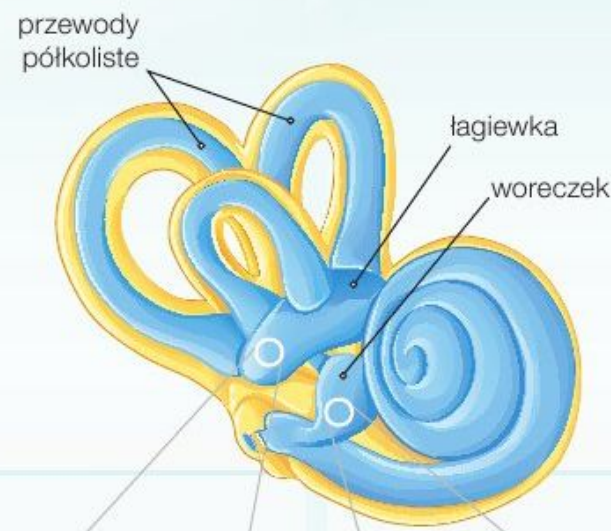
Droga, którą pokonuje dźwięk w uchu



Budowa i działanie zmysłu równowagi

Narząd równowagi mieści się w uchu wewnętrznym. Jest on zbudowany z woreczka, łagiewki oraz połączonych z nią trzech przewodów półkolistych.

Przewody półkoliste są ułożone w trzech różnych płaszczyznach. W ich końcowych odcinkach znajdują się skupienia komórek zmysłowych. Komórki te mają rzęski, które są zanurzone w galaretowatej substancji.

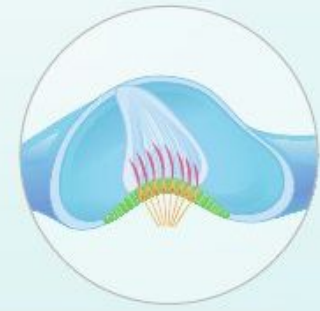


W **woreczku i łagiewce** znajdują się tzw. **plamki statyczne**. Plamki te są zbudowane z komórek zmysłowych z rzęskami oraz z drobnych kamyczków, tzw. otolitów. Plamki są zanurzone w galaretowatej substancji.

Ruch w płaszczyźnie POZIOMEJ

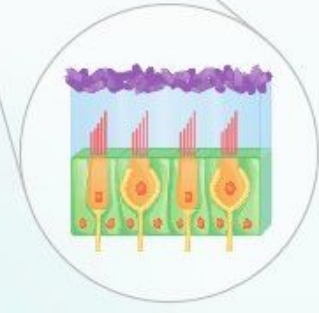


- Gdy jesteśmy w bezruchu, **płyn w przewodach półkolistych** nie porusza się. Rzęski komórek zmysłowych nie wyginają się, nie powstaje więc impuls nerwowy.

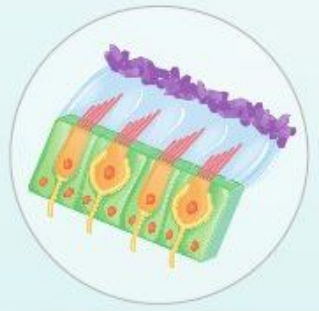


- Gdy wykonujemy ruch obrotowy, **płyn w przewodach półkolistych** przemieszcza się, co powoduje zmianę położenia galaretowatej substancji i ugięcie się rzęsek komórek zmysłowych. W efekcie powstaje impuls nerwowy i informacja o **ruchu ciała** jest przekazywana do ośrodków nerwowych w korze mózgu i mózdzku.

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 powodują zmianę położenia galaretowatej substancji oraz rzęsek komórek zmysłowych. Powstaje impuls nerwowy i informacja o **zmianie położenia głowy** jest przekazywana do ośrodków nerwowych w korze mózgu i mózdzku.

Jak dbać o narząd słuchu i równowagi?

Aby utrzymać narząd słuchu i równowagi w dobrej kondycji, należy:

- zadbać o higienę uszu – oczyszczać uszy regularnie z nadmiaru woskowiny, która wydostała się z kanału słuchowego,

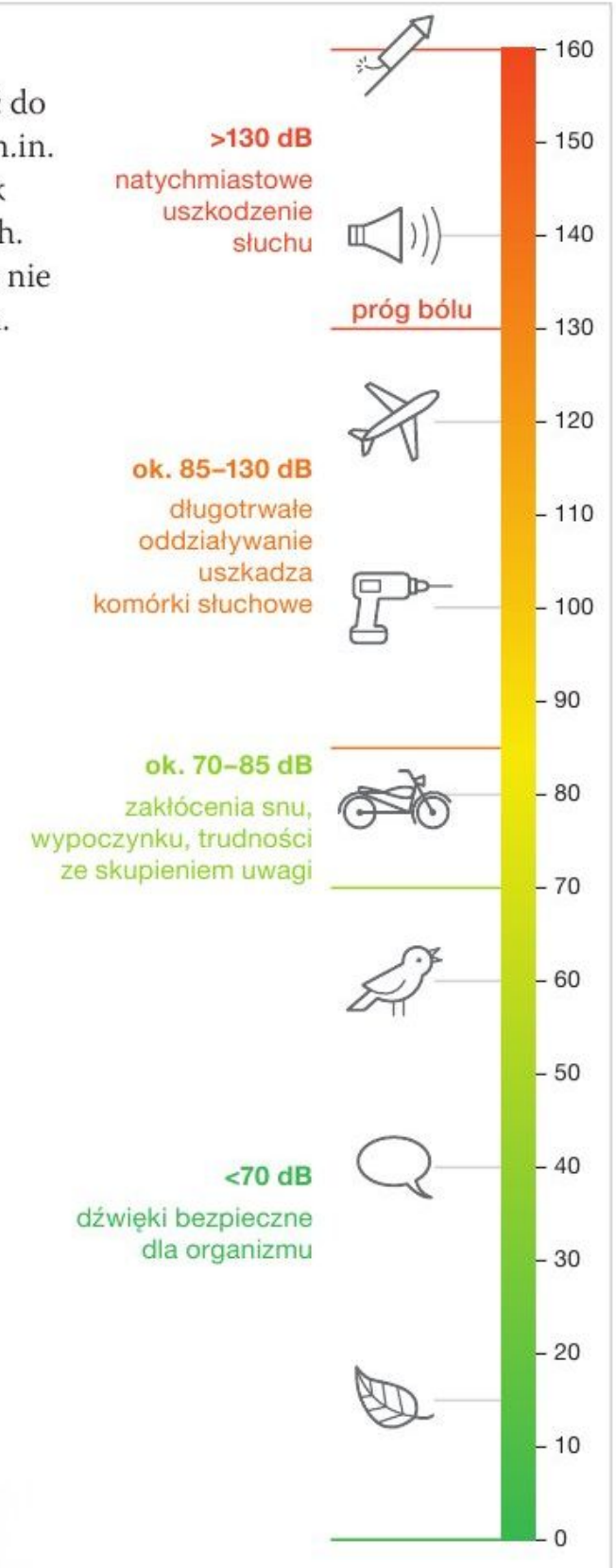
- chronić uszy przed niekorzystnym wpływem zimna i wiatru,
- zawsze leczyć infekcje górnych dróg oddechowych,
- unikać nadmiernego hałasu, ponieważ jest on bardzo niebezpieczny dla narządu słuchu.

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.



Słuchanie muzyki jest dobrą metodą relaksu. Nie powinniśmy jednak przekraczać bezpiecznego poziomu głośności, zwłaszcza gdy używamy słuchawek.

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 – oraz wewnętrznej części błoniastej – błędnika błoniastego.
- **Mechanizm słyszenia:**
 1. Fala dźwiękowa zostaje skierowana przez małżowinę uszną do przewodu słuchowego i 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. Tam następuje odpowiednia interpretacja, odczuwana przez nas jako wrażenie dźwiękowe.
- **Narząd równowagi** mieści się w uchu wewnętrznym. Jest on zbudowany z:
 - woreczka,
 - łagiewki,
 - 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 mózdzku 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.

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. Wyjaśnij, w jaki sposób nasze ciało utrzymuje równowagę, kiedy idziemy po wąskim krawężniku.
4. Wymień przykładowe konsekwencje, które dla naszego zdrowia ma częste słuchanie dźwięków o głośności przekraczającej 90 dB.

10.3. Narządy smaku oraz węchu

Ważne na tej lekcji!

- budowa i funkcje narządów smaku i węchu
- mechanizm powstawania wrażeń węchowych i smakowych

Zmysły powonienia i smaku odpowiadają za odbiór bodźców chemicznych. Narząd smaku znajduje się w jamie ustnej, a narząd węchu – w jamie nosowej.

Budowa narządu smaku

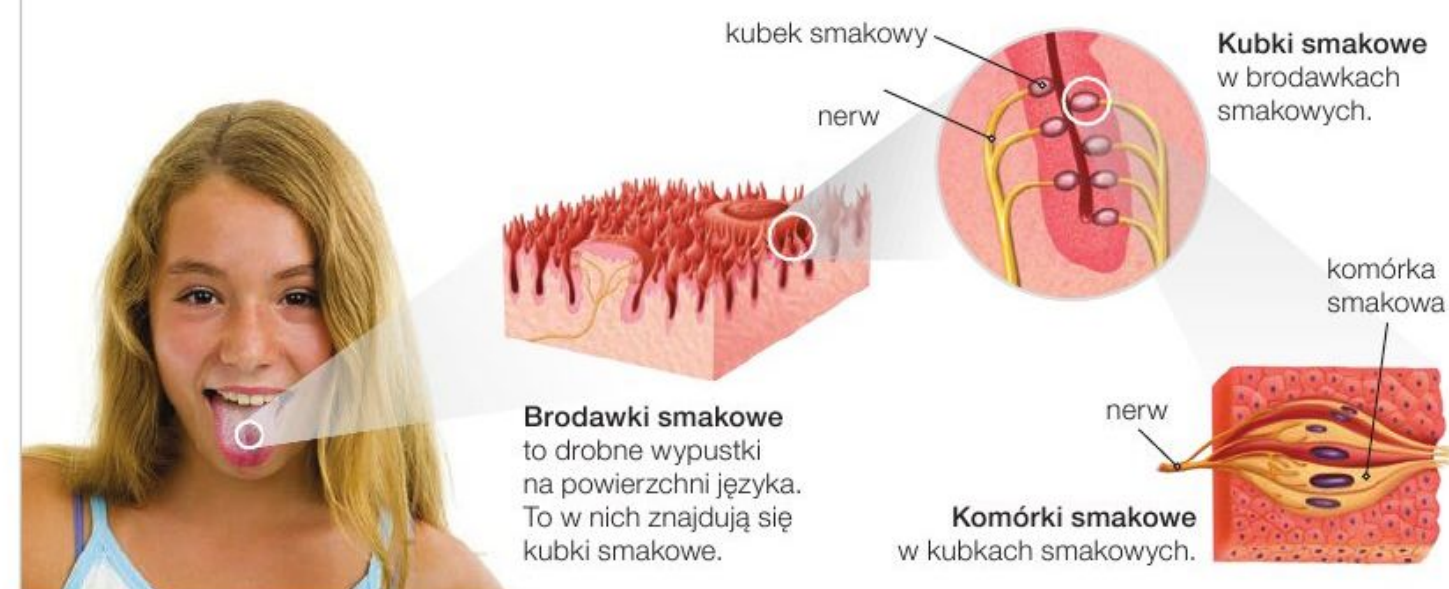
Narządem smaku są **kubki smakowe**. Są one zbudowane m.in. z **komórek smakowych** – chemoreceptorów, które reagują tylko na substancje chemiczne rozpuszczone w wodzie. Odczuwamy pięć podstawowych smaków: słony, kwaśny, słodki, gorzki oraz umami, czyli smak mięsny. Smak umami to smak pokarmów bogatych w glutaminian (jeden z aminokwasów). Każdy kubek smakowy zawiera komórki smakowe wrażliwe na wszystkie te smaki, dlatego odbieramy je całą powierzchnią języka.

Jak powstają wrażenia smakowe?

1. W jamie ustnej pokarm częściowo rozpuszcza się w ślinie (ślina składa się głównie z wody).
2. Rozpuszczone w ślinie substancje dostają się do wnętrza kubków smakowych.
3. Następuje pobudzenie komórek smakowych, co wywołuje w nich impulsy nerwowe.
4. Impulsy nerwowe trafiają do ośrodka smaku w mózgu, gdzie zachodzi ich analiza i interpretacja.

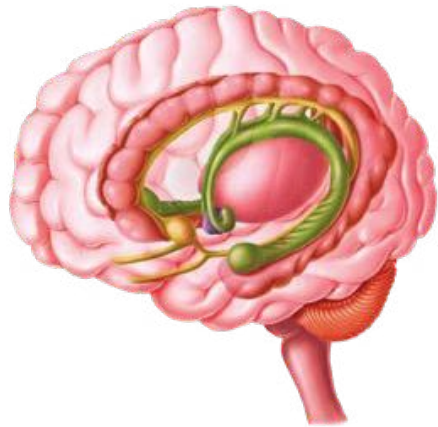
Gdzie znajduje się narząd smaku – kubki smakowe?

Kubki smakowe znajdują się głównie na języku oraz, w niewielkiej ilości, na podniebieniu, w gardle i nagłośni. Na języku kubki smakowe występują w brodawkach smakowych.



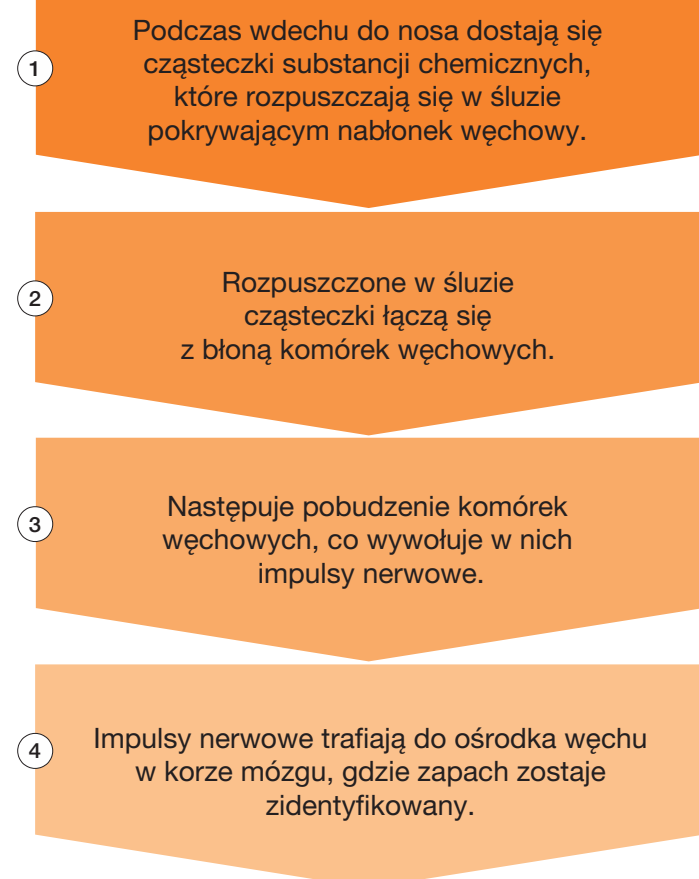
Budowa narządu węchu

Narządem węchu jest **nabłonek węchowy**. W nabłonku węchowym występują **komórki węchowe** – chemoreceptory, które reagują na substancje lotne rozpuszczone w śluzie pokrywającym nabłonek węchowy. Śluz ten wydzielają gruczoły węchowe występujące w nabłonku.



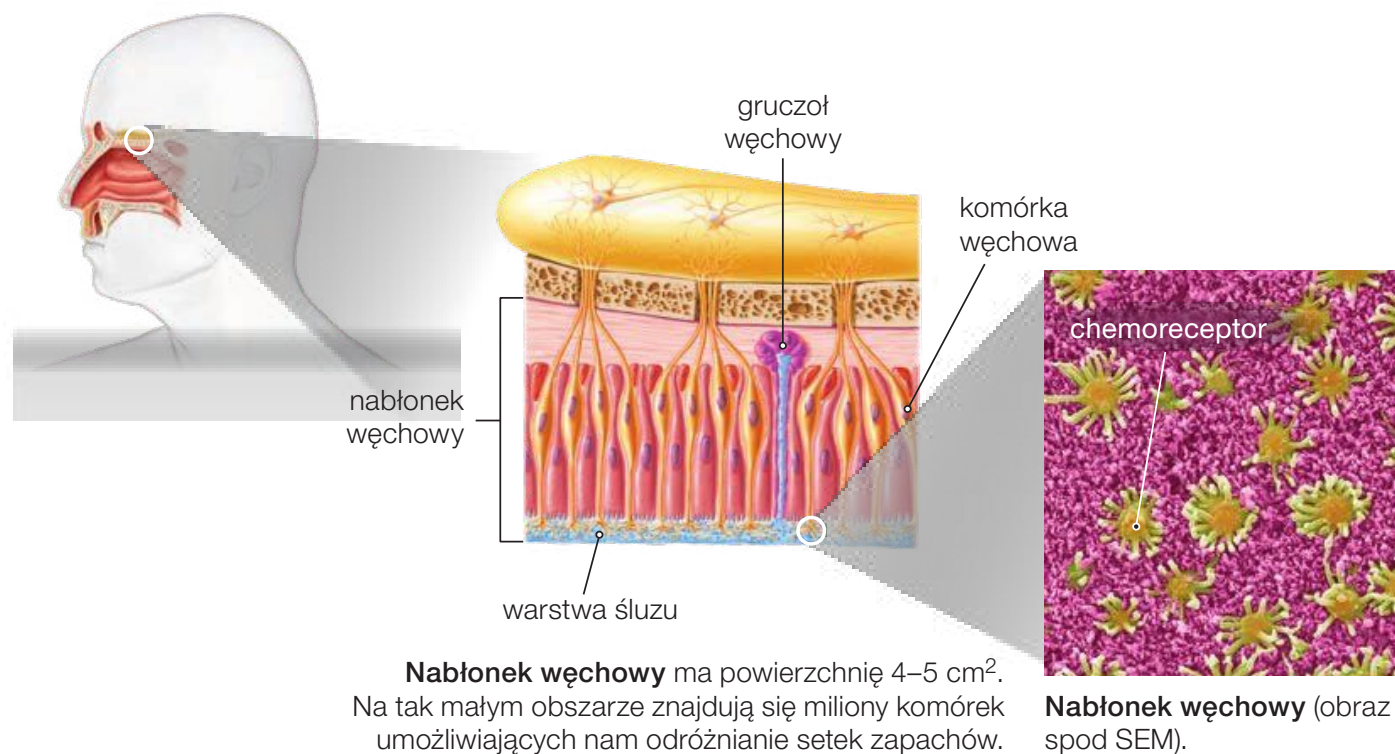
Informacja o pobudzeniu komórek węchowych trafia również do struktur w mózgu odpowiedzialnych za emocje i procesy pamięciowe. Dlatego zapachy wywołują różne emocje i przywołują wspomnienia.

Jak powstają wrażenia węchowe?



Gdzie znajduje się narząd węchu – nabłonek węchowy?

Narząd węchu, czyli nabłonek węchowy, znajduje się w górnej części jamy nosowej. W nabłonku tym występują komórki węchowe, które reagują na substancje chemiczne rozpuszczone w śluzie wydzielanym przez gruczoły węchowe.



Jaką funkcję pełnią zmysł węchu i zmysł smaku?

Dzięki zmysłom smaku i węchu możemy przede wszystkim ocenić, czy pokarm, który spożywamy, nadaje się do jedzenia. Ponadto pobudzenie receptorów smaku i węchu wpływa na narządy trawienne. Informacja o pobudzeniu tych receptorów jest dla naszego organizmu sygnałem, aby zacząć wydelać enzymy trawienne i wzmoczyć ruchy perystaltyczne przewodu pokarmowego.

Zmysł smaku i węchu „ostrzega” nas przed zepsutym jedzeniem. Gdy mózg zinterpretuje nieświeży zapach i smak, przekazuje tę informację do żołądka, który silnie się kurczy i usuwa treść pokarmową.



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, czyli smak słodki, słony, gorzki, kwaśny i umami (mięsny).
- Dzięki narządowi smaku możemy ocenić, czy pokarm, który spożywamy, nadaje się do jedzenia. Ponadto po pobudzeniu receptorów smaku nasz organizm łatwiej trawi pożywienie.
- 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 jest identyfikowany 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. Podaj argumenty świadczące o tym, że komórki zmysłowe występujące w narządzie smaku i narządzie węchu należą do chemoreceptorów.
2. Opisz mechanizmy powstawania wrażeń węchowych i smakowych u człowieka.
3. Na podstawie wiarygodnych 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



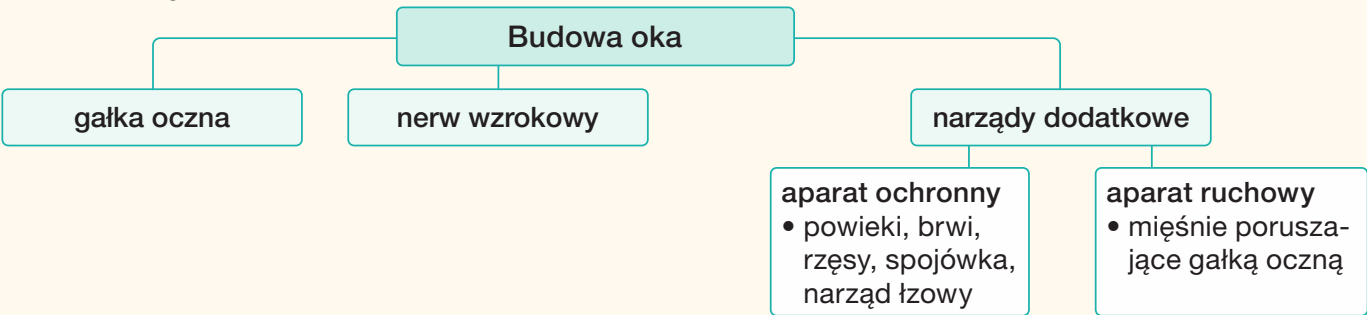
1 Receptory – wyspecjalizowane komórki lub wolne zakończenia nerwowe (dendryty), które odbierają określony rodzaj bodźca i przekazują go w postaci impulsów nerwowych do ośrodkowego układu nerwowego.

Podział receptorów ze względu na rodzaj odbieranego bodźca				
fotoreceptory	mechano-receptory	termoreceptory	chemoreceptory	nocyceptory
bodźce świetlne	bodźce mechaniczne	bodźce termiczne	bodźce chemiczne	bodźce bólowe

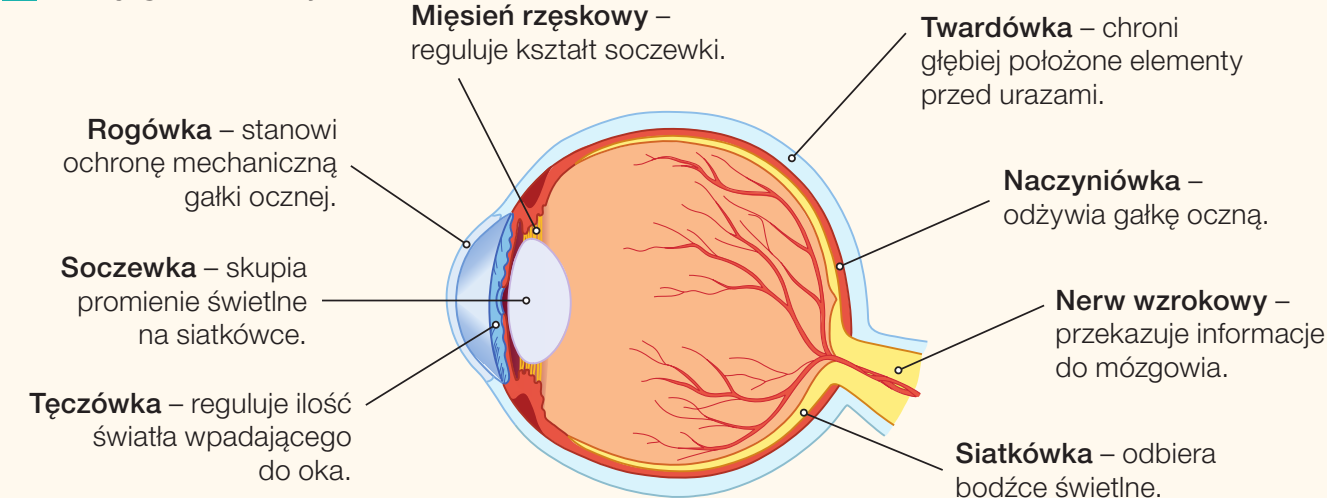
2 Charakterystyka zmysłów

Zmysły	Narządy zmysłów
Smak	Kubki smakowe z komórkami smakowymi rozmieszczonymi w brodawkach języka.
Węch	Nabłonek węchowy z komórkami węchowymi, znajdujący się w górnej części jamy nosowej.
Wzrok	Oko, w którego siatkówce znajdują się komórki światłoczułe: pręciki (odbierają informacje o kształcie i ruchu) i czopki (komórki wrażliwe na barwy).
Słuch	Narząd spiralny zawierający komórki słuchowe, znajdujący się w uchu wewnętrznym.
Równowaga	Komórki zmysłowe w woreczku, łagiewce oraz przewodach półkolistych znajdujących się w uchu wewnętrznym.
Dotyk	Receptory dotyku i ucisku w skórze.

3 Elementy oka



4 Błony gałki ocznej



5 Droga promieni świetlnych w oku

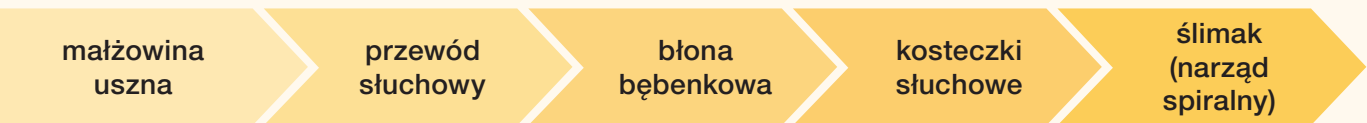


6 Wadom i chorobom oczu możemy zapobiegać dzięki właściwemu oświetleniu miejsca pracy, unikaniu zanieczyszczeń powietrza oraz stosowaniu właściwej diety.

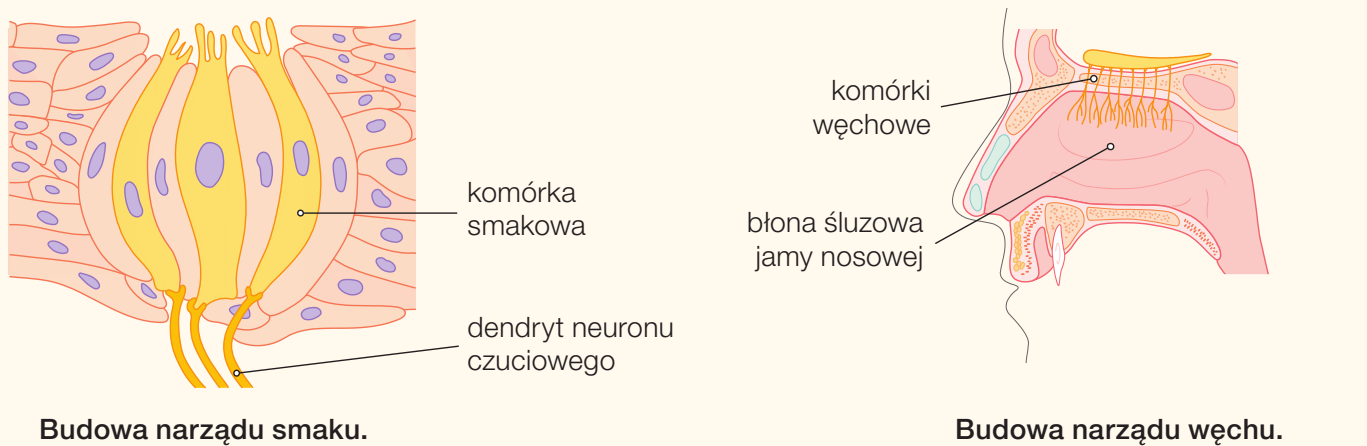
7 Elementy ucha



8 Droga, którą pokonuje dźwięk w uchu



9 Budowa narządu smaku i narządu węchu



10 Powstawanie wrażeń smakowych i węchowych:

- pobudzenie komórek smakowych lub węchowych przez związki chemiczne wywołuje impuls nerwowy,
- impuls nerwowy jest przekazywany do mózgu, który identyfikuje odpowiednio dany smak lub zapach.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



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

- A. Fotoreceptory.

B. Mechanoreceptory.

C. Chemoreceptory.

D. Nocyreceptory.
1. Wykrywają zmiany temperatury.

2. Odbierają bodźce świetlne i umożliwiają nam widzenie.

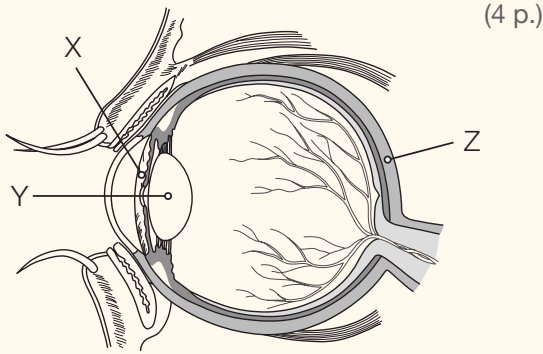
3. Dzięki nim odczuwamy zapachy i rozpoznajemy smaki.

4. Umożliwiają nam m.in. słyszenie i zachowywanie równowagi.

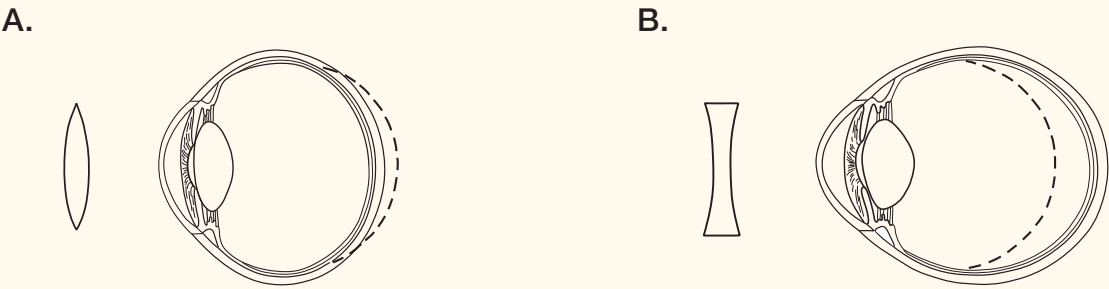
5. Odbierają bodźce bólowe.

2 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) Wyjaśnij, jaką funkcję pełni element oznaczony na ilustracji literą Y. Odpowiedź zapisz w zeszycie.



3 Określ, która ilustracja (A czy B) przedstawia sposób korygowania krótkowzroczności. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)



4 Zapisz w zeszycie nazwy elementów ucha tak, aby przedstawić drogę dźwięku w uchu. (1 p.)

przewód słuchowy, narząd spiralny, kosteczki słuchowe, małżowina uszna, błona bębenkowa

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

1.	Narzędem smaku są kubki smakowe znajdujące się m.in. na języku.	P	F
2.	Narząd smaku odgrywa ważną rolę w ocenie, czy dany pokarm nadaje się do zjedzenia.	P	F
3.	Nabłonek węchowy zawiera mechanoreceptory, które reagują na substancje lotne rozpuszczone w pokrywającym go śluzie.	P	F

6 Wyjaśnij, czym są adaptacja oka i akomodacja oka. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

11. Układ hormonalny



Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

- Budowa układu hormonalnego (dokrewnego):
- przysadka,

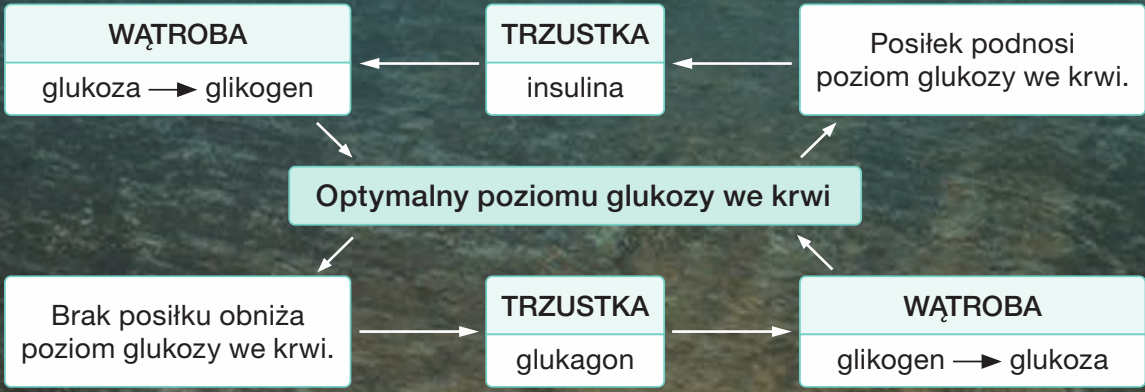
• tarczycyca,

• 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

Ważne na tej lekcji!

- gruczoły dokrewne i wydzielane przez nie hormony
- rola hormonów w regulowaniu wzrostu organizmu i tempa metabolizmu

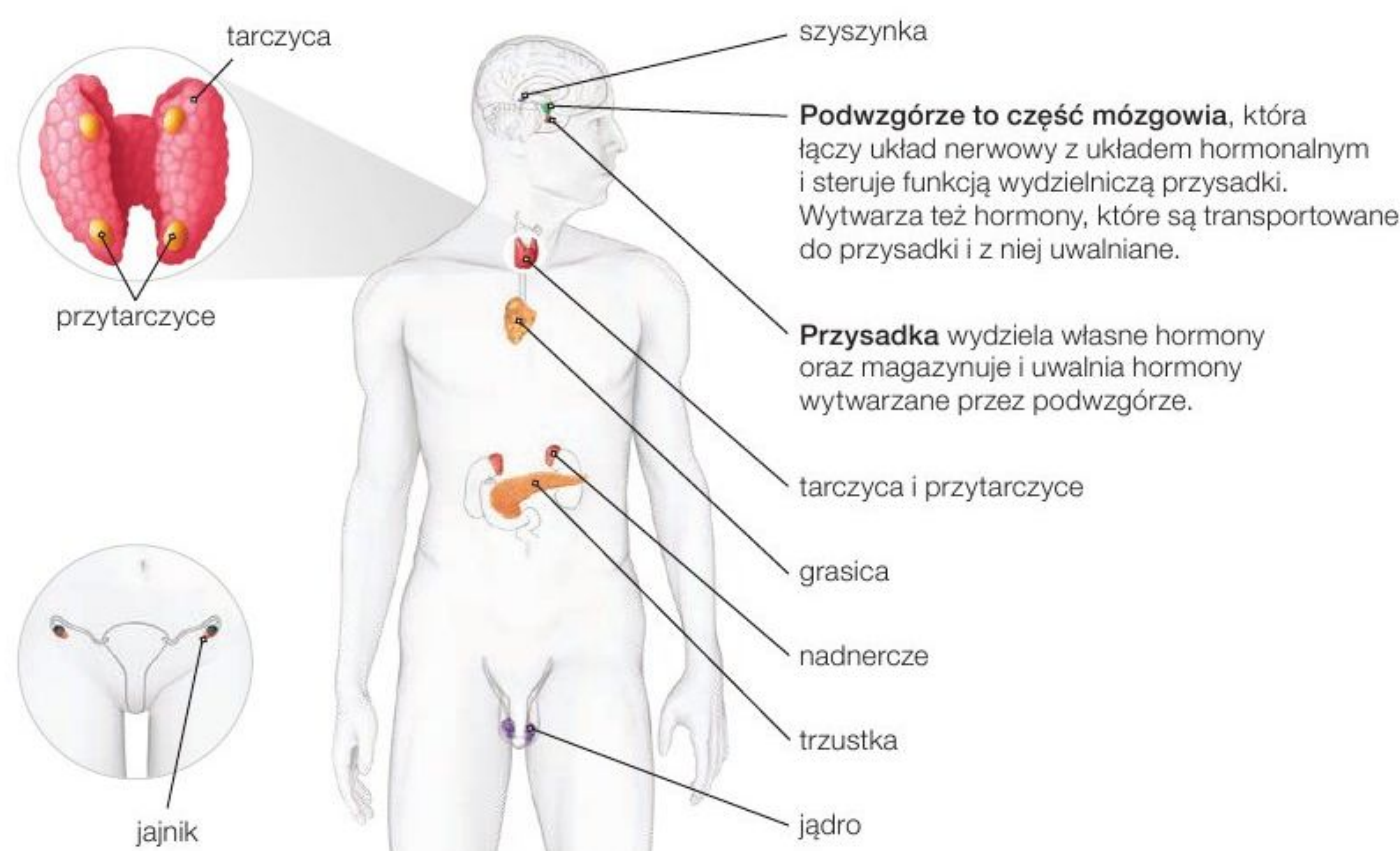
Układ hormonalny współpracuje z układem nerwowym w koordynowaniu i regulowaniu pracy poszczególnych narządów naszego organizmu. Zadanie to wykonuje za pomocą hormonów wydzielanych przez **gruczoły dokrewne** i komórki wydzielnicze. Gruczoły dokrewne określamy też mianem **gruczołów wewnątrzwydzielniczych**, ponieważ wydzielane przez nie hormony trafiają bezpośrednio do krwi i krążą wewnątrz ciała.

■ Czym są hormony?

Hormony to substancje chemiczne, które pobudzają lub hamują procesy zachodzące w komórkach. Substancje te krążą we krwi po całym organizmie, ale działają tylko na te komórki, które wewnątrz lub na powierzchni mają cząsteczki zwane **receptorami**. Hormony występują we krwi w bardzo małych ilościach, dlatego nawet niewielka zmiana ich stężenia może mieć wpływ na nasz organizm.

Jak jest zbudowany układ hormonalny?

Układ hormonalny składa się z **gruczołów dokrewnych** oraz specjalnych **komórek wydzielniczych** rozsianych w innych narządach i tkankach. Gruczoły dokrewne nie są ze sobą bezpośrednio połączone. Łącznikiem pomiędzy nimi jest układ krwionośny, który transportuje wydzielane przez nie hormony w obrębie całego organizmu.



Przykłady działania wybranych hormonów wydzielanych przez gruczoły dokrewne

Gruczoły	Wydzielane hormony	Działanie hormonów
	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, 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 zagęszczania moczu.
	oksytocyna	U kobiet wywołuje skurcze macicy podczas porodu oraz wydzielanie mleka po porodzie, a u mężczyzn – skurcze nasieniowodów podczas ejakulacji.
	melatonina	Reguluje rytm snu i czuwania.
	kalcytonina	Zmniejsza stężenie wapnia we krwi przez blokowanie uwalniania wapnia z kości.
	tyroksyna i trójjodotyronina	Pobudzają metabolizm, ułatwiają wchłanianie glukozy z przewodu pokarmowego.
	parathormon	Zwiększa stężenie wapnia we krwi przez uwalnianie go z kości i wzmożone wchłanianie z przewodu pokarmowego.
	tymozyna	Przyspiesza dojrzewanie limfocytów T.
	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.
	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.
	testosteron	Powoduje rozwój męskich narządów rozrodczych i zwiększenie masy mięśniowej, odpowiada za męską budowę ciała, męski typ owłosienia oraz rozrost krtani.
	estrogeny	Powodują rozwój żeńskich narządów rozrodczych, odpowiadają za żeńskie proporcje ciała, barwę głosu, żeński typ owłosienia oraz zmiany zachodzące w macicy podczas cyklu miesięczkowego.
	progesteron	Powoduje pogrubianie się błony śluzowej macicy podczas cyklu miesięczkowego, umożliwia prawidłowy przebieg ciąży.

Rola hormonów w regulowaniu tempa metabolizmu i wzrostu

Hormony regulują wiele ważnych procesów oraz zjawisk, także tych długotrwale zachodzących w naszym ciele. Przykładami są metabolizm (czyli ogół przemian chemicznych i energetycznych) oraz wzrost.

Regulacja tempa metabolizmu

Za regulację tempa metabolizmu w głównej mierze odpowiada **tarczycza**. Za sprawą wytwarzanych hormonów: **tyroksyny** i **trójiodotyroniny** 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 wiąże się 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.

W skrócie

- Układ hormonalny składa się z **gruczołów dokrewnych** i **komórek wydzielniczych**, które regulują pracę organizmu za pomocą wydzielanych przez siebie hormonów.
- Do **gruczołów dokrewnych** należą: przysadka, szyszynka, tarczycza, przytarczycze, grasicca, trzustka, nadnercza, jajniki (u kobiet) oraz jądra (u mężczyzn).
- **Hormony** to substancje chemiczne, które działając na odpowiednie receptory, pobudzają lub hamują procesy zachodzące w komórkach.
- Układ hormonalny odpowiada m.in. za **regulację tempa metabolizmu** oraz **wzrost organizmu**.

Polecenia kontrolne

1. Wymień nazwy gruczołów dokrewnych i podaj przykłady wydzielanych przez nie hormonów.
2. Wymień funkcje układu hormonalnego.
3. Wyjaśnij, w jaki sposób układ hormonalny kontroluje tempo metabolizmu oraz wzrost organizmu.



11.2. Regulacja wydzielania hormonów

Ważne na tej lekcji!

- ujemne sprzężenie zwrotne na przykładzie regulacji wydzielania hormonów tarczycy
- antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy

Hormony muszą być wydzielane dokładnie w takiej ilości, w jakiej są w danym momencie potrzebne. Dlaczego? Ponieważ nawet niewielkie odchylenia od normy mogą stać się przyczyną zaburzeń w pracy różnych narządów. Na tej lekcji dowiesz się, jak działają dwa najważniejsze sposoby regulacji wydzielania hormonów: ujemne sprzężenie zwrotne i antagonistyczne działanie hormonów.

Na czym polega ujemne sprzężenie zwrotne?

Mechanizm ujemnego sprzężenia zwrotnego polega na tym, że efekt końcowy danego procesu prowadzi do zahamowania tego procesu. Mechanizm ten występuje w regulacji wydzielania hormonów przez gruczoły dokrewne na tzw. **osi: podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny**.

Oś podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny

Oś podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny to układ trzech gruczołów, których praca jest ściśle ze sobą związana:

- ▶ **podwzgórze** otrzymuje informacje o wszystkich zmianach zachodzących w środowisku zewnętrznym i wewnątrz organizmu,
- ▶ **przysadka** wydzielają hormony tropowe, które pobudzają niektóre gruczoły dokrewne do wydzielania własnych hormonów,
- ▶ **gruczoły dokrewne** pobudzone przez przysadkę wydzielają hormony, które wpływają na wybrane komórki i w ten sposób wywołują oczekiwany efekt.



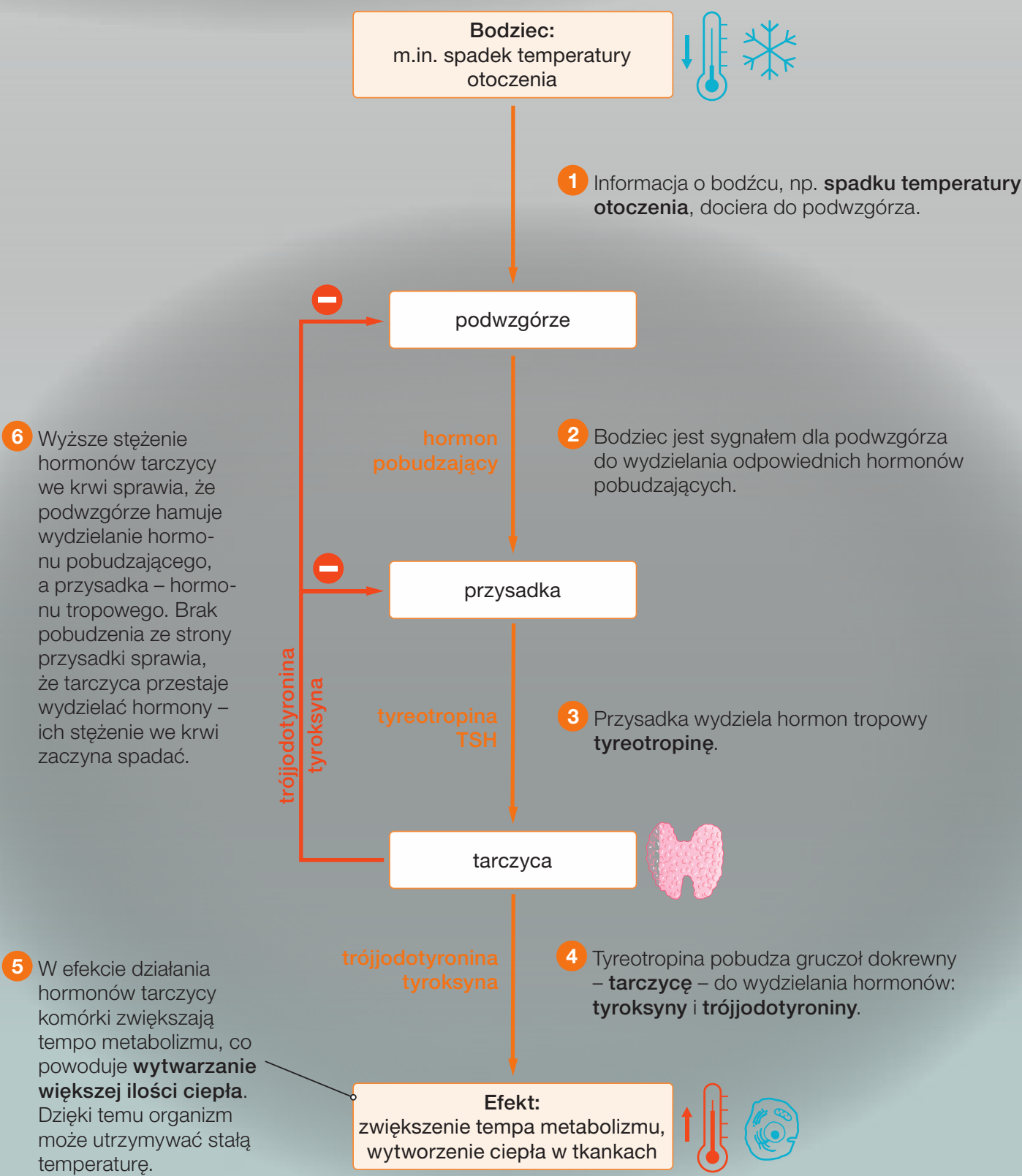
Podwzgórze to część mózgowia, która kontroluje przysadkę.



Ujemne sprzężenie zwrotne w regulacji wydzielania hormonów tarczycy

Przykładem regulacji wydzielania hormonów za pomocą ujemnego sprzężenia zwrotnego jest regulacja wydzielania hormonów tarczycy – trójiodotyroniny i tyroksyny. Hormony te odpowiadają m.in. za pobudzanie metabolizmu. Odbywa się to na osi podwzgórze – przysadka – tarczyca.

Ujemne sprzężenie zwrotne w regulacji wydzielania hormonów tarczycy

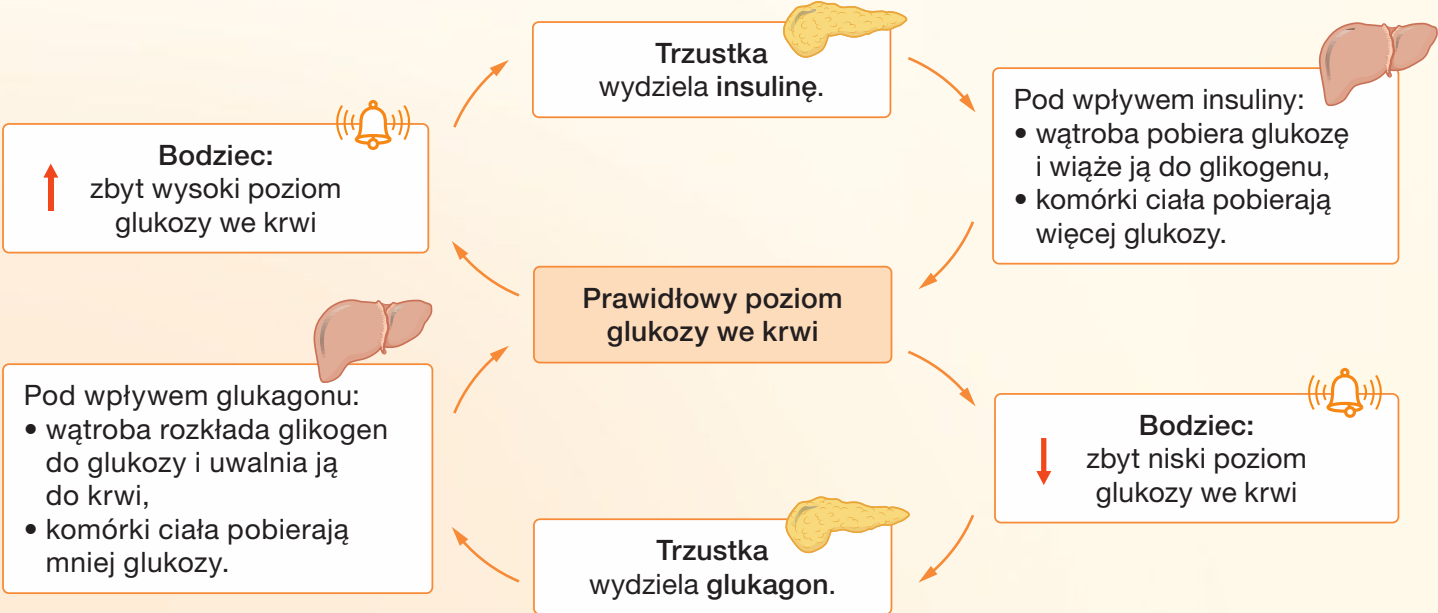


Antagonistyczne działanie hormonów

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 utrzymywaniu 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.



W skrócie

- **Mechanizm ujemnego sprzężenia zwrotnego** występuje na osi: podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny. Reguluje on m.in. wydzielanie hormonów przez tarczycę.
- **Etapy regulacji wydzielania hormonów tarczycy** przez ujemne sprzężenie zwrotne:
 - podwzgórze wydziela hormony pobudzające przysadkę do wydzielania tyreotropiny,
 - tyreotropina pobudza tarczycę do wydzielania tyroksyny i trójiodotyroniny,
 - wzrost stężenia hormonów tarczycy we krwi zwrotnie hamuje wydzielanie hormonów podwzgórza i przysadki,
 - w efekcie tarczyca przestaje wydzielać tyroksynę i trójiodotyroninę.
- W regulacji poziomu glukozy we krwi uczestniczą insulina i glukagon. **Insulina** powoduje obniżenie, a **glukagon** – podwyższenie poziomu glukozy we krwi. Jest to przykład antagonistycznego działania hormonów.

Polecenia kontrolne

1. Przedstaw sposób działania mechanizmu ujemnego sprzężenia zwrotnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny.
2. Uzasadnij słuszność stwierdzenia, że poziom glukozy we krwi musi być ściśle regulowany. Uwzględnij funkcje glukozy w organizmie.
3. Wyjaśnij, na czym polega antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy we krwi.

11.3. Nadczynność i niedoczynność tarczycy. Stres

Ważne na tej lekcji!

- skutki niedoczynności i nadczynności tarczycy
- rola hormonów w reakcji na stres

Jak wiesz z poprzedniej lekcji, aby hormony mogły we właściwy sposób regulować pracę organizmu, muszą być wydzielane w odpowiedniej ilości. Zarówno zbyt mała, jak i zbyt duża ilość hormonów może zaburzyć równowagę organizmu i doprowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych. Równowagę organizmu zaburza również stres.

■ Nadczynność i niedoczynność gruczołu dokrewnego

Niekiedy zdarza się, że gruczoły wydzielają za dużo lub za mało hormonów:

- ▶ gdy gruczoł wydziela zbyt dużo hormonów, mówimy o **nadczynności** gruczołu,
- ▶ kiedy gruczoł wydziela zbyt mało hormonów, mówimy o **niedoczynności** gruczołu.

Skutki nadczynności i niedoczynności tarczycy

Tarczycą to gruczoł, którego praca wpływa niemal na wszystkie układy narządów. Dlatego organizmowi szkodzi zarówno jej nadczynność, jak i niedoczynność.

NIEDOCZYNNOŚĆ

(tarczycę wydziela za mało hormonów)

- Objawy niedoczynności tarczycy u dorosłych:
 - sucha i szorstka skóra,
 - opuchnięte powieki,
 - zwiększenie masy ciała,
 - przewlekłe zmęczenie.
- U dzieci niedoczynność tarczycy prowadzi do opóźnienia rozwoju psychofizycznego.

NADCZYNNOŚĆ

(tarczycę wydziela za dużo hormonów)

- Objawy nadczynności tarczycy u dorosłych:
 - przyspieszone tempo przemiany materii,
 - utrata masy ciała,
 - wzmożona potliwość,
 - nerwowość,
 - drżenie rąk,
 - ogólne osłabienie, bezsenność.

Powiększenie tarczycy, tzw. wole, jest częstym objawem zarówno w **niedoczynności**, jak i w **nadczynności** tarczycy.

■ Czym jest stres?

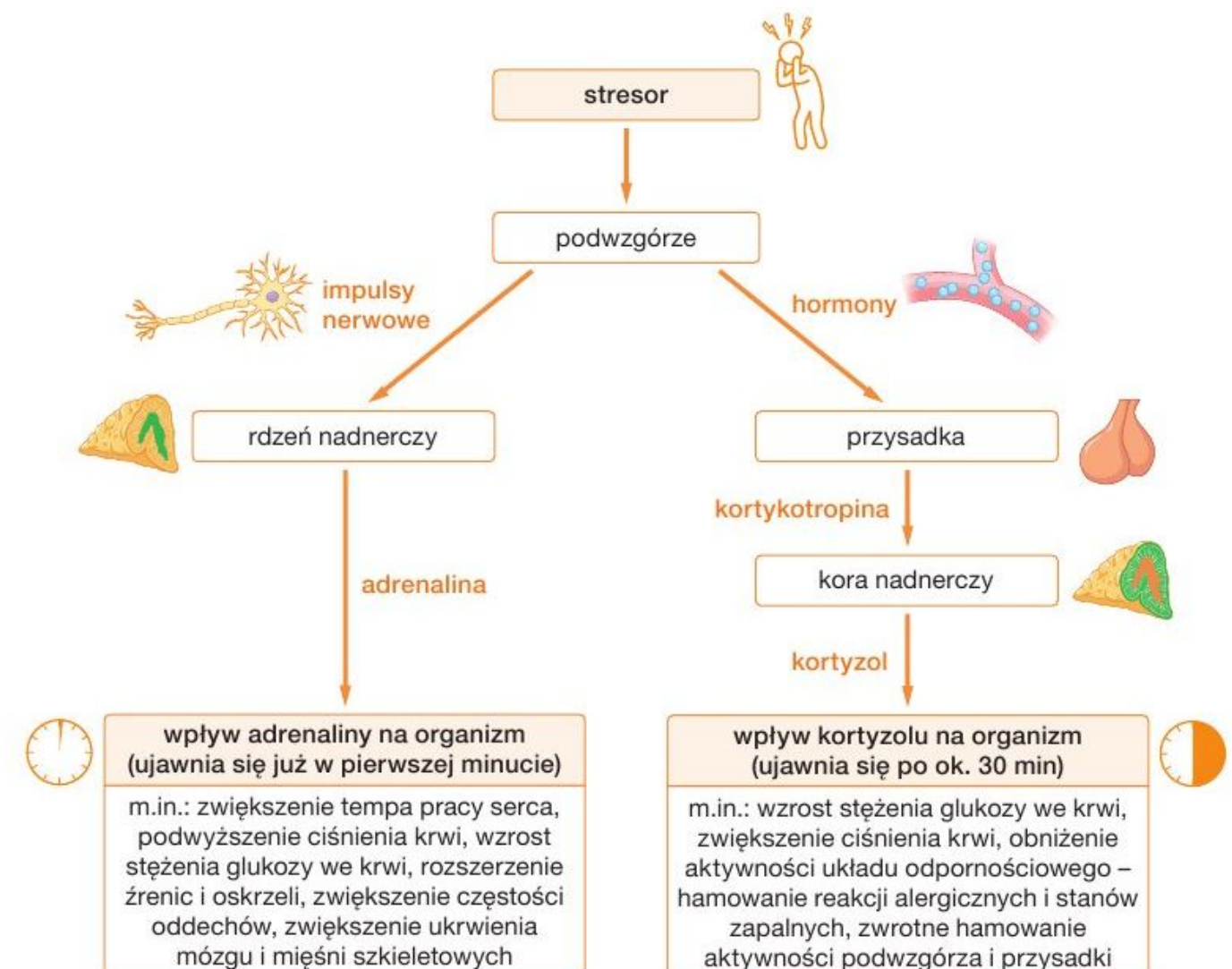
Stres jest fizjologiczną i psychologiczną reakcją organizmu na działanie tzw. stresorów. Są to czynniki fizyczne i psychiczne, takie jak uraz, hałas czy sprawdzian. W wyniku działania stresorów dochodzi do zaburzenia homeostazy, co wymusza mobilizację organizmu w celu dostosowania się do sytuacji.



Rola hormonów w reakcji na stres

Gdy jesteśmy zestresowani, organizm zaczyna produkować tzw. **hormony stresu**, m.in. **adrenalinę** i **kortyzol**. Te dwa hormony powstają w nadnerczach, a ich wydzielanie kontroluje **podwzgórze** za pomocą:

- ▶ **impulsów nerwowych** – tak podwzgórze aktywuje współczulny układ nerwowy, który pobudza rdzeń nadnerczy do wydzielania **adrenaliny**,
- ▶ **hormonów** – w ten sposób podwzgórze pobudza przysadkę do wydzielania hormonu tropowego, który stymuluje korę nadnerczy do wydzielania **kortyzolu**.



■ „Dobry” i „zły” stres

„Dobry” i „zły” stres to pojęcia potoczne, jednak odnoszą się one do rzeczywistych rodzajów stresu. Są to:

- ▶ stres krótkotrwały („dobry”), który działa na nas mobilizująco. Po ustąpieniu stresora organizm wraca do wcześniejszego sposobu funkcjonowania;
- ▶ stres długotrwały („zły”), który upośledza działanie organizmu – wzmacnia napięcie emocjonalne, zaburza koncentrację, zapamiętywanie i zdolność podejmowania decyzji.



Stres krótkotrwały działa mobilizująco i pozwala na skupienie uwagi, np. podczas trudnego sprawdzianu.

■ Długotrwały stres a działanie kortyzolu

Gdy stres utrzymuje się zbyt długo, może pojawić się tzw. stan wyczerpania organizmu. Nie dochodzi wtedy do zahamowania reakcji stresowej, a we krwi przez długi czas utrzymuje się wysoki poziom kortyzolu. Długotrwały nadmiar kortyzolu prowadzi m.in. do wzrostu stężenia glukozy we krwi i, w efekcie, do rozwoju cukrzycy, osłabienia siły mięśni, zatrzymania cyklu miesięczkowego u kobiet oraz zaburzenia pracy układu odpornościowego.



Długotrwały stres może doprowadzić do sytuacji, w której konieczna będzie pomoc np. psychologa.

Jak poradzić sobie ze stresem?



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

 powiększona tarczyca	 zwolniona praca serca	 bezpłodność, problemy menstruacyjne
 bóle mięśni i stawów	 łamliwość paznokci, sucha skóra	 zaparcia
 zmęczenie, spadek nastroju	 tycie	 problemy z pamięcią

W skrócie

- Gdy gruczoł wydziela zbyt dużo hormonów, mówimy o **nadczynności gruczołu**. Natomiast gdy gruczoł wydziela zbyt mało hormonów, stan ten określamy mianem **niedoczynności gruczołu**.
- | Niedoczynność tarczycy (tarczyca wydziela za mało hormonów) | Nadczynność tarczycy (tarczyca wydziela za dużo hormonów) |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Objawy niedoczynności tarczycy u dorosłych:<ul style="list-style-type: none">– sucha i szorstka skóra,– obwisłe powieki,– zwiększenie masy ciała,– przewlekłe zmęczenie.• U dzieci niedoczynność tarczycy prowadzi do opóźnienia rozwoju psychofizycznego. | <ul style="list-style-type: none">• Objawy nadczynności tarczycy u dorosłych:<ul style="list-style-type: none">– przyspieszone tempo przemiany materii,– utrata masy ciała,– wzmożona potliwość,– nerwowość,– drżenie rąk,– ogólne osłabienie, bezsenność. |
- **Stres** jest fizjologiczną i psychologiczną reakcją organizmu na działanie stresorów – zewnętrznych lub wewnętrznych czynników powodujących zmianę funkcjonowania organizmu.
- Gdy zadziała bodziec stresowy, 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**.

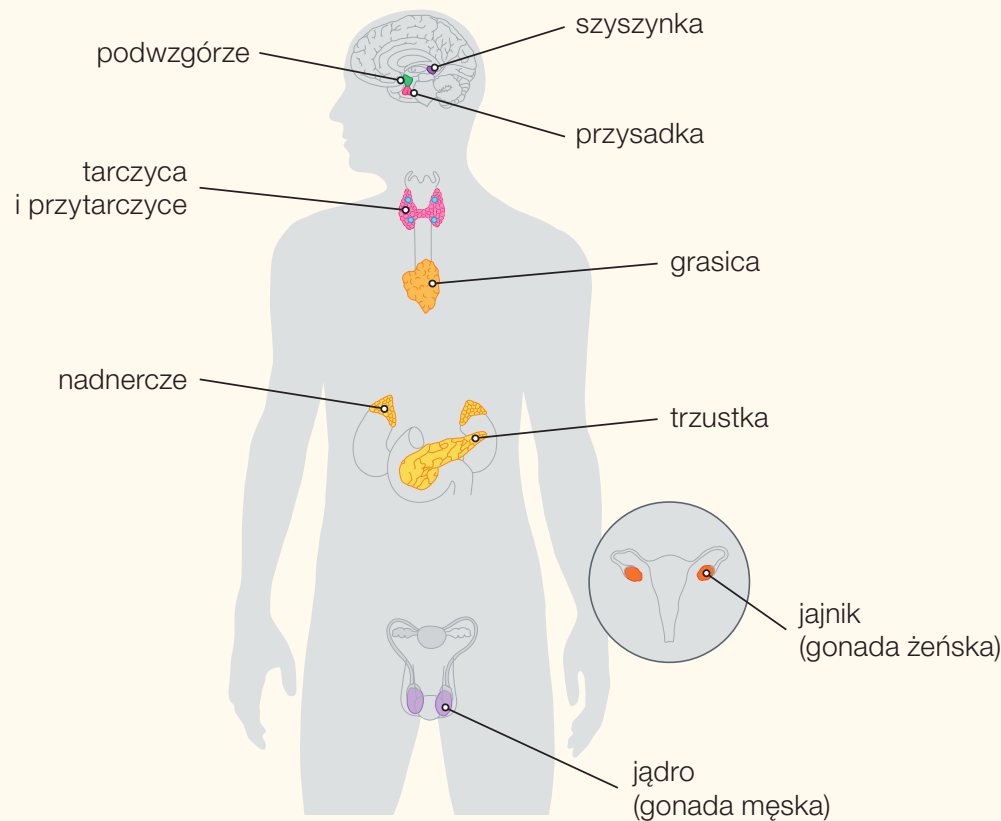
Polecenia kontrolne

1. Porównaj skutki niedoczynności i nadczynności tarczycy.
2. Wyjaśnij, czym jest stres. Omów mechanizm reakcji stresowej.

Podsumowanie



1 Układ hormonalny jest zbudowany z gruczołów dokrewnych, które regulują pracę organizmu za pomocą wydzielanych przez siebie hormonów.



2 Hormony – substancje chemiczne, które stymulują lub hamują czynności wybranych komórek organizmu.

3 Gruczoły dokrewne i wydzielane przez nie hormony

Gruczoły	Wydzielane hormony
Przysadka	hormon wzrostu
	prolaktyna (PRL)
	hormony tropowe: TSH, ACTH, FSH i LH
Szyszynka	melatonina
Tarczyca	kalcytonina
	tyroksyna, trójiodotyronina
Przytarczycy	parathormon
Grasica	tymozyna
Nadnercza	adrenalina
	kortyzol
Trzustka	insulina
	glukagon
Jądra	testosteron
Jajniki	estrogeny
	progesteron

4 Sposoby regulacji wydzielania hormonów

Mechanizm	
ujemne sprzężenie zwrotne	antagonistyczne wydzielanie hormonów
• Utrzymuje odpowiednie stężenie danego hormonu we krwi na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł dokrewny. • Po zwiększeniu stężenia produktu, w tym przypadku hormonu, następuje zmniejszenie jego wydzielania. • Przykłady: regulacja wydzielania hormonów tarczycy.	• Za utrzymanie odpowiedniego stężenia danego związku we krwi odpowiadają dwa hormony działające przeciwnie. • Przykłady: regulacja poziomu glukozy.

5 Skutki niedoczynności i nadczynności tarczycy

Niedoczynność (tarczyca wydziela za mało hormonów)	• Objawy niedoczynności tarczycy u dorosłych: – sucha i szorstka skóra, – obwisłe powieki, – zwiększenie masy ciała, – przewlekłe zmęczenie. • U dzieci niedoczynność tarczycy prowadzi do opóźnienia rozwoju psychoruchowego.
Nadczynność (tarczyca wydziela za dużo hormonów)	• Objawy nadczynności tarczycy u dorosłych: – przyspieszone tempo przemiany materii, – utrata masy ciała, – wzmożona potliwość, – nerwowość, – drżenie rąk, – ogólne osłabienie, bezsenność.

6 Stres – fizjologiczna i psychologiczna reakcja organizmu na działanie stresorów, czyli zewnętrznych lub wewnętrznych czynników powodujących zmianę funkcjonowania organizmu. Wyróżniamy stresory:

- **fizyczne**, np. uraz, choroba, hałas, silne bodźce wzrokowe lub dotykowe, ból, zanieczyszczenie środowiska,
- **psychiczne**, np. śmierć bliskiej osoby, konflikty rodzinne, sprawdzian, wystąpienie publiczne.

7 Pod wpływem stresu wydzielają się m.in. **adrenalina** i **kortyzol**. Hormony te powstają w nadnerczach, a za regulację ich wydzielania odpowiada podwzgórze.

Wpływ adrenaliny na organizm	Wpływ kortyzolu na organizm
• Zwiększa tempo pracy serca. • Podwyższa ciśnienie tętnicze krwi. • Podwyższa stężenie glukozy we krwi. • Rozszerza źrenice i oskrzela. • Zwiększa częstość oddechów. • Zwiększa ukrwienie mózgu i mięśni szkieletowych.	• Podwyższa stężenie glukozy we krwi. • Podwyższa ciśnienie tętnicze krwi. • Obniża aktywność układu odpornościowego. • Hamuje reakcje alergiczne i stany zapalne. • Hamuje zwrotnie aktywność podwzgórza i przysadki.

Sprawdź, czy już umiesz!

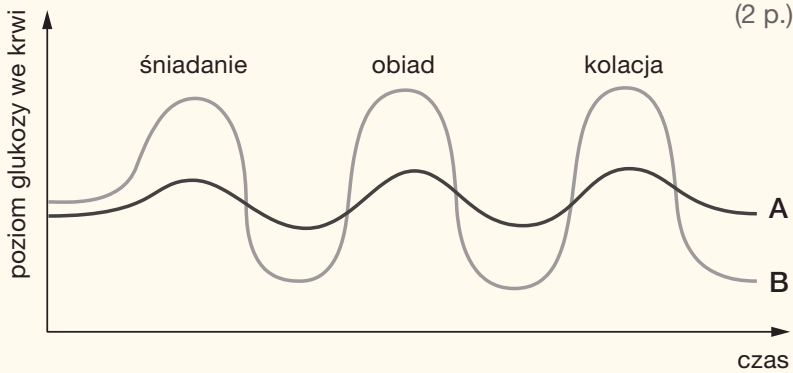
WYKONAJ W ZESZYCIE



1 Zapisz w zeszycie nazwy hormonów, których dotyczą poniższe opisy. (5 p.)

- A. Reguluje rytm snu i czuwania.
- B. Blokuje uwalnianie wapnia z kości, co zmniejsza stężenie tego pierwiastka we krwi.
- C. Wywołuje skurcze macicy podczas porodu oraz pobudza wydzielanie mleka po porodzie.
- D. Bierze udział w reakcji stresowej – powoduje rozszerzenie źrenic, wzrost stężenia glukozy we krwi i większe ciśnienie tętnicze krwi.
- E. Steruje procesem zagęszczania moczu i w ten sposób reguluje gospodarkę wodną.

2 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. (2 p.)

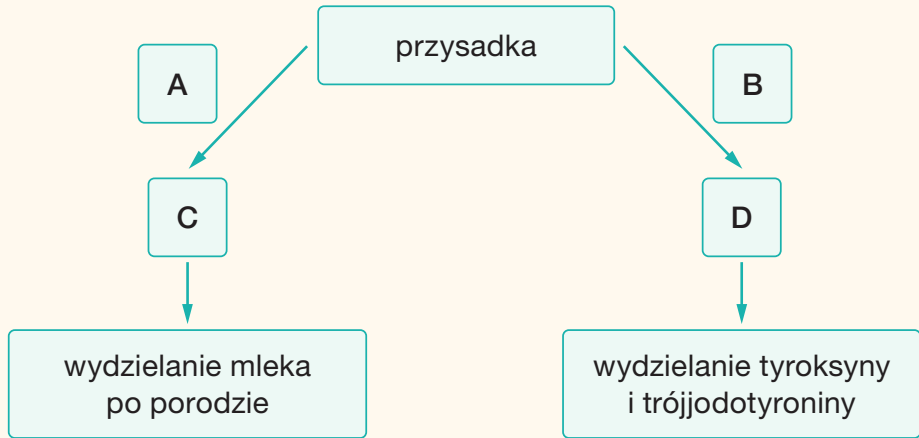


Może to prowadzić do obniżenia nastroju, trudności z koncentracją i napadów senności. Natomiast spożycie produktów o niskim IG, np. grejpfruta, chleba żytniego i jogurtów naturalnych, powoduje powolny i niewielki wzrost poziomu glukozy we krwi, a następnie łagodny spadek – dzięki temu mamy poczucie sytości 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.

3 Narysuj w zeszycie poniższy schemat. Wpisz w nim nazwy hormonów wydzielanych przez przysadkę (A i B) oraz nazwy narządów (C i D), na które te hormony oddziałują. (1 p.)



12. Rozmnażanie i rozwój człowieka



Przypomnij sobie – to było w szkole podstawowej

Budowa układu rozrodczego:

Układ rozrodczy	
męski	żeński
• Zewnętrzne narządy rozrodcze: – prącie – moszna • Wewnętrzne narządy rozrodcze: – jądra – najądrza – nasieniowody – gruczoł krokowy	• Zewnętrzne narządy rozrodcze: – wżgórek łonowy – łechtaczka – wargi sromowe większe i mniejsze • Wewnętrzne narządy rozrodcze: – jajniki – jajowody – macica – pochwa



12.1. Budowa i funkcje męskich narządów rozrodczych

Ważne na tej lekcji!

- budowa i funkcje poszczególnych elementów męskiego układu rozrodczego

Kobiety i mężczyźni różnią się nie tylko wyglądem, lecz także budową wewnętrzną. Różnice te dotyczą zwłaszcza budowy układu rozrodczego, ponieważ u obu płci pełni on inną funkcję w procesie rozmnażania. Układ rozrodczy mężczyzny wytwarza **gamety męskie**, które nazywamy plemnikami, natomiast układ rozrodczy kobiety – **gamety żeńskie**, nazywane komórkami jajowymi. W wyniku połączenia plemnika z komórką jajową, czyli **zapłodnienia**, powstaje nowy organizm.

■ Czym są cechy płciowe?

Cechy płciowe to cechy ciała, którymi mężczyźni i kobiety różnią się od siebie.

Wyróżniamy trzy grupy cech płciowych:

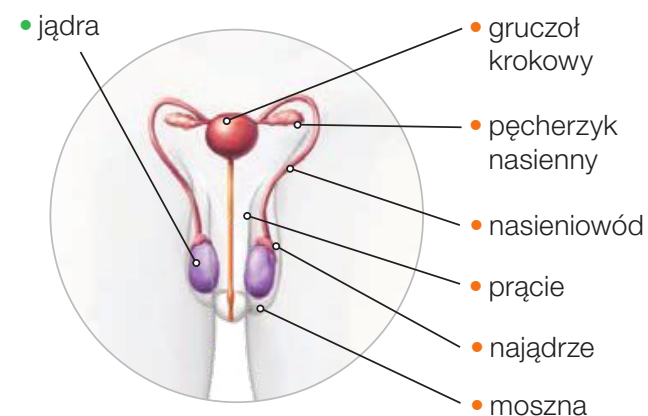
- ▶ **pierwszorzędowe cechy płciowe** to gonady – narządy odpowiedzialne za wytwarzanie gamet męskich (plemników) lub gamet żeńskich (komórek jajowych) i hormonów płciowych,
- ▶ **drugorzędowe cechy płciowe** to pozostałe narządy rozrodcze (płciowe),
- ▶ **trzeciorzędowe cechy płciowe** to inne, niezwiązane bezpośrednio z rozrodem cechy charakterystyczne danej płci, np. odmienne proporcje ciała, różnica w wysokości głosu czy występowanie lub brak zarostu.

Męskie cechy płciowe przedstawiliśmy na ilustracji poniżej.

Męskie cechy płciowe

Męskie cechy płciowe to charakterystyczne cechy budowy ciała mężczyzny.

Pierwszorzędowe męskie cechy płciowe



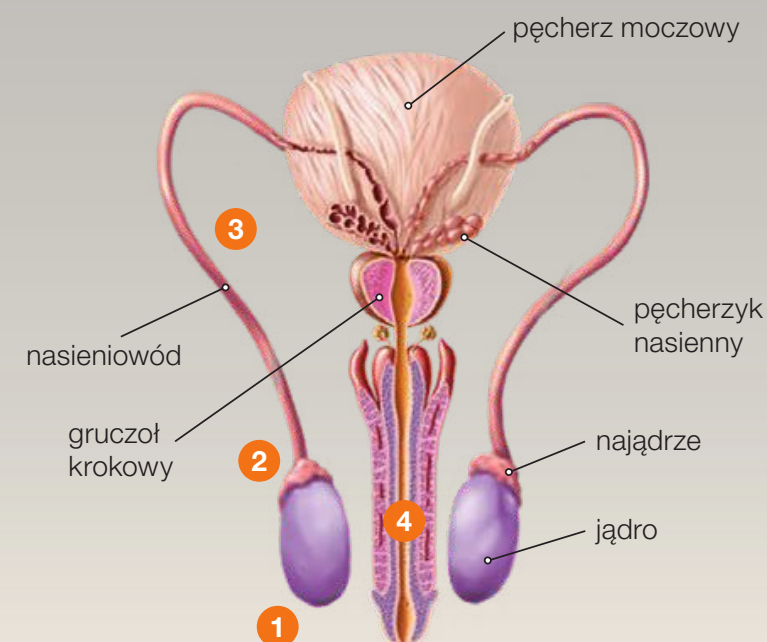
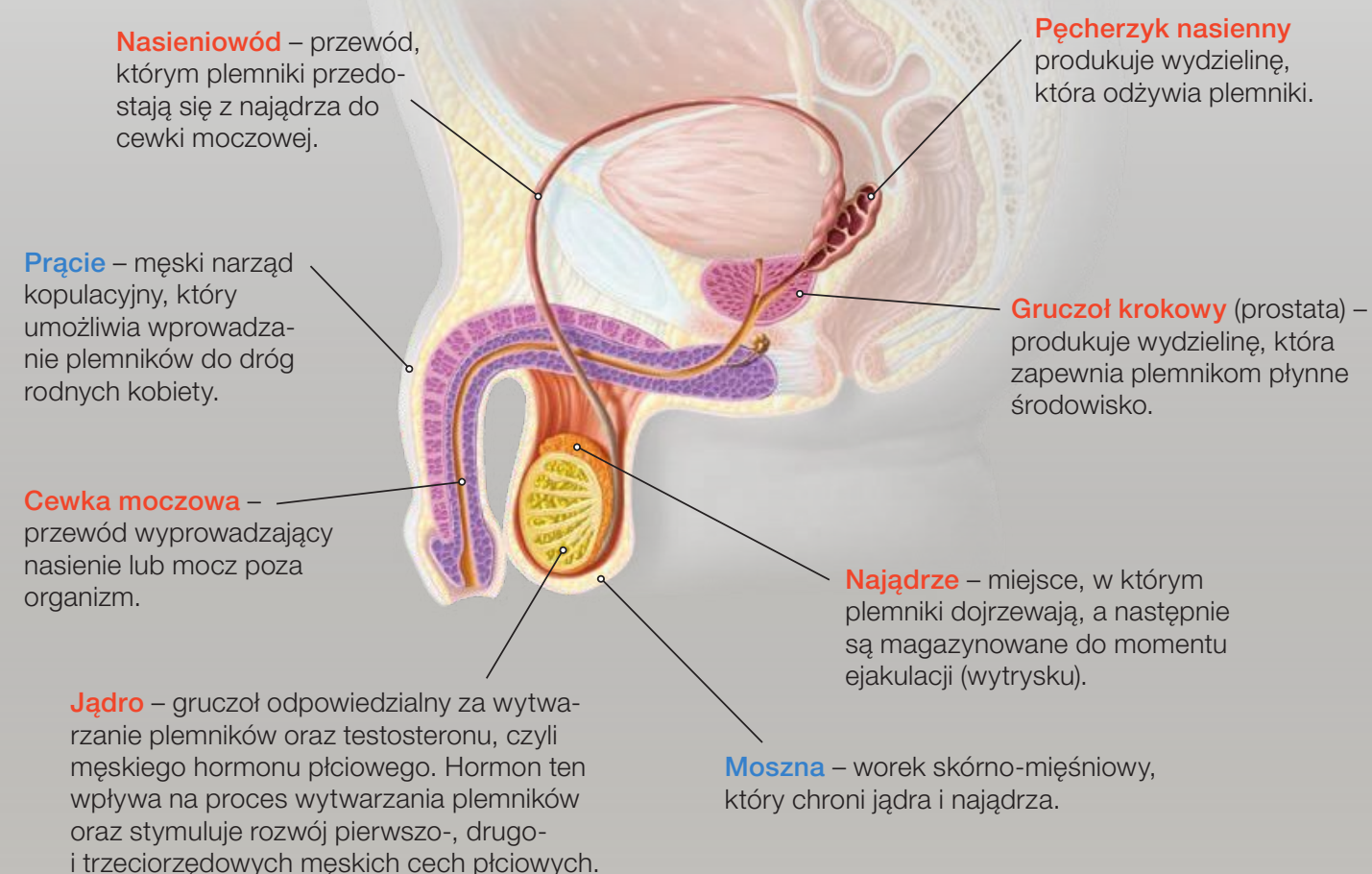
Drugorzędowe męskie cechy płciowe



Trzeciorzędowe męskie cechy płciowe

Budowa i funkcje męskiego układu rozrodczego

Męski układ rozrodczy składa się z narządów rozrodczych **zewnętrznych** i **wewnętrznych**. Główne funkcje męskich narządów rozrodczych to produkowanie i odżywianie plemników, magazynowanie ich oraz ostatecznie – wprowadzanie do dróg rodnych kobiety.



Męski układ rozrodczy – widok z przodu.

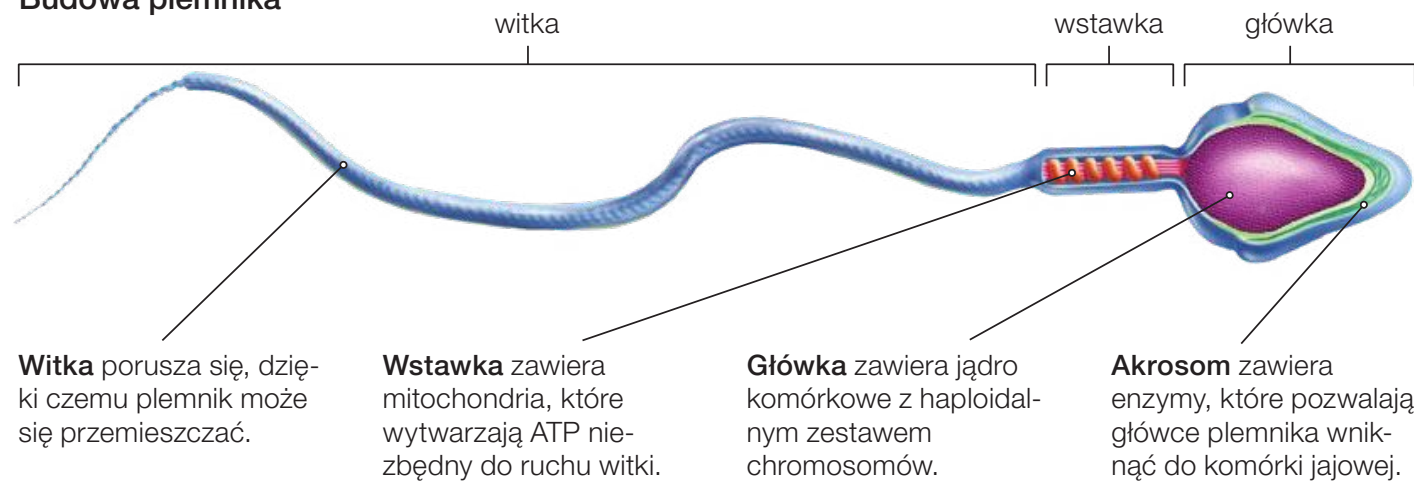
Budowa plemnika

Dojrzały, czyli zdolny do zapłodnienia plemnik składa się z trzech części. Są to:

- ▶ **witka**, która umożliwia plemnikowi ruch;
- ▶ **wstawka** zawierająca liczne mitochondria. W wyniku zachodzącego w nich oddychania komórkowego jest uwalniana energia niezbędna do poruszania się witki;

- ▶ **główka**, w której występuje jądro komórkowe z haploidalnym (pojedynczym) zestawem chromosomów. Na szczycie główki znajduje się **akrosom**. Zawiera on enzymy, dzięki którym główka plemnika może pokonać osłony jajowe i wniknąć do wnętrza komórki jajowej, dzięki czemu dochodzi do zapłodnienia.

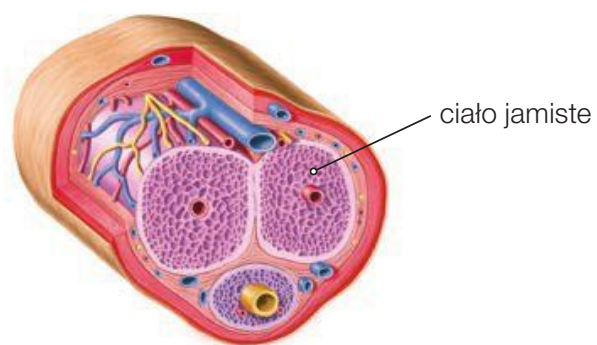
Budowa plemnika



Jak plemniki trafiają do dróg płciowych kobiety?

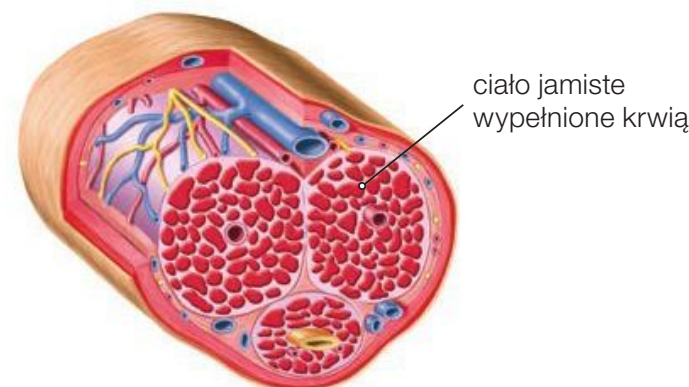
Prącie jest zbudowane z ciał jamistych – elementów, które zawierają tkankę przypominającą strukturą gąbkę. Podczas intymnego zbliżenia tkanka ta wypełnia się krwią. To powoduje **erekcję** – prącie staje się sztywne, dzięki czemu może być wprowadzone do dróg płciowych kobiety. Tam dochodzi do **ejakulacji**, czyli wytrysku spermy zawierającej plemniki.

Przekrój przez prącie w stanie spoczynku



W stanie spoczynku prącia ciała jamiste nie są wypełnione krwią.

Przekrój przez prącie podczas erekcji

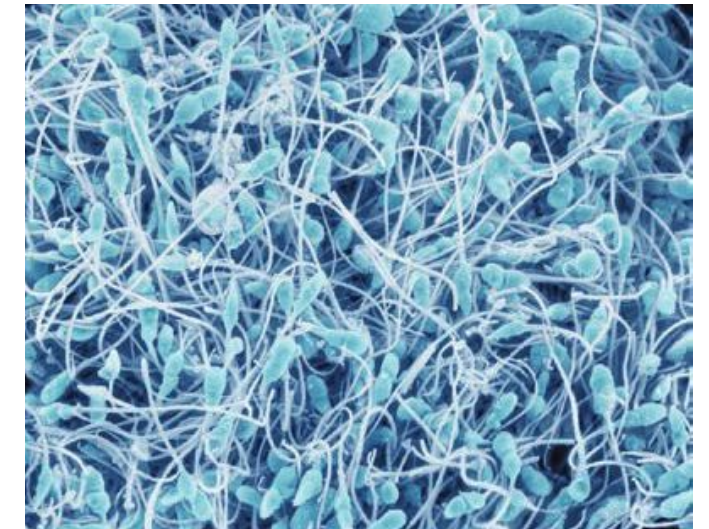


Podczas wzwodu ciała jamiste wypełniają się krwią, przez co prącie staje się sztywne.

Czym jest nasienie (sperma)?

Nasienie (sperma) jest gęstym, nieprzezroczystym, lepkiem płynem o białawym zabarwieniu. Poza plemnikami zawiera ono wydzieliny pochodzące z:

- ▶ **pęcherzyków nasiennych** – w wydzielinie tej znajdują się m.in. białka zasadowe i cukier – fruktoza. Białka nadają nasieniu odpowiednie, lekko zasadowe pH, a fruktoza stanowi substancję odżywczą dla plemników;
- ▶ **prostaty** (gruczołu krokowego) – wydzielina ta zawiera enzymy upłynniające nasienie, co umożliwia plemnikom ruch.



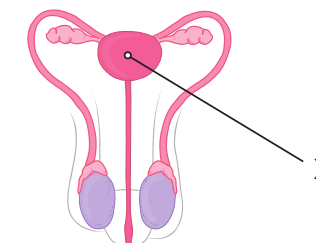
Objętość nasienia w czasie wytrysku wynosi ok. 2–6 cm³, w których znajduje się w 20–300 mln plemników.

W skrócie

- Układ rozrodczy przede wszystkim umożliwia rozmnażanie płciowe.
- Do wewnętrznych męskich narządów rozrodczych zaliczamy:
 - **jądra**, które wytwarzają 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,
 - **mosznę**, w której znajdują się jądra i najądrza.
- **Testosteron**, czyli męski hormon płciowy, pobudza jądra do wytwarzania plemników.

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. Podaj nazwę i funkcję elementu wskazanego na ilustracji znakiem X.



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

Ważne na tej lekcji!

- budowa i funkcje poszczególnych części żeńskiego układu rozrodczego
- funkcje żeńskich hormonów płciowych
- rola 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. W organizmie kobiety powstają bowiem komórki jajowe, dochodzi do zapłodnienia, po czym rozwija się zarodek, a następnie – płód. Żeńskie narządy rozrodcze są również przystosowane do porodu, czyli wydawania na świat potomstwa.

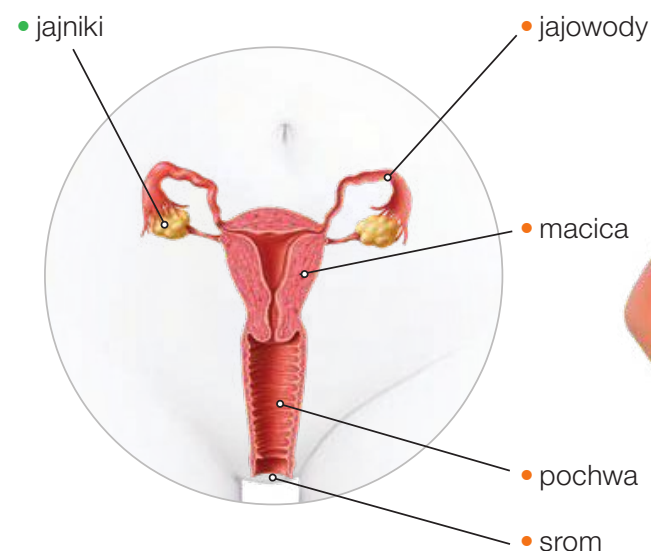


W ciele kobiety młody organizm rozwija się od momentu zapłodnienia aż do porodu.

Żeńskie cechy płciowe

Żeńskie cechy płciowe, tak jak męskie cechy płciowe (→ s. 248), 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 **zewnątrznych** i **wewnętrznych** narządów rozrodczych. Najważniejsze funkcje żeńskiego układu rozrodczego to wytwarzanie gamet żeńskich (komórek jajowych), tworzenie warunków do zapłodnienia gamet, a następnie – do rozwoju zarodka i płodu.

Macica – umięśniony narząd wysłany błoną śluzową, w którym zachodzi rozwój zarodka, a potem – płodu.

Wzgórek łonowy – skupienie tkanki tłuszczowej nad spojeniem łonowym.

Łechtaczka – narząd odgrywający rolę w pobudzeniu seksualnym.

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.

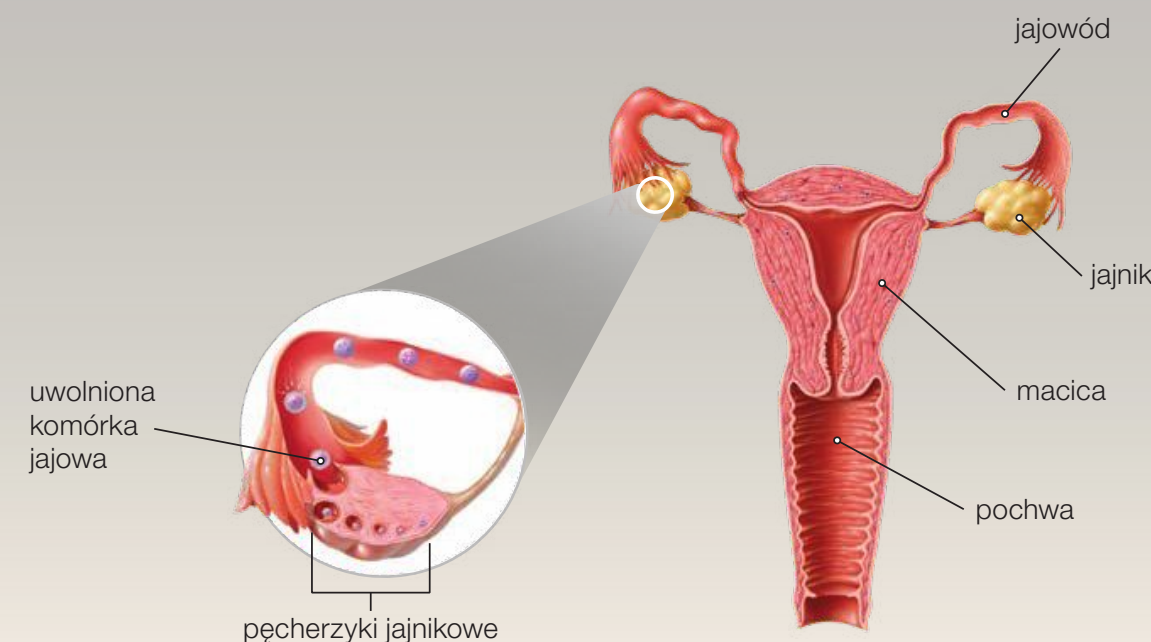
Jajowód – przewód łączący jajnik z macicą. Jego powierzchnię wyściela orzęsiony nabłonek. Ruchy rzęsek komórek nabłonka umożliwiają przesuwanie komórki jajowej oraz zarodka w kierunku macicy.

Jajnik – gruczoł odpowiedzialny za wytwarzanie komórek jajowych oraz produkcję żeńskich hormonów płciowych – estrogenów.

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 męczyzny.

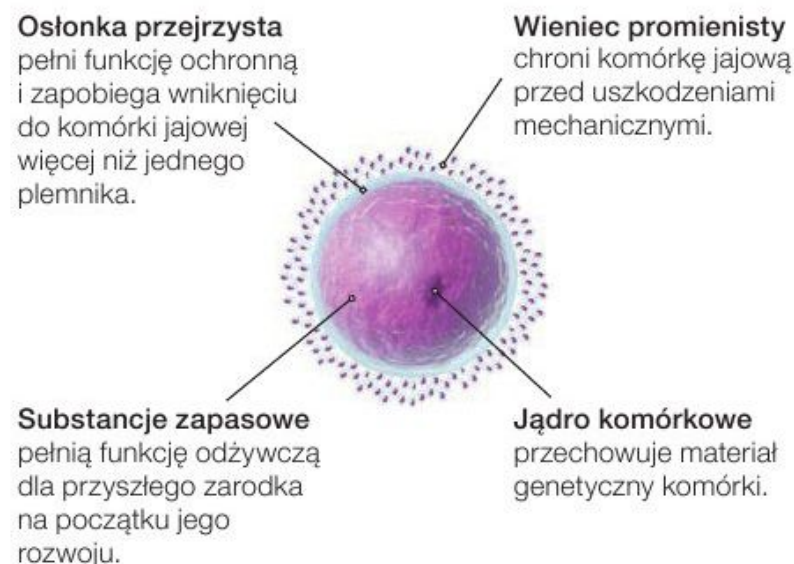
Jajniki – miejsce powstawania komórek jajowych

Jajniki są parzystymi narządami. W każdym jajniku znajdują się tzw. **pęcherzyki jajnikowe** na różnym etapie rozwoju. Każdy pęcherzyk zawiera **jedną niedojrzałą komórkę jajową**. Raz na ok. 28 dni jeden z pęcherzyków jajnikowych dojrzewa, pęka i uwalnia do światła jajowodu komórkę jajową. Proces uwalniania komórek jajowych do jajowodu nazywamy **owulacją**.



Budowa komórki jajowej

Komórka jajowa nie ma zdolności ruchu. W jej cytozolu znajdują się wszystkie niezbędne organelle komórkowe oraz substancje zapasowe, które po zapłodnieniu umożliwiają zarodkowi rozwój. Komórka jajowa ma też – podobnie jak plemnik – haploidalny (pojedynczy) zestaw chromosomów.

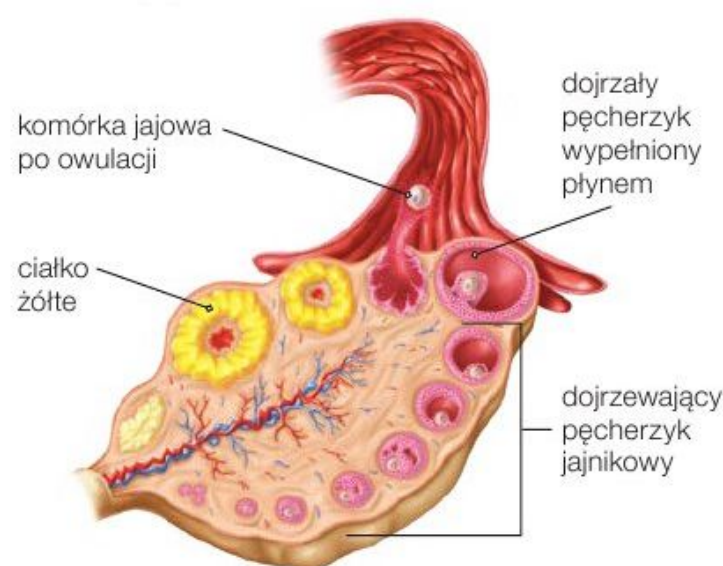


Czym jest cykl menstruacyjny?

Cykl menstruacyjny (miesiączkowy) to cykliczne przemiany zachodzące w organizmie kobiety, które prowadzą do powstania komórki jajowej. Cykl menstruacyjny trwa zwykle ok. 28 dni, ale może być o kilka dni dłuższy lub krótszy.

Podczas cyklu menstruacyjnego gameta żeńska znajdująca się w pęcherzyku jajnikowym dojrzewa i, w wyniku **owulacji**, trafia do światła jajowodu. Tutaj rząski nabłonka przesuwają ją w kierunku macicy:

Budowa jajnika



Po owulacji pusty pęcherzyk jajnikowy przekształca się w **ciało żółte**. Funkcją tej struktury jest wydzielanie żeńskiego hormonu płciowego – progesteronu.

- ▶ jeśli w jajowodzie są plemniki, może dojść do **zapłodnienia**. W efekcie tego procesu powstaje zygota, która następnie rozwija się w zarodek. W macicy z zarodka rozwija się płód.
- ▶ jeśli nie dojdzie do zapłodnienia, komórka jajowa obumiera i zostaje usunięta z organizmu kobiety podczas miesiączki.

Regulacja cyklu menstruacyjnego przez hormony

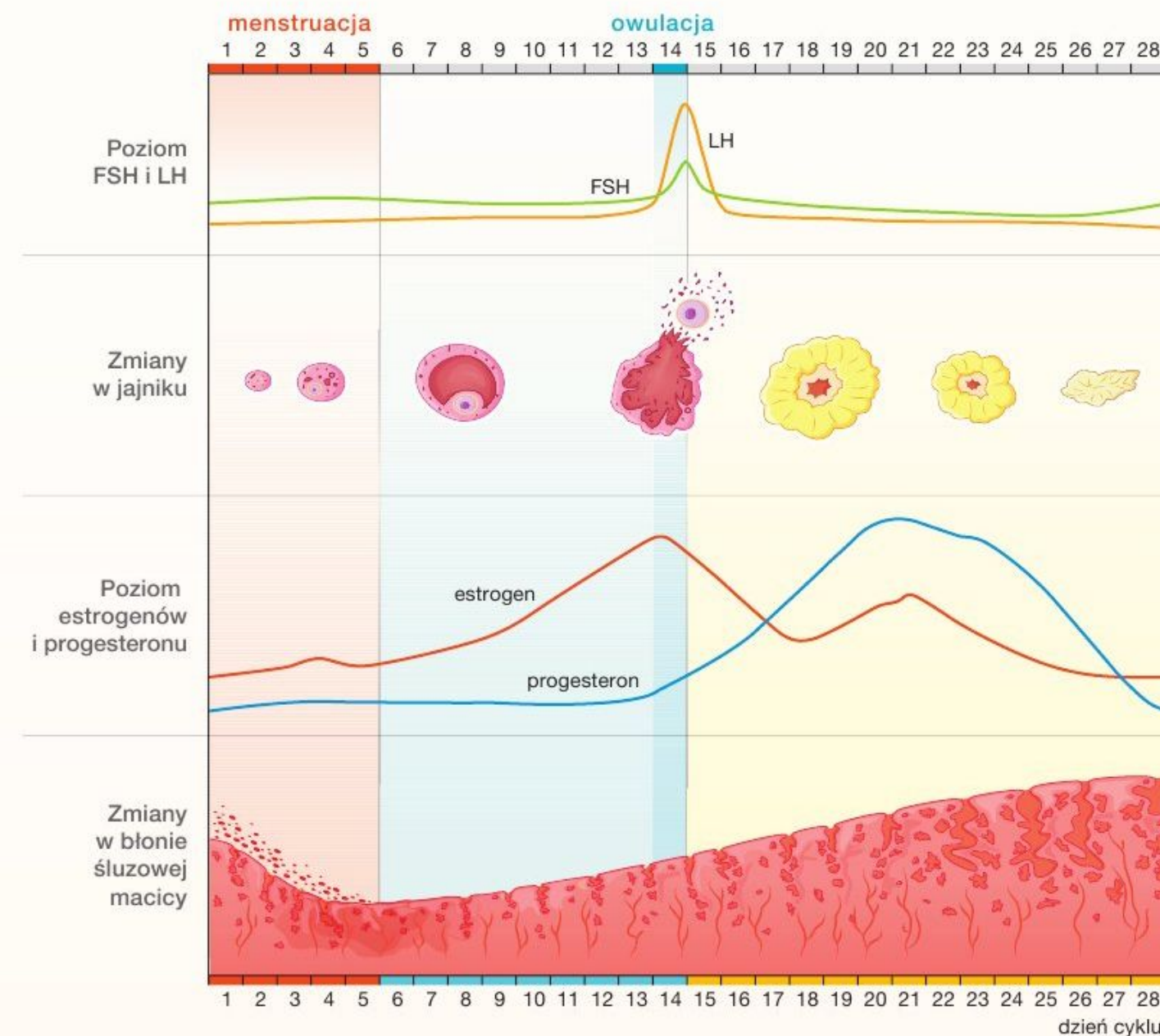
Cykl menstruacyjny kontrolują hormony **podwzgórza** i **przysadki**. Podwzgórze wydziela hormony pobudzające przysadkę. Pod ich wpływem przysadka uwalnia własne hormony: **hormon folikulotropowy (FSH)** oraz **hormon luteinizujący (LH)**. Oba te hormony stymulują cykliczne dojrzewanie pęcherzyków jajnikowych, a także pobudzają jajniki do wytwarzania żeńskich hormonów płciowych – **estrogenów** – oraz – w mniejszej ilości – **progesteronu**.

Przebieg cyklu menstruacyjnego

Cykl menstruacyjny przebiega w trzech fazach. Są to: **faza menstruacyjna**, **faza pęcherzykowa** i **faza lutealna**. W każdej z tych faz zmienia się poziom hormonów, które kontrolują przebieg cyklu, oraz zachodzą zmiany w błonie śluzowej macicy.

Przebieg cyklu menstruacyjnego

Cykl menstruacyjny kontrolują hormony przysadki (LH i FSH), które wpływają na pracę jajników, oraz hormony płciowe (estrogeny i progesteron), powodujące zmiany w błonie śluzowej macicy.



Faza menstruacyjna

(1.–ok. 5. dzień cyklu)

- Błona śluzowa macicy złuszcza się, co powoduje krwawienie z dróg rodnych.
- Przysadka wydziela FSH i w ten sposób pobudza pęcherzyk jajnikowy do dojrzewania.

Faza pęcherzykowa

(ok. 6.–14. dzień cyklu)

- Pęcherzyk jajnikowy dojrzewa i wytwarza estrogeny.
- Błona śluzowa macicy staje się grubsza, a przysadka wydziela LH.
- FSH i LH osiągają najwyższy poziom, co powoduje owulację.

Faza lutealna

(ok. 15.–28. dzień cyklu)

- Z pękniętego pęcherzyka jajnikowego powstaje ciało żółte.
- Ciało żółte wydziela progesteron, który sprawia, że błona macicy staje się jeszcze grubsza.
- Jeżeli nie doszło do zapłodnienia, to ciało żółte stopniowo zanika, co powoduje spadek poziomu progesteronu.

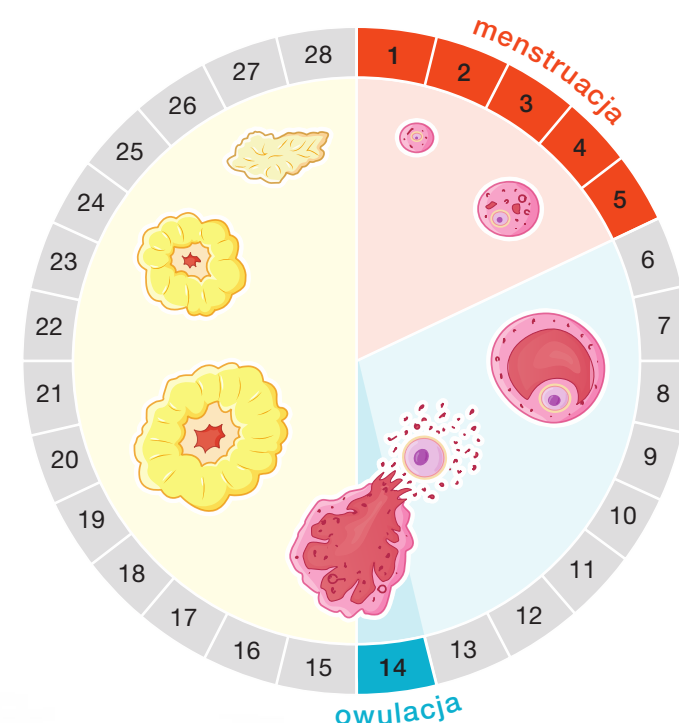
Regulacja cyklu menstruacyjnego przez układ nerwowy

Cykl miesięczny jest kontrolowany nie tylko przez układ hormonalny, lecz także przez **układ nerwowy**. Znajdujące się w korze mózgu ośrodki nerwowe wpływają na funkcje wydzielnicze **podwzgórza**. Uwalnia ono hormony pobudzające **przysadkę** do produkcji hormonów. Dzięki hormonom

przysadki **jajniki** produkują swoje hormony. Układ nerwowy odgrywa więc bardzo ważną rolę w regulowaniu cyklu menstruacyjnego. Każde zaburzenie w jego funkcjonowaniu, np. silne przeżycia emocjonalne, może zaburzyć lub nawet zatrzymać ten cykl. 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 miesięcznego. 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 miesięczne. 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.



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/> (dostęp: 2.04.2025).

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> (dostęp: 2.04.2025).

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 redakcyjnym dr Melissa McNeil z University of Pittsburgh”.

PAP/Rynek Zdrowia, *Badania: terapia hormonalna jest bezpieczna dla kobiet po menopauzie*; <https://www.rynekzdrowia.pl/Badania-i-rozwoj/Badania-terapia-hormonalna-jest-bezpieczna-dla-kobiet-po-menopauzie,176350,11.html> (dostęp: 2.04.2025).

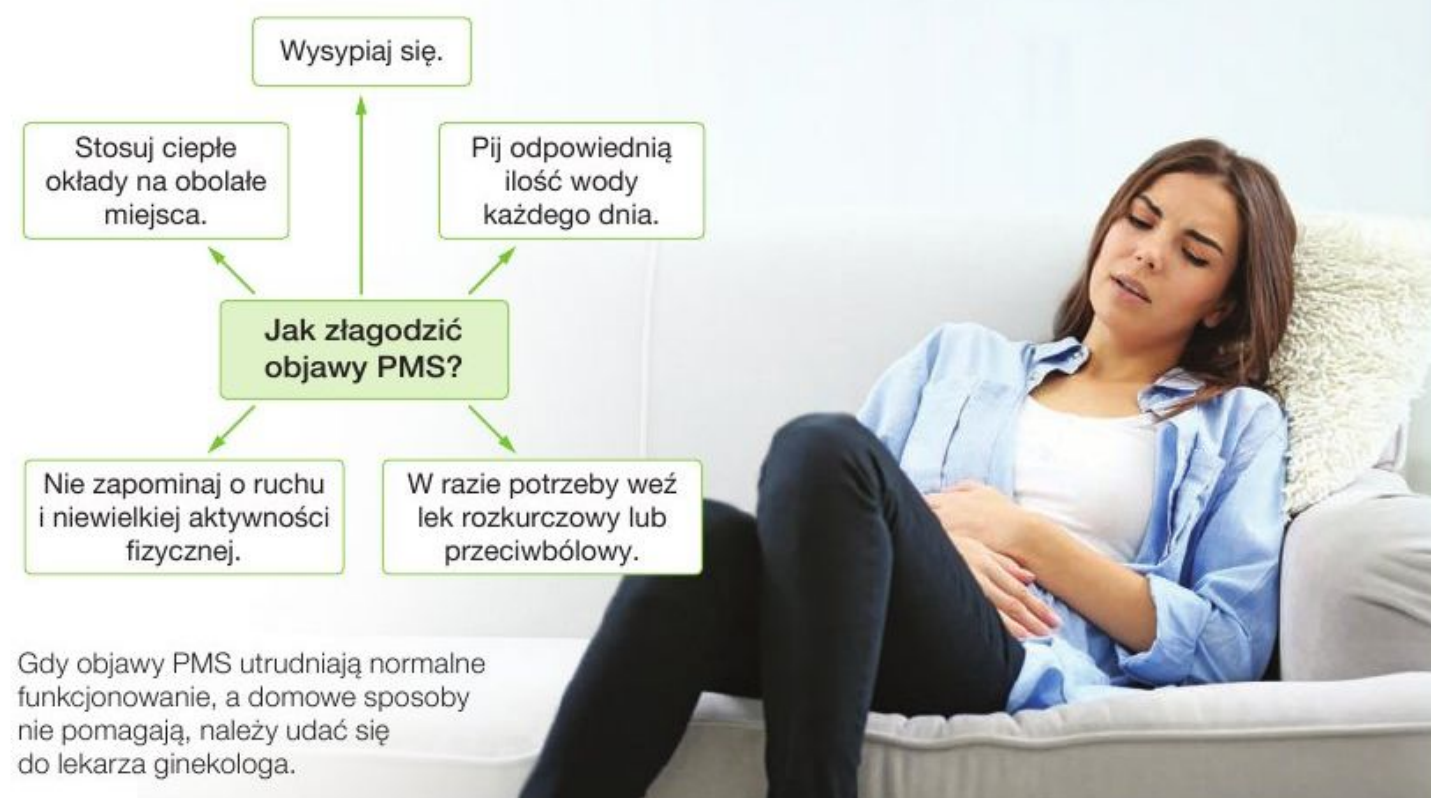
1 Wymień przedstawione w artykułach argumenty za i przeciw hormonalnej terapii zastępczej.

2 Na podstawie wymienionych wcześniej argumentów zajmij stanowisko w sprawie wpływu terapii hormonalnej na zdrowie kobiet.

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.



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 której pośrednictwem do organizmu kobiety dostaje się nasienie oraz przez którą dziecko wydostaje się na świat.
- W cyklu menstruacyjnym wyróżniamy fazę menstruacyjną, fazę pęcherzykową i fazę lutealną. Cykl ten regulują hormony przysadki: hormon folikulotropowy (FSH) i hormon luteinizujący (LH) oraz hormony wydzielane przez jajniki: estrogeny i progesteron.

Polecenia kontrolne

- Opisz budowę i funkcje poszczególnych narządów żeńskiego układu rozrodczego.
- Przedstaw wpływ estrogenów na organizm kobiety.
- Opisz budowę komórki jajowej. Podaj funkcje, które pełnią poszczególne jej elementy.

12.3. Rozwój człowieka

Ważne na tej lekcji!

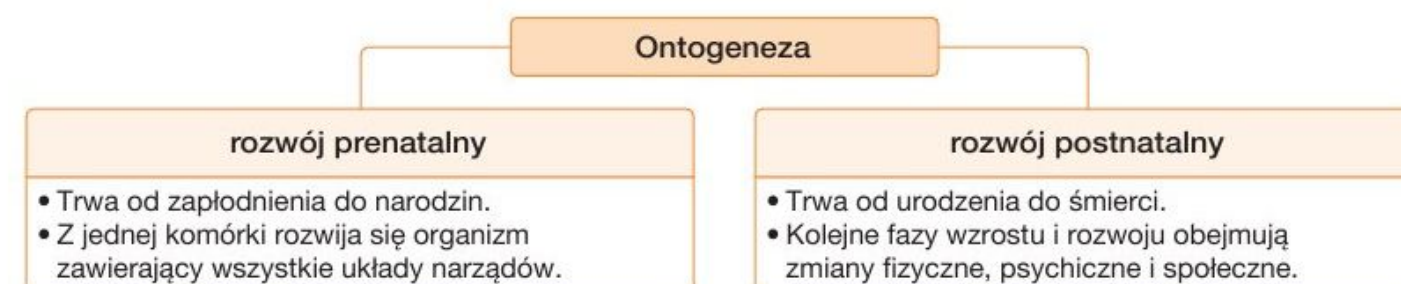
- etapy rozwoju (ontogeneza) człowieka
- przebieg ciąży, funkcje owodni i łożyska
- znaczenie badań prenatalnych
- skutki wydłużającego się okresu starości

Rozwój organizmu, to znaczy wszystkie zmiany, które zachodzą od powstania pierwszej komórki organizmu aż do jego śmierci, nazywamy **ontogenezą**. Ontogenezę dzielimy na dwa etapy: **rozwój prenatalny** i **rozwój postnatalny**.

■ Zapłodnienie – początek życia

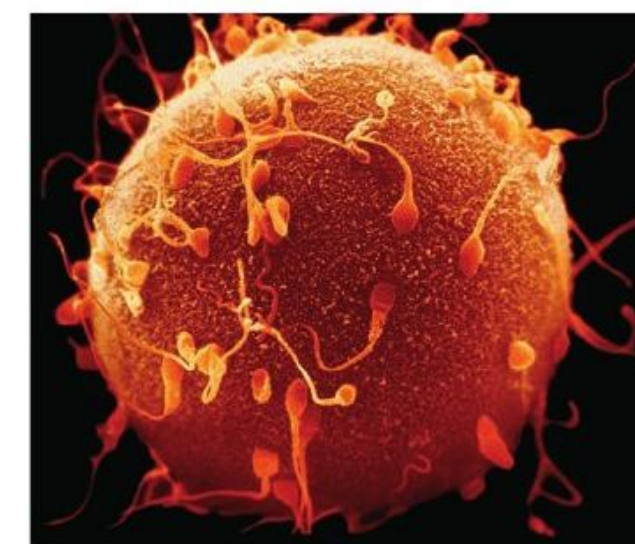
Nowe życie rozpoczyna się od **zapłodnienia**, czyli połączenia plemnika z komórką jajową.

Do zapłodnienia dochodzi zwykle w **jajowodzie**, do którego trafia komórka jajowa podczas owulacji (→ s. 254). Jądro komórkowe plemnika łączy się wtedy z jądrem komórkowym komórki jajowej. W jądrach komórkowych obu gamet znajduje się materiał genetyczny zawierający informacje o tym, które cechy rodzic przekaze dziecku. W ten sposób powstaje **zygota** – pierwsza komórka nowego organizmu.



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. Pozostałe giną w niesprzyjającym im kwaśnym środowisku pochwy. Gdy plemniki dotrą do komórki jajowej, enzymy znajdujące się w akrosomach trawią jej osłonkę. Wtedy główka jednego z nich wnika do wnętrza komórki jajowej. W tym samym momencie osłonka przejrzysta komórki jajowej staje się nieprzepuszczalna dla pozostałych plemników.



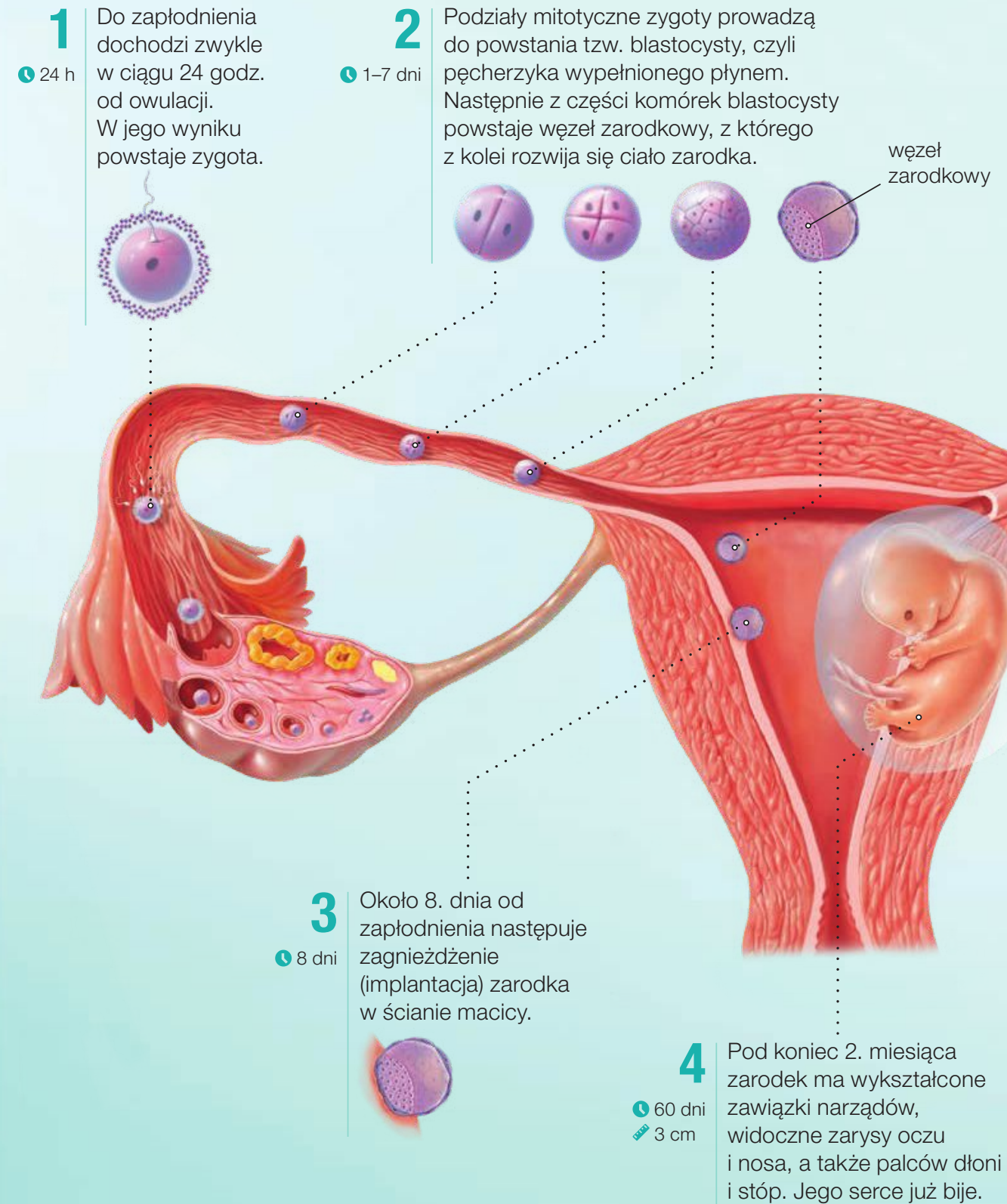
Komórkę jajową zapładnia tylko jeden plemnik. Dzięki temu zygota ma diploidalną liczbę chromosomów.

Rozwój prenatalny

Rozwój prenatalny trwa ok. 40 tygodni i zachodzi wewnątrz ciała matki.

W rozwoju tym wyróżniamy dwa główne etapy:

- ▶ **rozwój zarodkowy** – od momentu zapłodnienia do ok. 8. tygodnia życia,
- ▶ **rozwój płodowy** – od ok. 8. tygodnia życia do chwili narodzin.



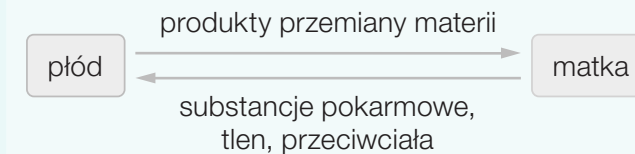
ROZWÓJ ZARODKOWY

Funkcje owodni i łożyska w rozwoju prenatalnym

Około 8. dnia od momentu zapłodnienia zarodek zaczyna wytwarzać błony płodowe. Jedną z nich jest **owodnia**. Pozostałe błony uczestniczą w tworzeniu pępowiny i łożyska – wspólnego narządu matki i dziecka.

Łożysko jest połączone z płodem za pomocą pępowiny, wewnątrz której znajdują się naczynia krwionośne. Łożysko:

- umożliwia wymianę substancji pomiędzy ciałem matki a ciałem dziecka,
- wydziela hormony niezbędne do prawidłowego przebiegu ciąży, chroni płód przed wieloma szkodliwymi czynnikami.



Owodnia wydziela specjalny płyn (tzw. wody płodowe), w którym rozwija się zarodek, a później płód. Płyn ten:

- amortyzuje wstrząsy,
- zapewnia właściwą temperaturę,
- ułatwia dziecku wykonywanie ruchów.



ROZWÓJ PŁODOWY

■ Ciąża a organizm kobiety

Podczas ciąży w organizmie kobiety zachodzi wiele zmian. Są one niezbędne do tego, aby dziecko miało odpowiednie środowisko do rozwoju oraz aby przygotować dziecko i kobietę do porodu. Na czym polegają te zmiany?

- ▶ Zatrzymuje się cykl menstruacyjny.
- ▶ Zmienia się poziom hormonów, m.in. wzrasta stężenie progesteronu oraz prolaktyny.
- ▶ Powiększa się macica.
- ▶ Powiększają się gruczoły mlekowe.
- ▶ Wzrasta wydolność serca i układu oddechowego.
- ▶ Powiększają się nerki.



Kiedy kobieta jest w ciąży, masa jej ciała wzrasta o kilkanaście kilogramów. To naturalny proces związany ze zmianami, które zachodzą w tym okresie.

W wyniku zmian hormonalnych u kobiety mogą wystąpić wahania nastroju, uczucie zmęczenia i problemy z koncentracją.

Czynniki negatywnie wpływające na przebieg ciąży

Chociaż dziecko w organizmie matki ma ochronę w postaci łożyska, to jednak nie jest to ochrona pełna. Łożysko nie chroni dziecka bowiem przed działaniem niektórych substancji, nie powstrzyma też skutków np. stresu matki czy promieniowania UV. Na jakie czynniki należy uważać w czasie ciąży?

Nieprawidłowa dieta – niedobory składników pokarmowych, np. białka, żelaza, kwasu foliowego, mogą prowadzić do zaburzeń w rozwoju płodu.

Leki i używki mogą spowodować, że u dziecka wystąpią wady wrodzone. Mogą też doprowadzić do poronienia.

Patogeny, np. wirusy i protisty, mogą doprowadzić do uszkodzenia układu nerwowego dziecka.

Złe samopoczucie psychiczne matki, np. stres czy brak snu, może zaburzyć prawidłowy przebieg ciąży.

Promieniowanie rentgenowskie i UV może powodować mutacje DNA i w konsekwencji – uszkodzić płód.

Zanieczyszczenie środowiska, np. pyłami, może zaburzyć rozwój układu oddechowego i układu nerwowego dziecka.



Alkohol w ciąży? Nie!

Bliżej życia

Picie przez kobietę w ciąży nawet niewielkich ilości alkoholu 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).



Przykłady zaburzeń u dzieci z FAS

- zbyt niski wzrost i za mała masa ciała
- nieprawidłowości w budowie twarzy
- zakłócenia pracy układu nerwowego
- problemy z poruszaniem się i koordynacją
- wady narządów wewnętrznych, np. serca lub nerek

■ Czym są badania prenatalne?

Badania prenatalne to różnorodne badania, które pozwalają ustalić, czy wzrost i rozwój dziecka w łonie matki przebiegają prawidłowo. Dzięki tym badaniom można sprawdzić m.in., czy u dziecka występują choroby genetyczne lub wady rozwojowe, a następnie od razu rozpocząć leczenie niektórych z nich.

Do najważniejszych badań prenatalnych należą:

- ▶ **badanie ultrasonograficzne (USG)**, które pozwala m.in. ocenić rozwój dziecka,



Badanie ultrasonograficzne jest bezpieczne zarówno dla matki, jak i dla dziecka. Powinno być ono wykonywane co najmniej 3 razy podczas ciąży.

określić jego wiek i płeć oraz sprawdzić, czy ciąża jest mnoga;

- ▶ **badania krwi matki** umożliwiające wykrycie niektórych chorób genetycznych płodu. Badany jest DNA dziecka znajdujący się we krwi matki;
- ▶ **amniopunkcja**, której celem jest m.in. sprawdzenie, czy płód jest obciążony chorobami genetycznymi. Badanie to polega na nakłuciu jamy owodni i pobraniu wód płodowych zawierających złuszczone komórki płodu. Z pobranych komórek można wyizolować DNA do badań genetycznych.



Amniopunkcję zaleca się m.in. kobietom, które urodziły wcześniej dziecko z wadami wrodzonymi lub ukończyły 35. rok życia.

Rozwój postnatalny

Rozwój postnatalny zaczyna się w dniu narodzin, a kończy wraz ze śmiercią. Dzielimy go na 8 okresów, podczas których zmieniają się nasz wygląd i zachowanie, a człowiek zdobywa nowe umiejętności.

1 Okres noworodkowy

(pierwszy miesiąc 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

Rozwój nauk medycznych oraz lepszy dostęp do opieki zdrowotnej przyczyniają się do wydłużenia długości życia, a co za tym idzie – do znacznego wydłużenia się okresu starości. Ten pozytywny efekt niesie ze sobą jednak wiele społecznych wyzwań. Należą do nich m.in.:

- ▶ zapewnienie osobom starszym długoterminowej opieki oraz odpowiedniego poziomu życia (także pod względem finansowym),
 - ▶ wzrost zapotrzebowania na miejsca w placówkach opiekuńczych oraz zwiększone zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników służby zdrowia – lekarzy geriatrów, pielęgniarzy czy rehabilitantów.
- Wymienionym wyżej skutkom wydłużającego się okresu starości można zapobiegać np. przez zachęcanie starszych osób do prowadzenia aktywnego trybu życia, zachowywania zdrowej diety, uczestniczenia w życiu



Spacery czy spokojna gimnastyka wpływają korzystnie na pracę układu krążenia oraz na kości, stawy i mięśnie.

społecznym i podtrzymywania więzi z bliskimi. Wydłużający się okres starości stwarza także wiele szans dla całego społeczeństwa, takich jak:

- ▶ możliwość czerpania z wiedzy i doświadczenia starszych osób,
- ▶ rozwijanie przez starsze osoby zainteresowań i realizowanie planów, na które wcześniej brakowało im czasu (np. uprawianie hobby, podróżowanie po świecie).

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**.
- **Owodnia** to jedna z błon płodowych. Wydziela ona płyn owodniowy (tzw. wody płodowe), w którym rozwija się zarodek, a później płód. Pełni funkcję ochronną.
- **Łożyisko** 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 przez łożysko odprowadza zbędne produkty przemiany materii.
- Dzięki badaniom prenatalnym można ocenić przebieg rozwoju płodu i wykryć niektóre wady wrodzone. Do badań prenatalnych należą m.in. **USG**, **badania krwi matki** oraz **amniopunkcja**.

Polecenia kontrolne

1. Opisz etapy rozwoju prenatalnego człowieka.
2. Określ, które substancje są transportowane przez łożysko z organizmu matki do organizmu dziecka.
3. Podaj dwa argumenty 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

Ważne na tej lekcji!

- choroby układu rozrodczego człowieka
- znaczenie wczesnej diagnostyki chorób układu rozrodczego
- choroby przenoszone drogą płciową i ich profilaktyka

Dla wielu osób dolegliwości ze strony układu rozrodczego to wstydlivy temat. Jeżeli jednak pojawią się niepokojące objawy związane z tym układem, nie należy zwlekać z wizytą u specjalisty. Wczesna diagnoza i szybkie rozpoczęcie leczenia mogą nas uchronić przed poważnymi chorobami.

■ Jak dbać o układ rozrodczy?

Aby uniknąć chorób układu rozrodczego lub zapobiec ich dalszemu rozwojowi, należy:

- ▶ **dbać o czystość** miejsc intymnych – zewnętrznych narządów rozrodczych;

- ▶ **unikać ryzykownych zachowań seksualnych**. Prawdopodobieństwo zakażenia drobnoustrojami chorobotwórczymi podczas stosunku płciowego można też zmniejszyć, stosując prezerwatywę;
- ▶ **obserwować swoje ciało** – 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;
- ▶ **regularnie wykonywać badania kontrolne** – dotyczy to zarówno kobiet, jak i mężczyzn.

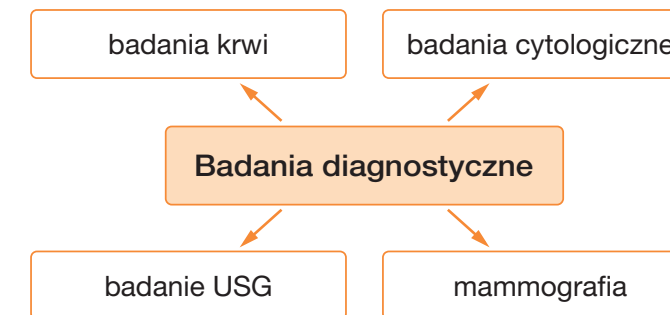
Dlaczego należy dbać o czystość miejsc intymnych?

Odpowiednia higiena miejsc intymnych zapobiega rozwojowi mikroorganizmów chorobotwórczych, takich jak bakterie i grzyby. Jakich zasad higieny należy przestrzegać?



■ Diagnostyka chorób układu rozrodczego

Badania diagnostyczne pozwalają wykryć wiele chorób układu rozrodczego. Wczesna diagnostyka jest w tym wypadku bardzo ważna. Dzięki niej lekarze mogą zastosować właściwe leczenie, aby zatrzymać chorobę i cofnąć jej objawy.



Badania krwi

Badania krwi są wykorzystywane m.in. w diagnostyce nowotworów (np. podwyższone stężenie **markerów nowotworowych** pozwala ustalić, czy u pacjenta rozwija się nowotwór). Z kolei testy na obecność **przeciwciał** wytwarzanych w wyniku kontaktu z patogenem pomagają wykryć m.in. zakażenia HIV czy kiłą. Dzięki oznaczeniu poziomu hormonów we krwi można też ocenić, czy jajniki i jądra funkcjonują prawidłowo.



Dzięki badaniu cytologicznemu można wykryć komórki nowotworowe we wczesnym etapie choroby. Dlatego badanie to warto wykonywać co najmniej raz w roku.

Badanie cytologiczne

Badania cytologiczne polegają na analizie śluzu lub komórek pobranych z przedniej części szyjki macicy. Dzięki tym badaniom można wykryć m.in. raka szyjki macicy oraz zakażenia wirusowe i bakteryjne, nawet na bardzo wczesnym etapie ich rozwoju.

Badanie USG

Badanie USG pozwala ocenić stan m.in. jajników, macicy czy gruczołów sutkowych. Pomaga to w wykryciu nowotworów oraz zmian w błonie śluzowej macicy, takich jak polipy czy mięśniaki. U mężczyzn badanie USG wykorzystuje się w diagnostyce nowotworów jąder i gruczołu krokowego.

Mammografia

Mammografia to badanie, za którego pomocą można ocenić, czy gruczoł mlekowy ma prawidłową strukturę. Badanie to polega na wykonaniu serii zdjęć rentgenowskich za pomocą urządzenia o nazwie mammograf. Dzięki tym zdjęciom można wykryć zmiany w budowie piersi o charakterze złośliwym i niezłośliwym.



Badania mammograficzne powinny być wykonywane raz do roku przez kobiety po 50. roku życia oraz kobiety, w których rodzinach występowały nowotwory piersi.

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 m.in. uwarunkowania genetyczne, wiek oraz czynniki środowiskowe, np. 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).

- **Profilaktyka:** regularne samobadanie jąder, odpowiednia dieta, niestosowanie używek, unikanie urazów mechanicznych jąder.

• Objawy:



Diagnostyka:

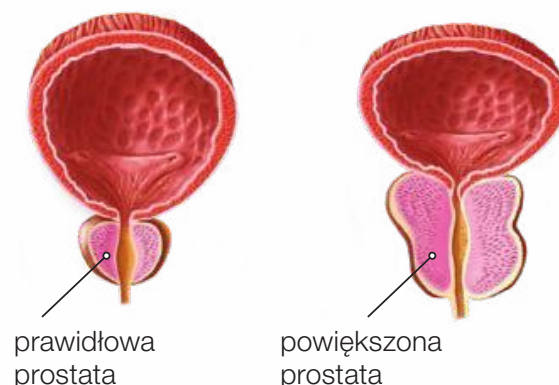
- badania USG jąder,
- biopsja i badanie histopatologiczne.

► 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.

- **Profilaktyka:** nie są znane skuteczne metody zapobiegania przerostowi gruczołu krokowego. Zaleca się nielekceważenie początkowych objawów choroby i wykonywanie badań diagnostycznych.

• Objawy:



Diagnostyka:

- badanie *per rectum* (przez odbytnicę),
- badanie poziomu antygenu PSA (charakterystycznego m.in. dla raka gruczołu krokowego),
- USG jamy brzusznej.

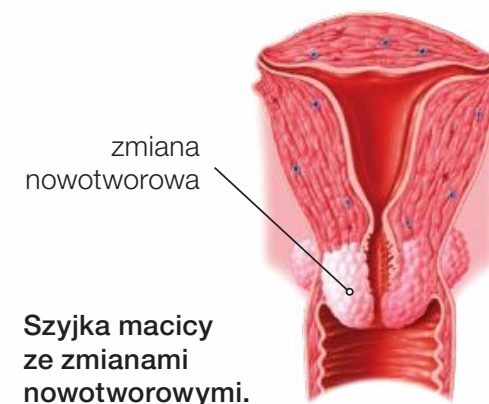
► Rak szyjki macicy

Rak szyjki macicy jest najczęściej występującym nowotworem żeńskiego układu rozrodczego. Wcześniej 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.

Infekcja HPV jest groźna również dla mężczyzn, ponieważ może prowadzić m.in. do rozwoju nowotworów gardła, prącia i odbytu. Z tego względu zaleca się, aby przeciwko HPV szczepiły się osoby obu płci.

- **Profilaktyka:** regularne wykonywanie badań cytologicznych i ginekologicznych, szczepienie przeciwko wybranym typom HPV, odpowiednia dieta i regularny wysiłek fizyczny.

• Objawy:



Szczepionka przeciwko HPV, przyjęta zwłaszcza przed rozpoczęciem życia seksualnego, skutecznie chroni przed zakażeniem wybranymi typami tego wirusa.

Diagnostyka:

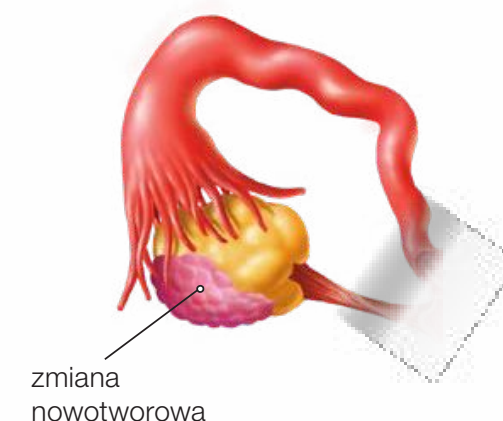
- USG jamy brzusznej,
- badania ginekologiczne,
- badanie cytologiczne,
- badania krwi (markery nowotworowe).

► 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.

- **Profilaktyka:** regularne wizyty kontrolne u ginekologa, unikanie używek (zwłaszcza palenia papierosów), utrzymywanie odpowiedniej masy ciała.

• Objawy:



Jajnik ze zmianą nowotworową.

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.

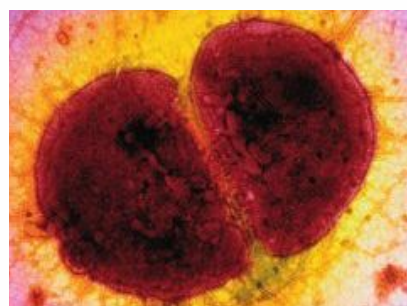
Diagnostyka:

- 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 dwóinką 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.

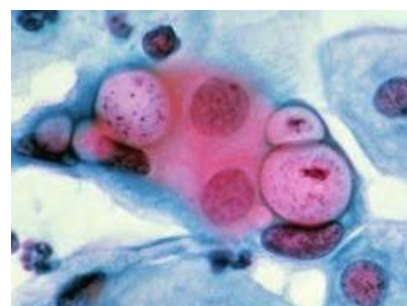
Diagnostyka:

- wymaz z cewki moczowej (mężczyźni) lub pochwy (kobiety).

► Chlamydia

Chlamydia to jedno 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 pochwy.

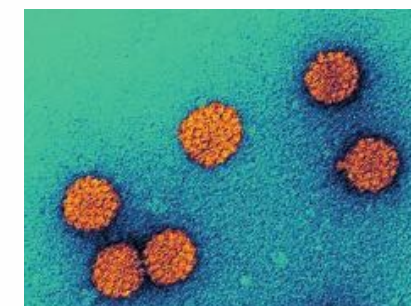
Diagnostyka:

- 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 brodawkowe, świąd i pieczenie okolic intymnych.



Wirus HPV.

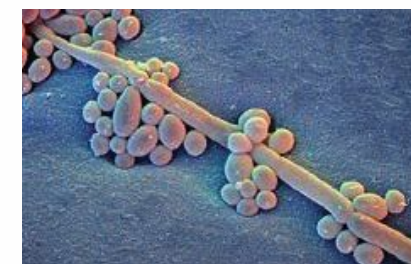
Diagnostyka:

- badania cytologiczne,
- testy molekularne wykrywające obecność materiału genetycznego wirusa.

► Grzybice narządów płciowych

Grzybice narządów płciowych to częste choroby 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).

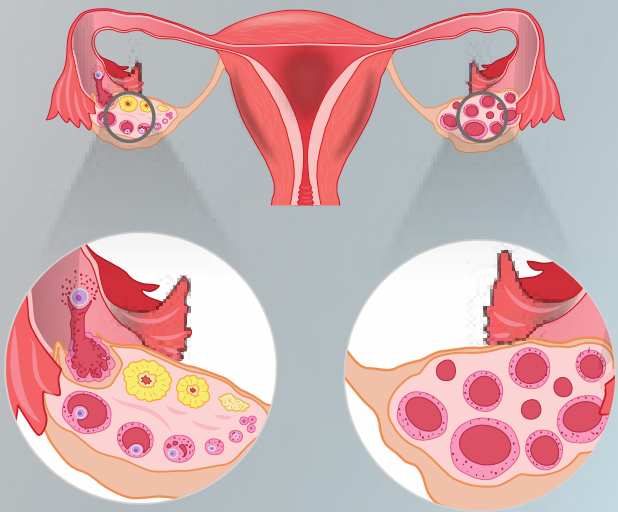
Zespół policystycznych jajników

Bliżej życia

Zespół policystycznych jajników (PCOS) to jedno z najczęstszych zaburzeń hormonalnych u kobiet w okresie rozrodczym. Nieleczony może być przyczyną niepłodności. Jego objawami są:

- zaburzenia cyklu miesięczkowego,
- podwyższony poziom androgenów (czyli męskich hormonów płciowych),
- liczne torbiele w obrębie jajników.

U większości kobiet z zespołem policystycznych jajników występuje tzw. insulinooporność. Oznacza to, że komórki ich ciała nie są wrażliwe na insulinę, która reguluje poziom glukozy we krwi. Skutkuje to podwyższonym poziomem glukozy we krwi, a w konsekwencji – rozwojem cukrzycy typu II.



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

- Choroby nowotworowe układu rozrodczego to np. **rak szyjki macicy**, **rak jajnika** i **rak jądra**, a także przerost gruczołu krokowego, który może spowodować rozwój raka gruczołu krokowego (prostaty).
- Do chorób przenoszonych drogą płciową należą m.in.: **kiła**, **rzeżączka**, **chlamydia**, **rzęsiśkowica**, **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.
- Wielu chorobom przenoszonym drogą płciową można zapobiec dzięki używaniu prezerwatyw i unikaniu przypadkowych stosunków seksualnych.
- Do najważniejszych badań diagnostycznych należą: badania cytologiczne, badanie USG, mammografia oraz badania krwi.

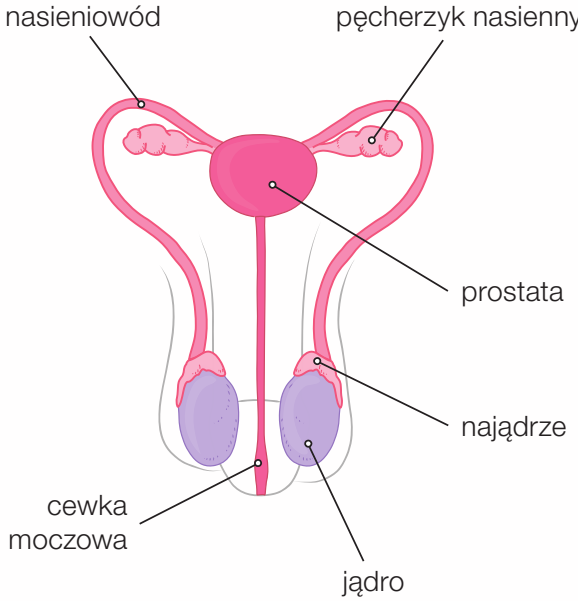
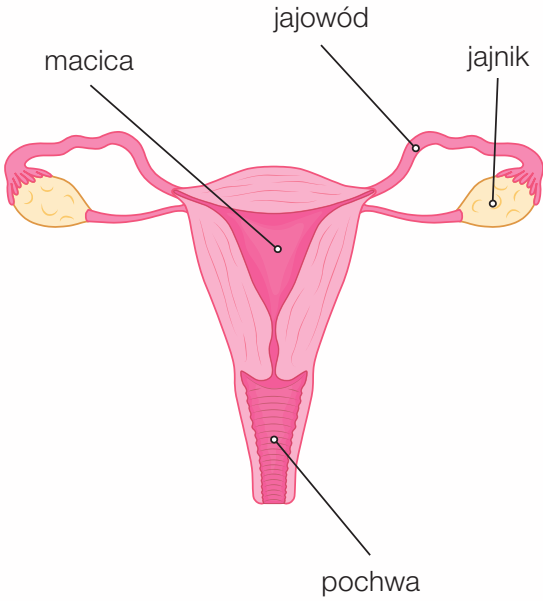
Polecenia kontrolne

1. Opisz metody diagnostyczne, które pozwalają wykryć choroby nowotworowe 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, które pomogą w zachowaniu odpowiedniej higieny 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, wargi sromowe 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	Narząd kopulacyjny, który umożliwia wprowadzenie nasienia 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 oraz zarodka do macicy.
Macica	Zapewnia odpowiednie warunki do rozwoju zarodka, a następnie płodu.
Pochwa	Umożliwia wprowadzenie nasienia do organizmu kobiety, wydostanie się płodu w czasie porodu i usuwanie krwi menstruacyjnej.

3 Cykl menstruacyjny (cykl miesięczkowy) – zespół powtarzających się, 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**.

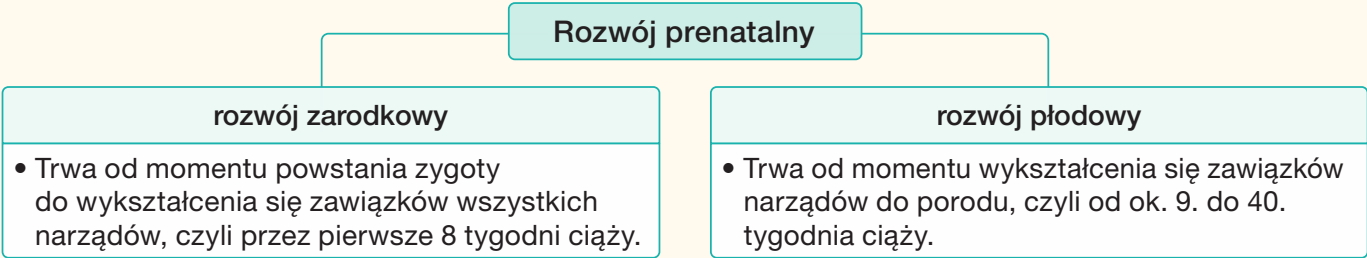
Faza menstruacyjna (1.–5. dzień)	Faza pęcherzykowa (6.–14. dzień)	Faza lutealna (15.–28. dzień)
zmiany w jajniku		
Wydzielanie FSH przez przysadkę, co pobudza pęcherzyk jajnikowy do dojrzewania.	- Dojrzewanie pęcherzyka jajnikowego, który wytwarza estrogeny. - Owulacja, czyli pęknięcie pęcherzyka jajnikowego i uwolnienie gamety żeńskiej do jajowodu pod wpływem działania szczytowo wysokich poziomów FSH i LH.	- Wydzielanie progesteronu przez ciało żółte. - W przypadku braku ciąży – stopniowe zanikanie ciała żółtego, powodujące spadek poziomu progesteronu.
zmiany w błonie śluzowej macicy		
Krwawienie, które zachodzi w wyniku złuszczenia się błony śluzowej macicy.	Odnowienie błony śluzowej macicy i zwiększenie grubości tej błony.	- Dalsze pogrubienie błony śluzowej i jej rozrost. - W przypadku braku ciąży – obumieranie i złuszczenie się błony śluzowej macicy.

4 Syntetyczne żeńskie hormony płciowe – estrogeny i progesteron wytwarzane przez przemysł farmaceutyczny. Lekarz może zalecić ich przyjmowanie m.in. w przypadku zaburzeń cyklu menstruacyjnego.

5 Funkcje łożyska i owodni

Element	Funkcja
Łożysko	- Umożliwia wymianę substancji między organizmem matki a płodem. - Wydziela hormony niezbędne do prawidłowego przebiegu ciąży. - Częściowo 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.

6 Rozwój prenatalny – okres życia człowieka od poczęcia do narodzin.



7 Rozwój postnatalny – obejmuje okresy: noworodkowy, niemowlęcy, poniemowlęcy, dzieciństwa, dojrzewania, dorosłości, przekwitania i starości.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE

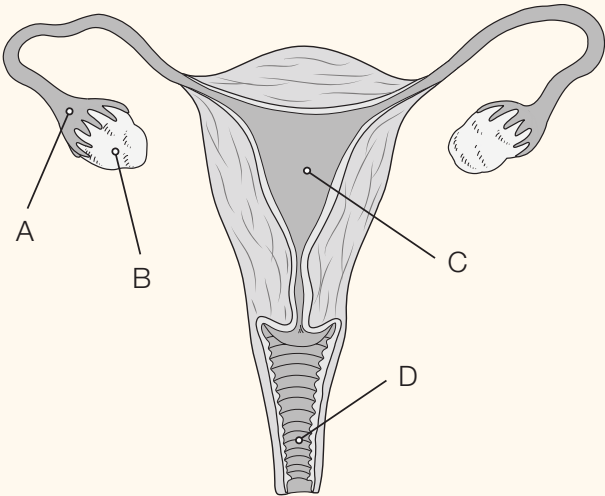


1 Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (4 p.)

1.	Do pierwszorzędowych męskich cech płciowych należą jądra.	P	F
2.	Dzięki enzymom zawartym w wydzielinie prostaty nasienie jest płynniejsze, co umożliwia plemnikom ruch.	P	F
3.	Plemniki powstają w jądrach, gdzie są magazynowane do momentu ejakulacji.	P	F
4.	Akrosom to element plemnika zawierający 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 Podaj cechę budowy jajowodów, dzięki której komórka jajowa łatwiej się przesuwa w kierunku macicy. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

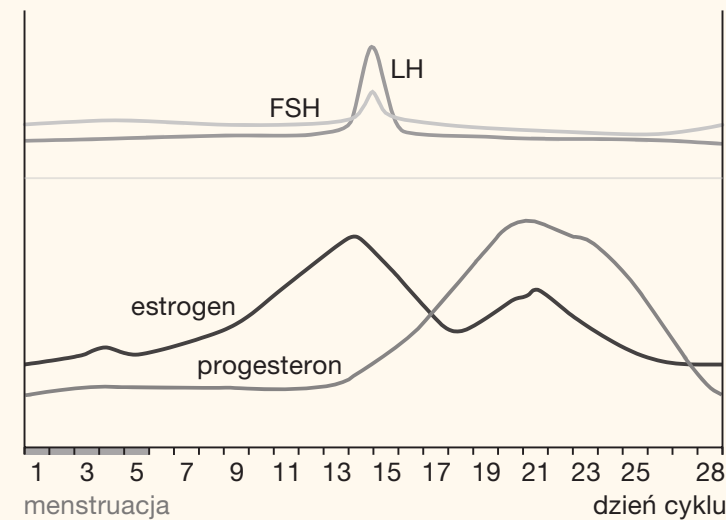
5 Wyjaśnij, jaką rolę odgrywa łożysko – wspólny narząd matki i dziecka. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

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 miesięczkowego kobiety.

(5 p.)



- a) Podaj, w którym dniu cyklu doszło do owulacji. Uzasadnij swój wybór jednym argumentem. Odpowiedź zapisz w zeszytcie.
- b) Określ, które z hormonów są produkowane przez jajniki. Odpowiedź zapisz w zeszytcie.
- c) Określ, w której fazie cyklu (fazie menstruacyjnej, pęcherzykowej czy lutealnej) estrogeny osiągają najwyższy poziom. Odpowiedź zapisz w zeszytcie.
- d) Wyjaśnij, czym jest spowodowany nagły spadek ilości progesteronu w fazie lutealnej. Odpowiedź zapisz w zeszytcie.

8 Opisz w zeszytcie po dwa przykłady działań zapobiegających rozwojowi raka jądra i raka szyjki macicy.

(2 p.)

9 Podaj nazwy tych chorób przenoszonych drogą płciową, których objawy opisano poniżej. Odpowiedź zapisz w zeszytcie.

(2 p.)

- A. Chorobę tę wywołuje protist. U kobiet powoduje ona 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 bakteryjna, która 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, leukocyt	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

4.

Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa	Tkanka mięśniowa gładka
C, D	A, B

Rozdział 2

1. a) A – naskórek, B – skóra właściwa

b) za funkcję termoregulacyjną / umożliwiają usuwanie szkodliwych produktów przemiany materii / dostarczanie składników odżywczych

2. F, F, P

3. pot, łój, niskie pH skóry, wielowarstwowy naskórek

4. a) sód – 4600 mg, potas – 800 mg, wapń – 100 mg

b) Pot ma słony smak, ponieważ zawiera dużą ilość jonów soli NaCl.

5. a) naskórek

b) W okresie jesienno-zimowym możemy być narażeni na niedobory witaminy D₃, ponieważ synteza tej witaminy przez skórę zachodzi pod wpływem promieniowania UV, a jesienią i zimą do powierzchni Ziemi dociera mniejsza ilość tego promieniowania. Powoduje to ograniczenie syntezy witaminy D₃ przez skórę. / Ze względu na niską temperaturę na zewnątrz częściej przebywamy w pomieszczeniach, co skutkuje zmniejszeniem ekspozycji skóry na promieniowanie UV i zwiększeniem niedoborów witaminy D₃.

Rozdział 3

1. P, F, F

2. A–4, B–1, C–2

3. Pomiędzy żebrami a mostkiem występują chrząstkozrosty. Ten typ połączenia kości umożliwia ruchy klatki piersiowej w ograniczonym zakresie, co pozwala na wykonywanie wdechu i wydechu podczas wentylacji płuc.

4. 6, 7, 8, 9

5. A

6. Dzięki stosowaniu właściwie zbilansowanej diety, zawierającej m.in. odpowiednią ilość białka niezbędnego do rozwoju mięśni oraz soli mineralnych nadających kościom 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, do których wnikają naczynia krwionośne i naczynia limfatyczne. Kosmki jelitowe 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, 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 większych porcji posiłków.

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. F, P, P
6. Zdania fałszywe: B i E
- Uzasadnienia:
- Zdanie B – z pęcherzyków płucnych do krwi mogą przenikać cząstki PM_{2,5}, na ściankach pęcherzyków pozostają jedynie cząstki PM₁₀.
- Zdanie E – tlenek węgla wiąże się z hemoglobina łatwiej niż tlen, dlatego utrudnia on lub wręcz uniemożliwia łączenie się hemoglobiny z tlenem.
7. Pyły PM_{2,5} są niebezpieczne dla zdrowia człowieka, ponieważ są tak drobne, że przenikają przez powierzchnię pęcherzyków płucnych do krwi.
8. Diagnostyka nowotworów układu oddechowego / zapalenia płuc / gruźlica płuc.

Rozdział 6

1. A–1, B–5, C–2, D–3
2. P, F, F
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 są otwarte – krew przepływa z przedsionków do komór serca.

4.

Cecha	Tętnica	Żyła	Naczynie włosowate
Budowa	elastyczne ściany oraz gruba warstwa mięśni gładkich	wiotkie ściany oraz cienka warstwa mięśni	ściany zbudowane z cienkiej 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 w nerkach: 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 i USG serca, echokardiografia, angiografia.

Rozdział 7

1. F, P, P
- 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 geny kodujące antygeny zgodności tkankowej. A im większa zgodność tkankowa, tym mniejsze ryzyko odrzucenia przeszczepu.

Rozdział 8

1. P, P
2. A – moczowody, B – pęcherz moczowy, C – cewka moczowa
3. I–B, II–A, III–B
- 4.

Reakcja organizmu	Niska zawartość wody we krwi	Wysoka zawartość wody we krwi
Uwalnianie ADH	wzrasta	maleje
Resorpcja wody w nerkach	wzrasta	maleje
Objętość wydalanego moczu	maleje	wzrasta

5. • Białko – jeżeli występuje w moczu ostatecznym w znacznej ilości, może to

świadczą o poważnych chorobach, takich jak niewydolność nerek.

- Glukoza – jej obecność w moczu ostatecznym może świadczyć np. o cukrzycy.
- Ciała ketonowe – występują w moczu po długotrwałej głodówce albo w przypadku anoreksji, czasami również w cukrzycy.

6. 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 wtedy, kiedy nerki człowieka przestają pracować lub ich działanie jest niewystarczające, m.in. w 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 efektor (np. mięśnia).
- b) A – receptor, wolne zakończenie nerwowe / receptor dotyku 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: W trakcie snu regenerują się synapsy. / Sen umożliwia organizmowi wzrost, ponieważ w trakcie snu jest wydzielany hormon wzrostu. / Sen wpływa korzystnie na naszą pamięć, ponieważ pozwala na utrwalenie informacji, których nauczyliśmy się w ciągu dnia. / Podczas snu możemy odpocząć i zrelaksować 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. Podczas palenia wyrobów nikotynowych wraz z dymem do naszego organizmu dostaje się wiele innych, szkodliwych związków, w tym działających drażniąco, toksycznie lub rakotwórczo.

9. C

Rozdział 10

1. A–2, B–4, C–3, D–5

2. a) X – tęczęwka, 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.

3. B

4. małżowina uszna → przewód słuchowy → błona bębenkowa → kosteczki słuchowe → narząd spiralny

5. P, P, F

6. Adaptacja oka to jego przystosowanie do widzenia w różnych warunkach oświetlenia. Natomiast akomodacja to zdolność dostosowania się oka do wyraźnego widzenia przedmiotów z różnych odległości.

Rozdział 11

1. A – melatonina, B – kalcytonina, C – oksytocyna, D – adrenalina, E – hormon antydiuretyczny (wazopresyna, ADH)

2. a) B, ponieważ wzrosty i spadki poziomu glukozy we krwi są gwałtowniejsze niż w przypadku linii A.

b) insulina, glukagon

3. A – oksytocyna, B – TSH, C – gruczoł mlekowy, D – tarczyca

Rozdział 12

1. P, P, F, P

2. Obecność jajowodów, macicy, pochwy, sromu.

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. Obecność rzęsek na powierzchni nabłonka, który wyściela jajowody.

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. Ponadto łożysko wydzielają hormony niezbędne do prawidłowego przebiegu ciąży i chroni płód przed wieloma szkodliwymi czynnikami.

6. amniopunkcja

7. a) 14 – występuje wtedy najwyższy poziom LH i FSH.

b) estrogen, progesteron

c) W fazie pęcherzykowej.

d) Spadek ten wynika z zaniku ciała 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 – rzęsiestkowica, B – kiła

Przydatne terminy

adrenalina – hormon i neuroprzebieżnik wytwarzany w rdzeniu nadnerczy oraz w niektórych neuronach ośrodkowego układu nerwowego. Pobudza współczulny układ nerwowy – odpowiada za przygotowanie organizmu do reakcji na stres. Powoduje m.in. przyspieszenie pracy serca, podniesienie ciśnienia tętniczego krwi i rozszerzenie oskrzeli.

akson – długa, pojedyncza wypustka neuronu, przewodząca impulsy nerwowe od ciała komórki do innych komórek. Zwykle jest otoczony osłonką mielinową, która skraca czas przewodzenia impulsów nerwowych.

aktyna – białko uczestniczące w skurczu mięśni.

alergia – nieprawidłowa, wzmożona odpowiedź immunologiczna organizmu na nieszkodliwy zazwyczaj czynnik zewnętrzny nazywany alergenem.

amylazy – enzymy, które rozkładają polisacharydy (skrobię i glikogen). Występują m.in. w ślinie i soku trzustkowym.

antygeny – cząsteczki chemiczne, które mogą się łączyć z przeciwciałami i w ten sposób wywoływać reakcje odpornościowe. Najczęściej są to cząsteczki białka lub cukru.

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 układ współczulny i układ przywspółczulny.

białe krwinki – patrz leukocyty.

blastocysta – stadium rozwoju zarodka. Ma postać pęcherzyka wypełnionego płynem.

chemoreceptory – odbierają bodźce chemiczne. Występują w jamie nosowej i gardle, gdzie umożliwiają odczuwanie zapachów, oraz w kubkach smakowych, gdzie umożliwiają odczuwanie smaku.

choroba autoimmunologiczna (autoimmunizacyjna) – choroba spowodowana autoagresją, czyli reakcją odpornościową skierowaną przeciwko

własnym komórkom (np. cukrzyca typu I, łuszczyca, reumatoidalne zapalenie stawów i bielactwo).

ciałko żółte – struktura, która powstaje po owulacji z pozostałości po pękniętym pęcherzyku jajnikowym. Wydziela progesteron – hormon warunkujący utrzymanie ciąży w początkowym okresie.

czerwone krwinki – patrz erytrocyty.

depolaryzacja – zmiana rozmieszczenia ładunków wzdłuż błony komórkowej, spowodowana napływem jonów dodatnich do wnętrza komórki. 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 (czerwone krwinki) – komórki krwi zawierające hemoglobinę (białko odpowiedzialne za transport tlenu i części dwutlenku węgla).

estrogeny – żeńskie hormony płciowe wytwarzane przez jajniki. Wpływają na rozwój i utrzymanie drugo- i trzeciorzędowych cech płciowych oraz na przebieg cyklu menstruacyjnego.

fotoreceptory – odbierają bodźce świetlne. Umożliwiają widzenie i występują w siatkówce oka.

gruczoły wydzielania wewnętrzne (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 zewnętrzne – gruczoły, których wydzieliny wydostają się 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).

hormon antydiuretyczny (wazopresyna, ADH) – hormon wytwarzany w podwzgórzu, a uwalniany przez przysadkę. Wzmaga resorpcję wody w kanalikach nerkowych, co powoduje zagęszczenie moczu.

hormon luteinizujący (LH) – hormon wydzielany przez przysadkę. U kobiet powoduje owulację i rozwój ciała żółtego oraz stymuluje wytwarzanie progesteronu.

hormony – substancje chemiczne, które stymulują lub hamują czynności wybranych komórek organizmu.

hormony tropowe – grupa hormonów wydzielanych przez komórki przysadki, której zadaniem jest regulowanie wydzielania innych hormonów. Przykładowo hormon tyreotropowy (TSH) pobudza wydzielanie hormonów przez tarczycę.

immunoglobuliny – patrz przeciwciała.

kalcytonina – hormon wytwarzany przez tarczycę. Hamuje uwalnianie jonów wapnia z kości, co zmniejsza stężenie tych jonów we krwi. Działa antagonistycznie w stosunku do parathormonu wydzielanego przez przytarczycę.

kora mózgu – zewnętrzna warstwa pokrywająca półkule mózgowe, zbudowana z istoty szarej, którą tworzą komórki nerwowe (neuronów). Jest bardzo silnie pofalowana, zawiera ośrodki nerwowe odpowiedzialne m.in. za przeprowadzanie wyższych czynności, takich jak zapamiętywanie, kojarzenie, wnioskowanie czy mówienie.

leukocyty (krwinki białe) – komórki krwi i limfy. Dzieli się na kilka rodzajów. Chronią organizm przed wirusami i mikroorganizmami chorobotwórczymi, uczestniczą też w reakcjach alergicznych. Wśród leukocytów wyróżniamy m.in. limfocyty, granulocyty oraz monocyty.

limfocyty – rodzaj krwinek białych (leukocytów) niezawierających ziarnistości w cytozolu. Uczestniczą w reakcjach immunologicznych.

limfocyty B – jeden z rodzajów limfocytów. Uczestniczą w odpowiedzi immunologicznej typu humoralnego

– po aktywacji produkują przeciwciała.

limfocyty T – jeden z rodzajów limfocytów. Uczestniczą w odpowiedzi immunologicznej typu komórkowego.

łożysko – wspólny narząd 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 pośrednictwem łożyska 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 efektor. Składa się z receptora odbierającego bodźce, nerwów przekazujących bodźce do i z ośrodkowego układu nerwowego oraz z efektor.

makrofagi – komórki wywodzące się z monocytów (rodzaj krwinek białych). Uczestniczą 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 – związek chemiczny rozpuszczalny w wodzie, będący ostatecznym produktem przemian aminokwasów.

monocyty – rodzaj krwinek białych (leukocytów). Nie zawierają ziarnistości w cytozolu. Wykazują zdolność do fagocytozy i do ruchu pęłzakowatego. Po przedostaniu się z krwioobiegu do tkanek przekształcają się w makrofagi. Uczestniczą 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).

neuroprzekazniki (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.

nocyreceptory – odbierają bodźce bólowe. Znajdują się w różnych narządach ciała i umożliwiają reakcje na bodźce uszkodzające tkanki.

obwodowy układ nerwowy – część układu nerwowego zbudowana z nerwów odchodzących od mózgowia (nerwy czaszkowe) i nerwów odchodzących od rdzenia kręgowego (nerwy rdzeniowe).

odporność – zdolność organizmu do obrony przed czynnikami powodującymi choroby, np. przed mikroorganizmami chorobotwórczymi.

odporność bierna – odporność nabyta przez wprowadzenie przeciwciał wytworzonych przez kogoś innego. 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). Podczas nabywania odporności czynnej organizm sam reaguje na antygeny i wytwarza przeciwciała.

odporność humoralna – odporność wywołana obecnością w płynach ustrojowych przeciwciał wytwarzanych przez aktywowane limfocyty B.

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 aktywowane limfocyty B), najczęściej jednak oba mechanizmy działają równocześnie.

odruch – szybka, automatyczna, powtarzalna reakcja organizmu na bodziec napływający ze środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego.

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 wydzielanie mleka po porodzie.

ontogeneza (rozwój osobniczy) – wszystkie zmiany zachodzące w organizmie od momentu jego powstania aż do śmierci.

osłonka przejrzysta – warstwa przezroczystej, galaretowatej substancji otaczająca komórkę jajową. Pełni funkcję ochronną i nie pozwala na проникnięcie do komórki jajowej więcej niż jednego plemnika.

osmoregulacja – regulacja ilości wody i soli mineralnych w organizmie.

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 miesięczkowego.

parathormon – hormon wydzielany przez przytarczycę, 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 (stan polaryzacji).

progesteron – hormon wytwarzany przez ciało żółte i łożysko. Powoduje pogrubianie się błony śluzowej

macicy podczas cyklu miesięczkowego. Umożliwia także zagnieżdżenie się zarodka w błonie śluzowej macicy i utrzymanie ciąży.

przeciwciała (immunoglobuliny) – białka produkowane przez aktywowane limfocyty B. Przeciwciała wiążą się z antygenami i wskazują je komórkom układu odpornościowego. 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 podczas odpoczynku organizmu. Pobudza pracę narządów wewnętrznych związanych z odżywianiem się, wydalaniem i rozmnażaniem, czyli tymi czynnościami życiowymi, które są możliwe do wykonywania w stanach niezagrażających życiu.

resorpcja – zwrotne wchłanianie różnych substancji z moczu pierwot-

nego do krwi przez ściany kanalików nerkowych.

serotonina – neuroprzekaznik w ośrodkowym układzie nerwowym. Odpowiada za regulację snu, apetytu, temperatury ciała i ciśnienia krwi. Nazywamy ją też hormonem szczęścia.

somatyczny układ nerwowy – część układu nerwowego odpowiadająca za odbiór bodźców ze środowiska zewnętrznego. Jego działanie w znacznej mierze podlega naszej woli.

termoreceptory – odbierają bodźce termiczne. Znajdują się w skórze i naczyniach krwionośnych, umożliwiając odczuwanie ciepła lub zimna.

testosteron – męski hormon płciowy produkowany przez jądra. Wpływa na rozwój oraz utrzymanie drugo- i trzeciorzędowych męskich cech płciowych oraz na wytwarzanie plemników.

tyroksyna – hormon wydzielany przez tarczycę. Przyspiesza 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 wnikanii 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 – wydzielina produkowana przez wątrobę. Dzięki niej zachodzi emulgacja tłuszczów, czyli rozbicie tłuszczów na bardzo drobne krople. Ułatwia to ich trawienie przez enzymy z grupy lipaz.

Indeks

A
adaptacja oka 216
adrenalina 235, 241, 244, 245, 281
AIDS, p. zespół nabytego niedoboru odporności
akomodacja oka 217
akrosom 250
akson 14, 21, 187, 281
aktyna 13, 68, 281
alergia 281
aminokwasy:
– egzogenne 68, 70, 100
– endogenne 68, 70, 100
amniopunkcja 263, 265
amylaza:
– ślinowa 78, 81, 84, 86, 87, 103
– trzustkowa 81, 84, 87, 103
angina 124
angiografia 148
anoreksja (jadłowstręt psychiczny) 91, 92
antygeny 159–163, 167–168, 170, 281
– zgodności tkankowej (MHC) 168
astygmatyzm 218
awitaminoza 71

B
badanie(a):
– cytologiczne 267
– endoskopowe 94
– krwi 146, 263, 267
– mammograficzne 267
– moczu 179, 180, 183
– prenatalne 263, 265
– rentgenowskie (RTG) 122, 125, 128
– ultrasonograficzne (USG) 93, 99, 104, 263, 265, 267
białka:
– niepełnowartościowe 68, 70, 100
– pełnowartościowe 68, 70, 100
bielactwo nabyte 166, 171
bilans:
– energetyczny 88, 90
– wodny 76
błędnik, p. ucho wewnętrzne
błona(y)
– bębenkowa 213, 221–223, 226, 231
– płodowe 261, 265
błonnik 67, 100
BMI (Body Mass Index) 92, 106
brodawki smakowe 227, 229
bulimia 91, 92

C
chemoreceptory 214, 220, 227–230, 281
chłamydioza 272
cholesterol 28,146
choroba(y)
– Alzheimer’a 206
– autoimmunizacyjne (autoimmuno-logiczne) 166, 171, 281
– Parkinsona 206
– wieńcowa 150, 154
– wrzodowa żołądka i dwunastnicy 96
chrząstkozrosty 43, 45
chymotrypsyna 81, 84, 87
ciałko:
– nerkowe, p. nefron
– żółte 254, 281
ciśnienie tętnicze krwi 141, 147, 154, 245

cykl(e)
– menstruacyjny (miesiączkowy) 254–256, 258, 274
– pracy serca 139, 141
czerniak złośliwy 34, 35
czopki 216, 220, 230

D
dendryty 14, 21, 187, 189, 190, 193, 231
depolaryzacja 190, 193, 281
depresja 207
dializa 182, 183, 185
dopamina 228, 234
doping (środki dopingujące) 56, 60, 63

E
EEG, p. elektroencefalografia
efektor 198, 210, 281
EKG, p. elektrokardiografia
elektroencefalografia (EEG) 208
elektrokardiografia (EKG) 147, 154
enzymy trawienne 66, 81, 83
erytrocyty (czerwone krwinki) 18, 116, 128, 131, 136, 152, 167, 281
estrogeny 235, 244, 254, 255, 273, 274, 281

F
filtracja 176, 178
fotoreceptory 214, 216, 220, 230, 281
fotostarzenie 37

G
gastroskopia 94, 99
glukagon 81, 102, 233, 235, 239, 244
gonady 235, 244, 248
granulocyty 133, 152, 170
grasica 142, 144, 157, 158, 244
gruczoł(y):
– dokrewne, p. gruczoły wydzielania wewnętrznego
– krokowy (prostata) 247, 248, 249, 251, 268, 273
– łojowe 23, 24, 26–28, 30, 34, 36, 37
– mlekowe (sutkowe) 23, 26–28, 30, 37, 235, 252
– potowe 23, 24, 26, 27–30, 36–37
– trawienne 65, 77, 102
– wydzielania wewnętrznego (dokrewne, wewnątrzwydzielnicze) 234–237, 240, 244, 281
– żołądkowe 79
grudki limfatyczne 142–144
grupa krwi 167
gruźlica płuc 124
grypa 123
grzybica:
– narządów płciowych 272

H
hematokryt 146
hemoglobina 68, 116, 128
hiperwitaminoza 71
hipowitaminoza 71
HIV, p. ludzki wirus niedoboru odporności
homeostaza 11, 19, 29, 132, 152, 188, 281
hormon(y):
– antydiuretyczny (ADH, wazopresyna) 177, 178, 185, 235, 281
– folikulotropowy (FSH) 254, 274

– luteinizujący (LH) 254, 274, 281
– tropowe 235, 237, 244, 281
– tyreotropowy (TSH), p. tyreotropina
– wzrostu 235, 236, 244
HPV, p. wirus brodawczaka ludzkiego

I
immunoglobuliny (Ig), p. przeciwciała
immunosupresja 169
implantacja, p. zagnieżdżenie zarodka
impuls nerwowy 75, 289, 190, 191, 193, 224, 231
insulina 233, 235, 239, 244, 102
istota
– biała 195, 196
– szara 195, 196

J
jadłowstręt psychiczny, p. anoreksja

K
kalcytonina 235, 244, 281
kamica nerkowa 182
kifoza 47, 58–60
kiła 272
kłębuszek nerkowy 176, 181
komórka(i):
– gładkie 14, 15, 21, 189, 193
– jajowa 7, 248, 253, 254, 273
– pamięci 279
– smakowe 227, 229–231
– węchowe 228–231
konflikt serologiczny 167, 169, 171
kolonoskopia 94, 99
kora:
– mózgu 195, 281
– nadnerczy 235, 241
kortykotropina (ACTH) 235, 241, 244
kortyzol 235, 241–245
kosmki jelitowe 79, 85, 87, 103
kościorzosty 43, 45
krążki międzykręgowe 43, 47, 61, 62
krótkowzroczność 232
krwinki:
– białe, p. leukocyty
– czerwone, p. erytrocyty
krwiobieg 131, 137
krzywica 59, 72, 101
kubki smakowe 227, 229
kwasy tłuszczowe:
– nasycone 69
– nienasycone 69, 70, 100

L
leukocyty (białe krwinki) 18, 131, 136, 152, 154, 281
limfa 16, 21, 144
limfocyty:
– B 133, 142, 157, 161, 162, 164, 170, 281
– T 133, 142, 157, 161, 162, 164, 170, 282
lipaza:
– trzustkowa 81, 84, 87, 103
lipidogram 146
lordoza 47, 58, 60
ludzki wirus niedoboru odporności (HIV) 166

Ł
łożysko 261, 265, 274, 282
łuk odruchowy 198, 200, 210, 282
łuszczyca 166

M
magnetyczny rezonans jądrowy (MRI) 208
makroelementy 74, 75, 76, 102
makrofagi 132, 157, 158, 161, 170, 282
mechanoreceptory 214, 220, 230, 282
melaniny 25, 28, 36, 37
melanocyty 25, 37
melatonina 235, 244
menopauza 257
miażdżyca 149, 151, 154
miedniczka nerkowa 175, 185
mięsień(śnie):
– gładkie 135, 152
– międzyżebrowe 112, 127
– oddechowe 112
– rzęskowy 217, 230
– szkieletowe 51–53, 62, 63
mikrobiom 80, 82, 101, 104
mikroelementy 74, 75, 76, 102
miozyna 13
mocz: 176–178, 180, 184, 273
– pierwotny 176, 177, 185
– ostateczny 176, 177
monocyty 133, 146, 152, 282
morfologia krwi 146, 151, 154
mózgoczaszka 46, 50, 62
mózgowie 187, 188, 193, 194, 196, 210
mózdzek 194, 196, 210

N
nabłonek węchowy 215, 228–230
naczynia:
– limfatyczne 79, 84, 85, 103, 131, 142, 144
– krwionośne 14, 25, 28–30, 36, 103, 108, 131, 134–136, 140, 152, 154, 183
– wieńcowe 139, 150, 154
– włosowate 109, 115, 131, 134–137, 152, 153
naczyniówka 213, 216, 230
nadciśnienie tętnicze 147, 148, 154
nadnercza 233–235, 244
narząd(y):
– limfatyczne 131, 142–144
– równowagi 215, 221, 222, 224–226
– smaku 215, 227, 229, 231
– spiralny 223, 230, 231
– węchu 215, 227, 229, 231
– wzroku 213, 214, 220
najądrza 247–249, 251, 273
nasienie (sperma) 251, 259
nefron 173, 175, 176, 178, 185
nerw(y):
– czaszkowe 187, 197, 200
– czuciowe 197
– mieszane 197
– rdzeniowe 187, 196, 197, 200
– ruchowe 197
– wzrokowy 213, 215, 216, 220, 230
neuron 14, 15, 21, 187, 189–191, 193, 198, 209, 210, 282
neuroprzeżyźnik 191–193, 209, 210, 282
niewydolność nerek 148, 182, 183
nieżyt nosa (katar) 123
nikotyna 120, 205
NNKT (niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe) 69, 70, 100
nocyreceptory 214, 220, 230

O
obręcz:
– barkowa 49, 50
– miedniczna 49, 50
odporność:
– humoralna 162, 164, 170, 282
– komórkowa 162, 164, 170
– nabyta (swoista) 157, 159, 160, 161, 162, 164, 170
– wrodzona (nieswoista) 160, 162, 164, 170
odruch(y):
– bezwarunkowy 199, 200, 210
– obronny 160
– warunkowy 199, 200, 210
oksyhemoglobina 128
oksytocyna 235, 282
ontogeneza 259, 265, 282
osłonka(i):
– przejrzysta 254, 282
– mielinowe 189, 197
osmoregulacja 175, 178, 184, 282
osocze 18, 128, 133, 136, 152, 167, 177
osteoporoza 59, 91
otyłość 90, 92, 104
owodnia 261, 265, 274
owulacja 253–255, 274, 282

P
pamięć immunologiczna 163
parathormon 235, 244, 282
pepsyna 79, 84, 87, 103
peptydazy jelitowe 84, 87, 103
pęcherzyk(i):
– jajnikowy (Graafa) 253, 274
– nasienne 248, 248, 251, 273
– płucne 109, 110, 111, 115
– żółciowy 81
pępowina 261
pień mózgu 194, 196, 202, 210
plemnik 248–251, 259, 273
płaskostopie 58, 60
płytki krwi, p. trombocyty
podwzgórze 234, 235, 237, 238, 241, 244, 254
polaryzacja 190
potencjał:
– czynnościowy 190, 193, 282
– spoczynkowy 190, 193, 282
pręciki 216, 220, 230
progesteron 235, 244, 254, 255, 274, 282
prolaktyna 235, 244
prostata, p. gruczoł krokowy
próchnica 96
przeciwciała (immunoglobuliny) 159, 161, 163, 167, 170, 267, 283
przerost gruczołu krokowego 268
przeszczep (transplantacja) 168
przewód:
– pokarmowy 65, 77, 78, 82, 102, 225
– półkolisty 222–224
– słuchowy 213, 221–223, 231
– ślimakowy 222
przysadka 233–238, 241, 244, 254–256
przytarczyce 234, 235, 244
puls, p. tętno

R
rdzeń:
– kręgowy 196, 202, 210
– nadnercza 241
– nerki 175, 185

– przedłużony 140
repolaryzacja 190, 193
resorpcja 176, 178, 185, 283
reumatoidalne zapalenie stawów 166
rogówka 168, 213, 216, 217, 230, 231
rozwój:
– płodowy 260, 261, 274
– zarodkowy 260, 274
rzęsistkowica 271, 272
rzeżączka 270, 272

S
salmonelloza 96
sekrecja (wydzielanie) 176, 178, 185
sen 203, 208, 225, 235
serotonina 192, 193, 283
siatkówka 213, 216, 217, 220, 230
sieć dziwna 136
skolioza 58
smog 119, 125, 128
soczewka oka 213, 216–218, 230, 231
sok:
– trzustkowy 79, 81
– żołądkowy 79, 160
spirometria 122, 125, 128
spojówka 215, 216
sprężenie zwrotne ujemne 11, 237–239, 245
staw(y) 43–45, 58, 61
stres 240–243, 245
stresor 241, 245
surowica 163, 171
synapsa 191, 193, 209
szczepionka 164, 171, 269
szkielet:
– kończyn 39, 40, 42, 46, 49, 50, 61
– osiowy 39, 40, 42, 46, 50, 61, 62
szpik kostny 41, 42, 142, 143, 154, 158, 169
szyszynka 235, 244

Ś
ścięgno 16, 17, 52
ślimak 213, 222, 223, 231
ślinianki 65, 77, 81, 82, 102
środki dopingujące, p. doping

T
tarcza nerwu wzrokowego 213, 216
tarczycza 233–236, 238, 240, 243–245
termoreceptory 214, 220, 230, 283
termoregulacja 19, 23, 29, 37
testosteron 56, 63, 235, 244, 251, 283
tęczówka 213, 216, 230
tętnica 79, 134, 135, 139, 175, 185, 197
tętno (puls) 141
tkanka:
– chrzęstna 16–18, 21, 41, 42, 61
– kostna 16–18, 21, 41, 61
– łączna 5, 7, 16–18, 20, 21, 135
– mięśniowa 5, 7, 13, 15, 20
– nabłonkowa 5, 7, 12, 15, 20
– nerwowa 5, 7, 14, 15, 20
– podskórna 16, 17, 24, 25, 30, 36
– tłuszczowa 16, 17, 21, 24
tomografia komputerowa (TK) 208
torebka:
– kłębuszka 176, 185
– stawowa 45,
transfuzja (przetaczanie krwi) 57, 63, 166
transplantacja, p. przeszczep
trombocyty (płytki krwi) 18, 131, 133, 136, 146, 152

trójdotyronina	235, 236, 238, 244
trypsyna	81, 84, 87, 103
trzustka	65, 77, 81, 82, 102, 205, 233, 234, 235, 239, 244
TSH, p. tyreotropina	
twardówka	213, 216, 230
tymozyna	235, 244
tyreotropina (hormon tyreotropowy, TSH)	235, 238, 239, 244
tyroksyna	235, 236, 238, 244, 283

- U**
- ucho:
 - środkowe 213, 221, 226, 231
 - wewnętrzne (błędnik) 213, 221, 222, 226, 231
 - zewnętrzne 213, 221, 222, 226, 231
- udar mózgu 148, 149, 154
- układ(y):
 - autonomiczny 187, 201, 202, 209, 210, 281
 - bodźcoprzewodzący serca 141, 153
 - obwodowy 187, 188, 193, 197, 198, 200, 209, 282
 - ośrodkowy 187, 188, 193, 194, 196, 209
 - somatyczny 187, 201, 209, 283

- przywspółczulny 187, 201, 202, 210, 283
- wrotny 136
- współczulny 187, 201, 202, 210, 283

- W
- wazopresyna, p. hormon antydiuretyczny
- wchłanianie zwrotne, p. resorpcja
- wdech 111, 112, 114, 115, 117, 118, 127
- wentylacja płuc 107, 108, 111, 112, 117, 126, 127
- węglowodany:
 - nieprzyswajalne 66
 - przyswajalne 66
- węzły chłonne 142–144, 154, 157, 158
- więzadła 45
- więzozrosty 43, 45, 61
- wirus brodawczaka ludzkiego (HPV) 269, 271, 272
- wirusowe zapalenie wątroby (WZW) 95
- wydalenie 23, 173–175, 177, 178, 184
- wydech 112, 114, 115, 117, 127
- wydzielanie, p. sekrecja
- wymiana gazowa 108, 110–115, 117, 127
- WZW, p. wirusowe zapalenie wątroby

Z
zagnieżdżenie zarodka (implantacja) 260, 283
zapłodnienie 248, 254, 259, 265
zarodek 252–254, 260–261, 273
zawał serca 63, 150, 154
zespół nabytego niedoboru odporności (AIDS) 166
zygota 259, 260

Ž
žrenica 213, 216, 217, 231

Z
 żółć 77, 79, 81, 83, 84, 283
 żylaki 148, 154
 żyły 79, 81, 85, 131, 134–137, 139, 144,
 148, 152, 153, 175, 185

1 (neuron), 253 (il. górna), 254 (budowa jajnika), 255, 256 (il. wewnątrz schematu), 260 (komórka pierwsza i druga, pierwszą płód, 276; **Rafał Buczkowski**: 7 (fantom, płuca w fantomii), 8 (fantomy, ukł. szkieletowy, płuca), 9 (fantomy, układy: pokarmowy, krwionośny, limfatyczny, nerwowy, hormonalny, moczowy, rozrodczy – fantom), 20, 38, 40 (ilustracja przestrzenna), 43 (więzozrosty, chrząstkozrosty), 44 (staw obrotowy, zawiasowy, kulisty), 45, 46, 47 (kręgosłup, kręgi), 58 (wady postawy), 59 (szkielet osoby zdrowej i osoby z krzywicą), 62 (szkielet bazowy kręgosłupa), 77 (całość oprócz jamy ustnej), 78 (fantom), 80 (jelito grube), 81 (fantom), 85 (fantom), 94 (fantom, jelita, żołądek), 108 (narządy po prawej), 109 (fantom, płuca, pęcherzyki płucne), 109–111 (fantomy), 123 (fantom), 134 (fantom), 147 (fantom), 151 (fantom), 182 (fantom), 188 (fantom), 228 (fantom), 237 (fantom), 248 (fantom), 252 (fantom), 11 (postać z narządami), 114 (płuca), 129, 140 (naczynia), 143, 148 (naczynia), 158 (fantom z narządami), 170, 173, 175 (fantom z narządami), 184, 196, 198 (kręgosłup), 202 (żołądek), 205 (fantom i wszystkie narządy oprócz męskich i serca), 210 (całość oprócz mięśnia), 215 (gruczoł), 217 (oko ilustracje dolne), 218 (modyfikacja gałki, kompozycje soczewkowe), 232 (il. dolne), 234 (fantomy z narządami), 241 (naczynia krwionośne), 252 (fantom), 254 (komórka); **Marcin Oleksak**: 7 (narząd płuca, jama ustna i nosowa), 8 (ukł. mięśniowy, jama ustna i nosowa), 9 (jama ustna i nosowa, ukł. krwionośny), 24, 27 (skóra), 36, 51 (ukł. mięśniowy), 77 (jama ustna), 77 (jama ustna i pokrywanie), 78 (żołądek), 79 (il. pierwsza i druga), 81 (jama ustna, trzustka, wątroba), 94 (przyrząd do badania gastroskopii i kolonoskopii, jama ustna), 99 (jelito), 109 (jama ustna), 114 (mięśnie, ukł. krwionośny z lewej, il. wektorowa), 115, 123 (wydzielina, wektor, jama nosowa), 134 (ukł. krwionośny), 138 (il. środkowa i dolna), 139 (il. dwie górne i il. środkowa), 147 (całość oprócz fantomu), 148 (oko, żyłki), 149 (mózg), 150 (serce), 151 (ukł. krwionośny na nodze, serce), 175 (budowa nerki), 175 (nerka, zakażenie dróg moczowych), 182 (schemat dializowania, narzędzie i przewody, dłoń fantomu), 183 (ilustracje przestrzenne), 194 (mózg), 195 (mózg), 202 (serce, wątroba, płuca), 205 (serce), 213, 216, 217 (oko, mózg), 218 (gałka oczna), 222 (budowa ucha), 223 (mózg), 228 (organ na fantomie), 230, 232 (il. górna), 237 (mózg i lupa), 250 (modyfikacja przekrojów), 253 (il. w lupce, macica), 260 (zarodek, macica i jajowód), 261 (dziewiąty miesiąc dziecko); **Wojciech Sendal**: 6, 44 (schematy), 153 (obieg krwi), 160, 161; **Ewa Sowulewska**: 7 (komórka mięśniowa, tkanka nabłonkowa, fibroblast, komórka nerwowa, tkanka gładka mięśnia, tkanka nabłonkowa, tkanka łączna), 12 (pierwsza tkanka), 16 (szkielet, naczynie krwionośne), 28 (il. dolne), 29 (il. dolne, mózg), 52 (il. dolna), 62 (mięsień), 69 (ikony chude, grube), 83 (kurki, błona), 84 (kurka niebieska i zielona, żołądek), 85 (kosmek przestrzenny, uproszczony układ na fantomie oprócz jelit), 92 (ikonki, przerobiony wykres), 102, 105, 106 (ikonki, przerobiony wykres), 108 (gałązki w płucach), 110 (il. wektorowe na fantomie i po prawej), 111 (pokrywanie, jama ustna), 116 (struktura białka w lupach), 124 (gałązki w płucach), 133 (leukocyty), 140 (mózg), 148 (mózg), 158 (komórki), 162 (wszystko oprócz przeciwciał i antygenów), 167 (il. w ramce), 168 (układ, skóra, płuca, kości), 177 (mózg), 190 (przewodzenie), 191, 198 (mięsień i kość ramienna), 204, 209, 210 (mięsień), 223 (ucho z kanałem i uchem wew.), 224 (błędnik); **Laura Maziewska**: 7 (komórka nabłonkowa, tkanka nabłonkowa), 12 (2, 3, 4 tkanka, ikony włos, skóra, tchawica), 13 (ikona serce i jelito), 16 (chrząstka), 18 (il. górna), 31 (układ), 69 (ikona nerka), 70 (ikony: olej słonecznikowy, rzepakowy, orzeszek, awokado, krewetka), 71 (ikony: banan, jajko, pomidor), 88 (waga, ikona osoby nieaktywnie fizycznie), 89 (ikony: komputer, monitor, ząb, szczoteczka do zębów), 90 (ikony: emotikon, wątroba, cukier), 91 (ikony: talia, buzia, ząb, profil), 118 (ikony: samochód, słup energetyczny, piorun), 132 (ikony: tarcza, wirus, waga), 134 (ikony), 174 (ikona włos w skórze), 176, 218 (ostroslupy), 266 (bielizna, wanna, ręcznik, płyn, kropla wody); **Krzysztof Mrawiński**: 8 (ukł. mięśniowy), 51 (ukł. mięśniowy), 141, 169 (całość oprócz naczyń i postaci), 188 (ikony); **Marta Długocka**: 32, 34, 60; **Natalia Helman**: 12 (ikony: płuca, nerka, żołądek), 13 (ikona mięsień, tkanki), 17 (tkanka 1, 2, 4), 25 (części tła górnej ilustracji i kształtu gruczołów: łojowego i potowego), 28 (ikony pomarańczowe), 29 (ikona postać, schemat), 31 (ikony), 40 (schemat postaci), 42, 47 (schemat postaci), 48 (schemat postaci), 49 (schemat postaci), 55, 56 (pigulki, EPO), 57 (skalpel, puchar), 63, 69 (ikony serce, zmęczony ludek), 70 (ikona ryba), 71 (ikony: marchewka, ryba, bakteria, słońce, postać), 72, 73, 74, 75, 84 (olej, ser), 88 (ikony oprócz osoby nieaktywnej fizycznie), 89 (ikony: ludzik śpiący, waga), 90 (ikony: kość, serce), 91 (ikony: serce, mięsień, człowiek), 94 (ikony), 97 (szare ikonki), 113 (działanie płuc), 119, 120, 137 (ikony), 140 (ikony), 148 (ikony), 149 (ikony), 150 (ikony), 163 (ikony), 167 (układ schematu), 174 (ikony: płuca, nerka), 177 (ikona, układ), 182 (ikony), 183 (il. w lupie), 189 (ikony), 194 (ikony), 195 (ikony), 199, 201, 202 (ikony), 203 (ikony), 206, 214, 215 (ikony), 218 (głowa), 224 (postacie), 225, 238 (termometr, śnieg), 239 (dzwonek, trzustka), 241 (nadnercza, przysadka, ikony), 242, 243, 263, 266 (toaleta, prysznic), 268 (ikony); **Wioletta Herczyńska**: 7 (narząd płuca, fantom podmalowanie), 8 (modyfikacja fantomu), 9 (modyfikacja fantomu, żeńskie i męskie narządy), 13 (tkanki), 18 (il. górna), 21, 22, 26, 34, 36, 41 (duża kość), 41 (chrząstka, kostna zbita), 50 (miednica), 53, 59 (il. górna lupa z lewej), 63, 64 (mięsień), 78 (lupa z żołądka), 79 (il. druga i trzecia), 81 (wątroba), 84 (jama ustna, jelita), 85 (jelita), 94 (modyfikacja fantomu), 96 (zęby), 109–111 (modyfikacja fantomu), 123 (modyfikacja fantomu), 134 (modyfikacja fantomu), 147 (modyfikacja fantomu), 158 (modyfikacja fantomu), 188 (modyfikacja fantomu), 205 (modyfikacja fantomu), 228 (modyfikacja fantomu), 237 (modyfikacja fantomu), 134 (il. w lupie), 135, 149 (miążdżca), 151 (tętnice), 159, 162 (żółte elementy i ostatni duży zielony element), 167 (konflikt serologiczny), 187 (neuron), 189 (neuron), 190 (neuron), 198 (układ, schemat, żelazko, w lupie, postać), 202 (oko, pień mózgowy, nerw), 213, 215 (gruczoł), 216, 217 (oko), 222 (ucho zew.), 223 (w lupach), 227 (il. pierwsza z lewej), 227 (il. w lupie), 228 (mózg, przekrój), 234 (tarczycza), 235 (wszystkie il. oprócz trzustki), 248 (narządy męskie), 249, 250, 251, 252 (narządy żeńskie), 253 (il. górna), 253 (macica), 254 (budowa jajnika), 260 (komórka 3, 4, 5, 6, 7, 8), 261 (il. górna, dziecko w trzecim miesiącu), 268 (jądro, stan zdrowy prostaty), 269 (szyjka macicy, jajnik), 273; **Przemysław Kłosin**: 16 (chrząstka), 41 (tkanka gąbczasta), 43 (kośćozrosty), 49 (szkielet kończyn), 52 (bud. mięśnia), 138 (serce – prawy górny róg), 139 (trzy il. dolne), 153 (serce), 155, 197, 222 (budowa ucha, budowa ucha wew.), 224 (błędnik), 235 (trzustka), 261 (dziecko w szóstym miesiącu); **Poszarpani**: 69 (ikony: krople, miara), 91 (ikony: talia, zaburzenia miesiączkowania, grzebień, kość); **Ślawek Maniak**: 24, 27 (skóra), 36; **Agata Knaidek**: 56 (strzykawka), 57 (kropiówka, DNA), 89 (ikony postaci), 97 (czerwone ikonki), 166, 167 (postacie), 207; **Daniel Rudnicki**: 9 (ukł. krwionośny, żeńskie narządy), 134 (ukł. krwionośny), 205 (męskie narządy), 248 (narządy męskie); **Michał Kosieradzki**: 41 (duża kość, chrząstka, kostna zbita, kość w całości), 46, 58 (kości stóp), 59 (przekroje kości, powiększenia główek kości), 137 (obieg krwi), 153 (obieg krwi); **Przemysław Szukaj**: 50 (kości dłoni); **Joanna Safranow**: 109 (kostka); **Monika Wiśniewska**: 113 (wykres), 122; **Adam Król**: 118 (ikona fabryka); **Paulina Podolska**: 118

- 9, 77, 78 (organy pokarmowe renderował i modyfikował – modele: DOSCH DESIGN 3D STUDIO, nazwa płyty: DOSCH 3D: Human Anatomy V2).
- 89 (food pyramid on white background; Shutterstock ID 98432015; PO: mw/plansze_educacyjne/przedszkole).
- 95 (Human Body Organs Anatomy (Liver). 3D; Shutterstock ID 614599187; Purchase Order: BW_Biologia na czasie 2 ZP LO; Job; Client/Licensee; Other).
- 96, 97 (Human Digestive system Anatomy (Stomach). 3D; Shutterstock ID 614599199; Purchase Order: BW_Biologia na czasie 2 ZP LO; Job; Client/Licensee; Other).

Zdjęcia:

AGENCJA GAZETA: Mateusz Skwarczek s. 125 (maska smogowa); **Archiwum wydawnictwa** s. 17 (tkanka kostna); **BE&W:** Science Source/Biophoto Associates s. 12 (nabłonek wielowarstwowy płaski), Science Source/Biology Media s. 17 (tkanka włóknista zbita), Alamy Stock Photo/Melba Photo Agency s. 17 (tkanka tłuszczowa), Science Source/Alvin Telser s. 27 (gruczoły łojowe), Science Source/Biophoto Associates s. 33 (grzybica), Alamy Stock Photo/blickwinkel s. 33 (wesz głowowa), BSIP RM/Chassenet s. 34 (czerniak o dużej średnicy (d)), Science Source/David M. Phillips s. 109 (pęcherzyki płucne), Alamy Stock Photo/Dorling Kindersley Ltd s. 110, AGE Fotostock/Javier Larrea s. 122, Alamy Stock Photo/Panther Media GmbH s. 166 (łuszczyca), Alamy Stock Photo/pewi s. 199 (odruch wydzielania śliny, kobieta z cytryną), Alamy Stock Photo/Yakov Oskanov s. 204, Photo Researchers, Inc./Jessica Wilson s. 206, Alamy Stock Photo/Viacheslav Iakobchuk s. 208 (elektroencefalografia), Granger Collection s. 215 (portret Alberta Einsteina), Alamy Stock Photo/Natalia Gdovskaia s. 219 (chłopak przed laptopem), Science Source/David M. Phillips s. 259, Alamy Stock Photo/Science History Images s. 270 (krętek blady), Photo Researchers, Inc./Kwangshin Kim s. 270 (dwoinka rzeźączki), Science Source/Dr. David Phillips s. 271 (rzęsistek pochwowy); **DEPOSITPHOTOS:** toeytoey s. 18, artjazz s. 32 (dziurawiec), AndrewLozovyi s. 34 (badanie u dermatologa), Massimo Lama s. 34 (czerniak z nierównymi brzegami B), monticello s. 66 (chleb), VALERIA TARLEVA s. 66 (jabłka), aamulya s. 75 (magnez), alexrath s. 75 (jod), Melica s. 75 (sól kuchenna), Valentyn_Volkov s. 75 (potas), Jovannig s. 263 (usg), Ilya Andriyanov s. 264 (okres noworodkowy), Family Veldman s. 264 (okres niemowlęcy); **EAST NEWS:** Science Photo Library s. 80 (bakterie), s. 143 (szpik kostny), s. 251; **FLASH PRESS MEDIA:** Diomedia/MicroScan s. 26 (warstwy komórek paznokcia SEM); **FORUM:** Adam Chelstowski s. 119; **GETTY IMAGES:** iStock/Franci Leoncio s. 5, Corbis RF Stills/Fuse s. 8 (kobieta grająca w siatkówkę), Digital Vision s. 10 (kobieta w biegu), Science Photo Library RF s. 10 (model układu mięśniowego człowieka), Stone RF/Ed Reschke s. 12 (nabłonek jednowarstwowy płaski), Photolibrary/Ed Reschke s. 12 (nabłonek jednowarstwowy sześcienny, nabłonek jednowarstwowy walcowaty), Stone RF/Ed Reschke s. 14 (neurony), Moment RF/Xia Yuan s. 17 (tkanka chrzęstna), Westend61/Morningview Agency s. 23, Brand X Pictures/Science Photo Library/Roger Harris s. 27 (gruczoły mlekowe), E+/Alberto Pomares s. 32 (poparzenie słoneczne), Image Source/Callista Images s. 34 (czerniak asymetryczny (A)), Moment RF/John Seaton Callahan s. 39, E+/Ruslan Dashinsky s. 44 (gimnastyczka), E+/Atila ALTUN s. 50, Science Photo Library/SCIEPRO s. 52 (ilustracja ludzkiej ręki, triceps), iStock/MahirAtes s. 54 (mix orzechów), E+/ Floortje s. 56-57 (leki i strzykawka), E+/franckreporter s. 57, iStock/Aamulya s. 70, Digital Vision/Jonathan Knowles s. 72 (olej na tle apli), PhotoAlto Agency RF Collections/Isabelle Rozenbaum s. 73 (czarne porzeczki), iStock/Anna_Shepulova s. 75 (wapni), Corbis/Veer/Fancy s. 90 (mięso ryby), E+/domin_domin s. 90 (talerz), E+/hdere s. 96 (lód), EyeEm/Thierry Najean s. 117 (płetwonurek), Corbis/Viaframe s. 120 (płuca zdrowe), Corbis/Viaframe s. 120 (płuca palacza), EyeEm/Prakasit Khuansuwan s. 120 (papieros), iStock/gbh007 s. 145 (kobieta na rowerze), iStock/fcafotodigital s. 145 (odpowiednia dieta), iStock/Maridav s. 173, iStock/Kerkez s. 179, Science Photo Library RF s. 187, E+/magnetcreative s. 205 (leki), Cultura RF/Phil Boorman Photography Ltd s. 208 (tomografia komputerowa), Cultura RF/Rakusen s. 208 (magnetyczny rezonans jądrowy), Foodcollection/Image Professionals GmbH s. 219 (produkty bogate w witaminy), iStock/Karanov images s. 219 (kobieta podczas badania wzroku u okulisty), iStock/Halfpoint s. 219 (kobieta czytająca książkę), iStock/Antonio Diaz s. 221, iStock/Marcel Braendli s. 227, iStock/PonyWang s. 229, Moment RF/Andrew Merry s. 233, iStock/ablokhin s. 240, PhotoAlto/Eric Audras s. 247, iStock/PeopleImages s. 264 (okres dojrzewania), Digital Vision/Plume Creative s. 264 (okres dorosłości), iStock/stocknroll s. 264 (okres przekwitania), Digital Vision/Jose Luis Pelaez Inc s. 264 (okres starości), iStock/FredFroese s. 265, E+/andresr s. 267 (kobieta przed mikroskopem); **INDIGO IMAGES:** Science Photo Library (SPL) s. 12 (nabłonek jednowarstwowy wielorzędowy), SPL/Eric Grave s. 13 (tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa), SPL s. 13 (tkanka mięśniowa gładka, tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana serca, model człowieka z widocznymi układami), s. 14 (komórki gęłowe), s. 27 (gruczoły potowe), s. 30, s. 33 (skóra ze świerzbem), SPL/Eye of Science s. 33 (świerzbowiec), SPL s. 34 (czerniak o niejednorodnym kolorze C, ewolucja zmian czerniaka E), s. 35 (kolonie drobno-ustrojów na dłoni), SPL/Eric Grave s. 52 (tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana szkieletowa), SPL s. 93, s. 95 (włosie kręty), s. 99 (wnętrze żołądka), s. 109 (orzęsony nabłonek dróg oddechowych), s. 124 (migdałki z anginą), s. 124 (guz nowotworowy), SPL/Dennis Kunkel Microscopy s. 132, SPL s. 150, s. 166 (reumatoidalne zapalenie stawów), s. 181, s. 182 (hemodializa), s. 228, s. 263 (amniopunkcja), s. 270 (chłamydia), s. 271 (wirus HPV), s. 271 (bielik biały); **SHUTTERSTOCK.COM:** CLIPAREA I Custom media s. 1 (ilustracja serca ludzkiego), Magic mine s. 1 (ilustracja serca ludzkiego 2), PeopleImages.com / Yuri A s. 7, PixieMe s. 8 (skóra), Sebastian Kaulitzki s. 10 (układy), Image Point Fr s. 13 (klatka piersiowa mężczyzny, do montażu z układami), Anette Linnea Rasmusen s. 25, Irina Bg s. 26 (twarz dziewczyny), Maridav s. 29 (przegrzanie ciała), Gladskikh Tatiana s. 33 (dziewczynka z psem), WAY-HOME studio s. 51, Olena Yakobchuk s. 52 (kobieta z ciężarkiem), Africa Studio s. 54 (produkty bogate w białko), Alexander Rath s. 54 (różne owoce), Andrei Armiagov s. 54 (fastfoody - burger i frytki), Jacek Chabraszewski s. 54 (chłopiec i dziewczyna ze zdrowymi kanapkami), Boris Ryaposov s. 55 (ćwicząca kobieta), Rena Schild s. 55 (kolarze), Roman Samborskyi s. 60, F8 studio s. 65, pukao s. 66 (cukier), Oleksandra Naumenko s. 67 (produkty bogate w błonnik), Ulda s. 67 (otręby), Antonina Vlasova s. 68, VGstockstudio s. 71, Evan Lorne s. 72 (produkty vit A), sirtravelalot s. 72 (vit K), tamsindove s. 72 (vit D3), Oleksandra Naumenko s. 72 (vit E), Chinapong s. 72 (woda na tle apli), morisfoto s. 73 (vit B), Supida Khemawan s. 75 (fluor), bitt24 s. 75 (żelazo), Magic mine s. 80 (model człowieka z jelitami), Timolina s. 87, Iurii Stepanov s. 90 (dłonie), Isarapic s. 90 (warzywa), Ermak Oksana s. 90 (kasza), Andrey_Popov s. 91 (kobieta przed lustrem), Carolina K. Smith MD s. 95 (owśik ludzki), Crevis s. 95 (tasiemiec), Kateryna Kon s. 95 (model wirusa zapalenia wątroby typu c), Magic mine s. 95 (model człowieka z wątrobą), Rattiya Thongdumhyu s. 95 (glista ludzka), Magic mine s. 96 (model człowieka z żołądkiem), nobeastsofierce s. 96 (bakteria), Magic mine s. 96 (model człowieka z żołądkiem), Magic mine s. 97, Timmary s. 98, Peter Sobolev s. 99 (pigulka z kamerą), pongsakorn chaina s. 99 (laptop), Antonio Guillem s. 99 (mężczyzna połkający pigułkę), Lithian s. 107, Saulius Damulevicius s. 117 (himalaista w masce tlenowej), Yevhen Vitte s. 117 (otwieranie butelki), LezinAV s. 121, LightField Studios s. 124 (badanie migdałków), MDGRPHCS s. 131, Barou abdennaser s. 135, Jose Luis Calvo s. 143 (przekrój przez jelito), SingjaiStocker s. 144, Aquarius Studio s. 146, Peakstock s. 147, Ryzhkov Oleksandr s. 157, Billion Photos s. 164, shurkin_son s. 166 (bielactwo nabyte), New Africa s. 180, whitehoun s. 189, Dean Drobot s. 192 (gaba, śpiąca kobieta), Pecold s. 192 (adrenalina, rafting), Fizkes s. 192 (dopamina, kobieta odczuwająca smaki), Liderina s. 192 (serotonina, kobieta z dzieckiem), Supattra Luasook s. 199, Syda Productions s. 200, FOTOGRIN s. 205 (e-papierosy), New Africa s. 207, BestPhotoStudio s. 213, goodluz s. 215 (portret młodej dziewczyny), LightField Studios s. 219 (dwie nastolatki robią eksperyment w pracowni chemicznej), Prostock-studio s. 225, Nerthuz s. 236 (model tarczycy), Yuganov Konstantin s. 236 (dziewczynka mierząca swój wzrost), LStockStudio s. 242 (nastolatek piszący egzamin), Photographee.eu s. 242 (nastolatek u psychologa), Polupoltinov s. 248, Monkey Business Images s. 252 (kobieta w ciąży), wavebreakmedia s. 252 (kobieta), Photographee.eu s. 256, Image Point Fr s. 257, Africa Studio s. 258, Pressmaster s. 262 (kobieta w ciąży u lekarza), Vladimir Badaev s. 262 (ciężarna kobieta z wyprostowaną ręką), Ana Blazic Pavlovic s. 264 (okres poniemowlęcy), Donskaya Olga s. 264 (okres dzieciństwa), LStockStudio s. 267 (badanie mammograficzne), Komsan Loonprom s. 267 (komórki, obraz cytologiczny), Syda Productions s. 269 oraz **Bogdan Wańkiewicz** s. 217 (widzenie dalekie i bliskie).

Za co polubisz podręcznik *NOWA Biologia na czasie 2?*

Powód 1



Dokładnie tyle treści, ile trzeba.

Nie ma nadmiaru. Ten podręcznik jest w pełni dostosowany, co oznacza, że wycięliśmy z niego to, co od roku 2024 nie jest już wymagane.

ZMIANY
W PODSTAWACH
2024
✂
podręcznik w pełni
dostosowany

Powód 2



Realistyczne ilustracje, uproszczone rysunki i czytelne infografiki. Dzięki nim łatwo zrozumiesz, co się dzieje wewnątrz Twojego ciała. Nie ma tu długich tekstów, wszystko widać na grafice.



Powód 3



Podsumowania po każdym rozdziale. Przygotowane tak, żeby łatwo było wszystko zapamiętać. Na pewno pomogą Ci w nauce do sprawdzianu.

