

Hormonalna kontrola metabolizmu podstawowego

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Hormonalna kontrola metabolizmu podstawowego

Jedną z najważniejszych funkcji układu hormonalnego jest kontrola metabolizmu i, w konsekwencji, udział w utrzymywaniu homeostazy organizmu.

Źródło: scientificanimations.com, licencja: CC BY-SA 4.0.

Metabolizm można zdefiniować jako sumę reakcji chemicznych zachodzących we wszystkich komórkach organizmu. Podstawowe substraty tych reakcji to dostarczane z pożywieniem węglowodany, białka i tłuszcze, które w wyniku przemian metabolicznych są przetwarzane i wykorzystywane jako źródło energii dla przebiegu procesów fizjologicznych. Układ hormonalny (endokrynnny) sprawuje bezpośrednią kontrolę nad podstawowymi procesami przemiany materii, zachodzącymi we wszystkich komórkach, tkankach i narządach.

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcie metabolizmu i wymienisz jego rodzaje.
- Określisz, które gruczoły wydzielania wewnętrznego są zaangażowane w regulację metabolizmu.
- Opisziesz główne hormony związane z kontrolą metabolizmu.
- Scharakteryzujesz działanie anaboliczne i kataboliczne poszczególnych hormonów.

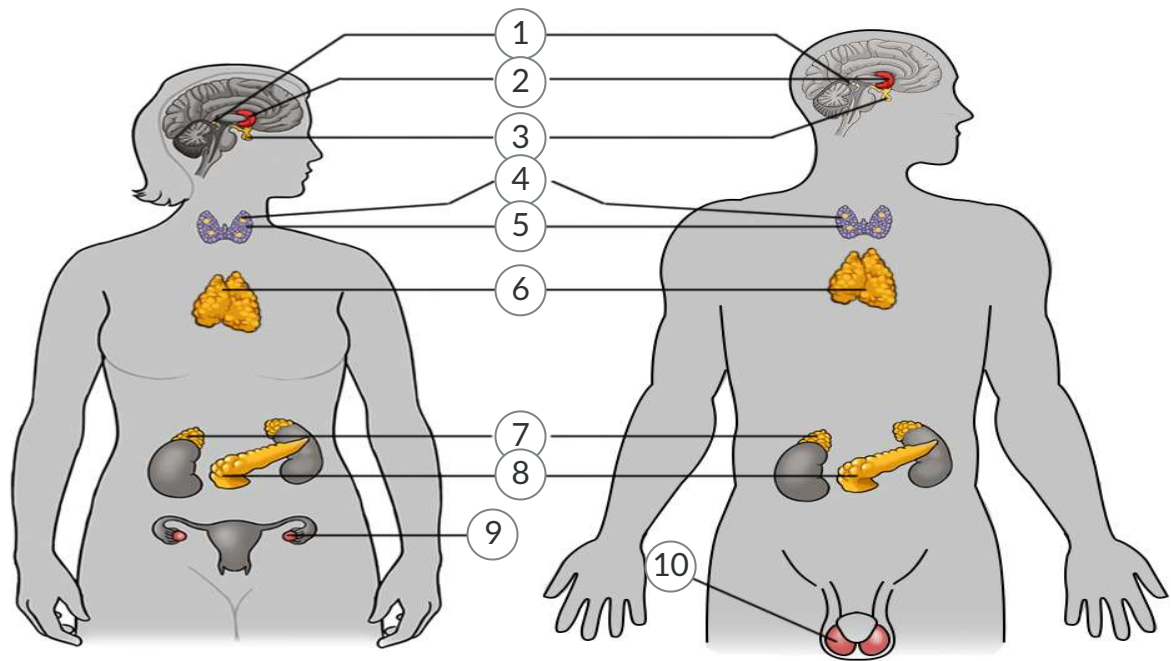
Przeczytaj

Gruczoły dokrewne i ich hormony

Układ dokrewny (inne nazwy to: układ hormonalny, wewnątrzwydzielniczy, endokrynnny) jest zespołem gruczołów, tkanek oraz komórek wytwarzających związki chemiczne zwane [hormonami](#). Hormony trafiają następnie do narządów, na które działają pobudzająco lub hamująco. Chociaż większość procesów biologicznych może przebiegać w komórkach bez udziału hormonów, są one potrzebne do utrzymania metabolizmu na odpowiednim poziomie.

[Gruczoły dokrewne](#) (wewnątrzwydzielnicze) mają budowę zbliżoną do pozostałych gruczołów wydzielniczych, jednak nie występują w nich przewody wyprowadzające. Dlatego hormony uwalniane są do krwi, chłonki (płyn wewnątrztkankowy) lub płynu zewnątrzkomórkowego. W przypadku większości gruczołów dokrewnych funkcję nośnika rozprowadzającego hormony do poszczególnych narządów pełni krew, stąd ich bogate unaczynienie.

Do najważniejszych gruczołów wydzielania wewnętrznego należą: podwzgórze, przysadka mózgowa, tarczyca, przytarczyce, trzustka, nadnercza, gonady (jajniki u kobiet i jądra u mężczyzn), szyszynka oraz gruczoł tłuszczowy.



1

szyszynka

2

podwzgórze

3

przysadka mózgowa

4

przytarczyce

5

tarczyca

6

grasica

7

nadnercza

8

trzustka

9

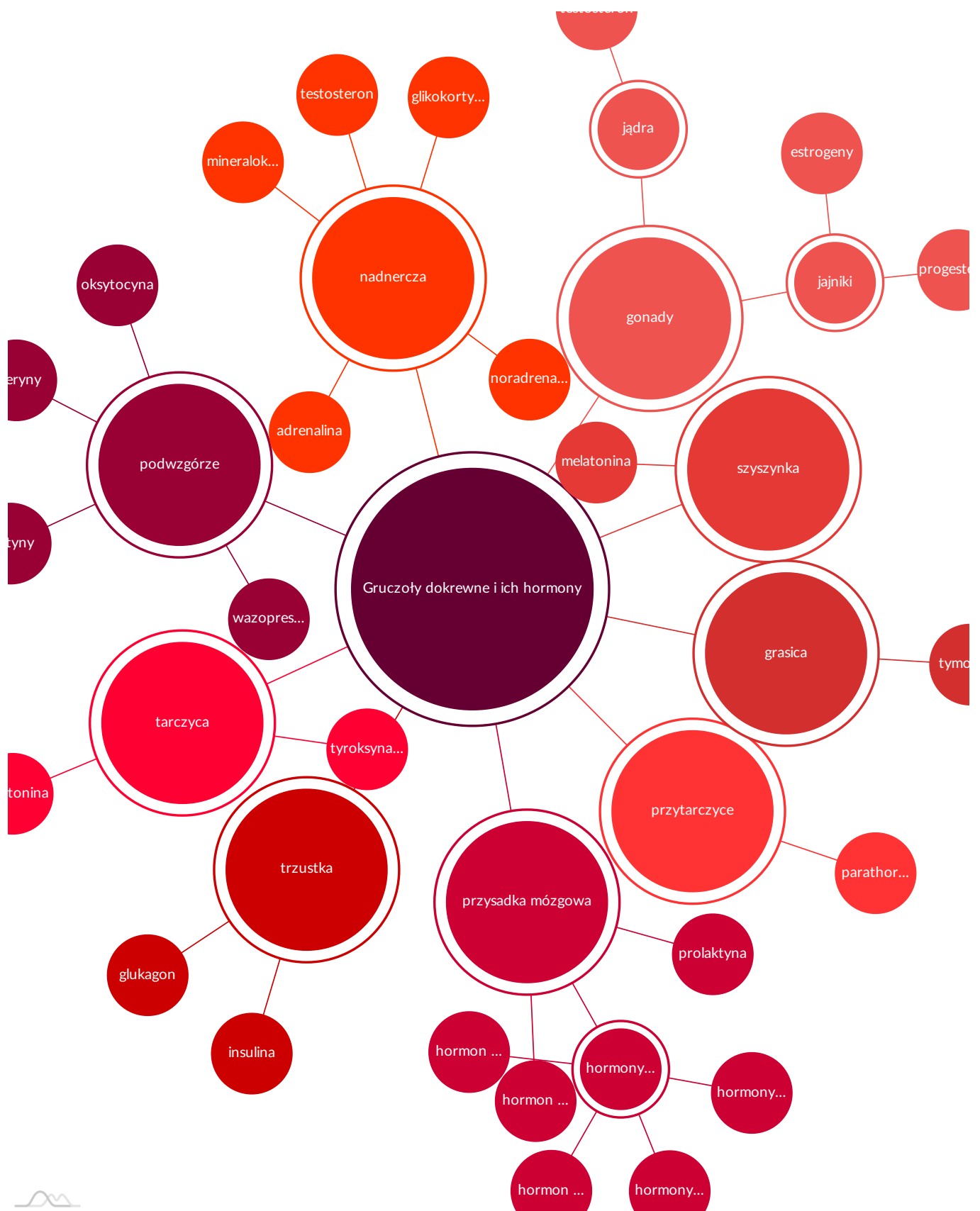
jajnik

10

jądro

Guczoły dokrewne człowieka.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



Hormony podwzgórza

Neurohormony

- **Wazopresyna (ADH)** to hormon antydiuretyczny, peptydowy. Zmniejsza ilość wody wydalanej przez nerki.
- **Oksytocyna (OT)** to hormon peptydowy. Zwiększa produkcję mleka w gruczołach mlecznych oraz pobudza skurcze macicy. Rola tego hormonu u mężczyzn nie została wyjaśniona.

Hormony uwalniające i hamujące uwalnianie hormonów przysadki mózgowej

- **Liberyny** to podwzgórzowe hormony zwiększające uwalnianie hormonów tropowych przysadki.
- **Statyny** to podwzgórzowe hormony hamujące uwalnianie hormonów tropowych przysadki.

Hormony przysadki mózgowej

Hormony tropowe

- **Hormon tyreotropowy (TSH)** pobudza czynność wydzielniczą tarczycy. Uczestniczy w regulacji przebudowy kości.
- **Hormon adrenokortykotropowy (ACTH)** pobudza czynność wydzielniczą kory nadnerczy.
- **Hormony gonadotropowe (FSH – folikulotropina, LH – lutropina)** regulują cykl płciowy oraz produkcję estrogenów u kobiet i testosteronu u mężczyzn.

- **Hormony melanotropowe (MSH)** pobudzają komórki barwnikowe skóry do syntezy i uwalniania melaniny.

Hormon wzrostu (somatotropina)

to **hormon polipeptydowy**, który przyspiesza wzrost organizmu. Ma wpływ na przyrost masy mięśniowej i kostnej, bierze udział w syntezie białek, metabolizmie tłuszczów i węglowodanów.

Prolaktyna

- **Hormon peptydowy**, który kontroluje i reguluje proces laktogenezy (tworzenia się mleka w gruczołach mleknych). Hamuje proces owulacji.

Hormony tarczycy

Tyroksyna (T₄) i trójjodotyronina (T₃)

- Są **pochodnymi aminokwasu tyrozyny**. Przyspieszają metabolizm komórkowy, powodują wzmożoną syntezę białek i zwiększenie zapotrzebowania organizmu na tlen.

Kalcytonina

- **Hormon peptydowy**, który reguluje (wraz z parathormonem z przytarczyc) gospodarkę wapniowo-fosforanową organizmu, blokuje uwalnianie jonów wapnia z kości – obniża w ten sposób ich stężenie w osoczu krwi.

Hormony trzustki

Insulina

- **Hormon peptydowy**, produkowany w komórkach beta (B) wysp trzustkowych. Obniża stężenie glukozy we krwi, zwiększa metabolizm węglowodanów oraz syntezę białek i odkładanie tłuszczów w komórkach tłuszczowych.

Glukagon

- **Hormon peptydowy**, produkowany w komórkach alfa (A) wysp trzustkowych, szybko podnosi stężenie glukozy we krwi.

Hormony nadnerczy

Hormony rdzenia nadnerczy

- **Adrenalina i noradrenalina** (pochodne aminokwasów) są wydzielane, gdy organizm znajduje się w stanie niezwykle dużego wysiłku. Nazywane są hormonami walki i ucieczki. Podnoszą ciśnienie krwi, przyspieszają akcję serca, tempo oddechów, uwalnianie glukozy do krwi i przemianę materii, opóźniają wystąpienie zmęczenia mięśni szkieletowych.

Hormony kory nadnerczy

- **Kortyzol** (zaliczany do glikokortykoidów) to hormon steroidowy. Jest wydzielany, gdy organizm znajduje się w stanie stresu. Zwiększa stężenie glukozy w osoczu, podnosi ciśnienie krwi, przyspiesza metabolizm białek, tłuszczów i węglowodanów, powoduje spadek odporności.
- **Aldosteron i dezoksykortykosteron** (zaliczane do mineralokortykoidów) to hormony steroidowe. Uczestniczą w regulacji gospodarki wodno-elektrolitowej organizmu, zwiększają wchłanianie jonów sodowych, chlorkowych i wody oraz wydalanie przez nerki jonów potasowych.
- **Testosteron** (zaliczany do androgenów) to hormon steroidowy, wydzielany przez jądra oraz w małych ilościach przez korę nadnerczy. Przyspiesza przemiany białkowe, odpowiada za kształtowanie się drugorzędowych cech płciowych i popęd seksualny.

Hormony gonad

Hormony jajników

- **Estrogeny** to hormony steroidowe, które powodują kształtowanie się [trzeciorzędowych cech płciowych](#) u kobiet w okresie dojrzewania. Uczestniczą w regulacji cyklu płciowego (miesiączkowego), prowadzą do wzrostu błony śluzowej macicy i dojrzewania pęcherzyków jajnikowych (Graafa).
- **Progesteron** to hormon steroidowy, który uczestniczy w regulacji cyklu płciowego. Hamuje proces owulacji podczas ciąży, wpływa na rozwój zarodka i płodu, powoduje rozrost gruczołów mlecznych.

Hormony jąder

Hormony przytarczyc

Parathormon

To hormon peptydowy, który uczestniczy w regulacji gospodarki wapniowo-fosforanowej organizmu. Działa antagonistycznie do kalcytoniny wydzielanej przez komórki C tarczycy: zwiększa stężenie jonów wapniowych w osoczu przez uwalnianie ich z kości, zmniejsza stężenie fosforanów we krwi.

Hormony szyszynki

Melatonina

To pochodna aminokwasu tryptofanu, która uczestniczy w regulacji zegara biologicznego organizmu. Bierze udział w kontroli procesów snu i czuwania,

hamuje czynność gonad.

Hormony grasicy

Tymozyna

To hormon uczestniczący w kontroli dojrzewania [limfocytów T](#).

Słownik

I-rzędowe cechy płciowe

obecność gonad: jajników u kobiet i jąder u mężczyzn

II-rzędowe cechy płciowe

wykształcenie narządów związanych z procesem rozmnażania: pochwy, jajowodów i macicy u kobiet oraz nasieniowodów, prącia i moszny u mężczyzn

III-rzędowe cechy płciowe

charakterystyczna dla płci budowa ciała – u mężczyzn: męski typ owłosienia (intensywniejsze owłosienie na ciele, zarost na twarzy), szeroka obręcz barkowa, rozrost masy mięśniowej, niski głos; u kobiet: żeński typ owłosienia (słabszy niż męski, brak zarostu na twarzy), pojawienie się biustu, szeroka obręcz miednicza, kobieca sylwetka (rozłożenie masy mięśniowej i tłuszczu w okolicach brzucha i ud)

androgenizacja

objaw u kobiet – polega na wykształceniu trzeciorzędowych cech płciowych męskich

gruczoł dokrewny (wewnątrzwydzielniczy)

bogato unaczyniony gruczoł bez przewodów wyprowadzających, wydziela syntetyzowane związki bezpośrednio do krwi, limfy lub płynu zewnątrzkomórkowego

hormon

związek chemiczny syntetyzowany i wydzielany przez gruczoł wydzielania wewnętrznego, a następnie przenoszony z krwią do innego narządu, na który działa pobudzająco lub hamująco

hormony tropowe

hormony przedniego płata przysadki, regulują czynność wydzielniczą podległych im gruczołów wydzielania wewnętrznego (tarczycy, nadnerczy, gonad)

limfocyty T

komórki układu odpornościowego, biorą udział w reakcjach obronnych organizmu oraz niszczeniu patogenów

Film

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Fw6zHRT>

Hormonalna kontrola metabolizmu podstawowego.

Źródło: reż. Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film opisuje hormonalną kontrolę metabolizmu podstawowego.

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem i wyjaśnij, czym są procesy anaboliczne i kataboliczne.

Polecenie 2

Jaki wpływ na procesy kataboliczne mają hormony tyroksyna i trójjodotyronina?

Polecenie 3

Opisz działanie melatoniny w organizmie człowieka. Dlaczego jest tak ważna?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dopasuj poprawnie hormony do pełnionych przez nie funkcji.

tyroksyna

jest prohormonem, z którego w wyniku odłączenia jednego atomu jodu powstaje T3

adrenalina

hormon nazywany inaczej hormonem wzrostu, jego główną funkcją jest kontrola wzrostu i rozwoju organizmu w okresie dziecięcym oraz podczas dojrzewania

somatotropina

hormon o działaniu anabolicznym, polegającym na pobudzeniu glukogenogenezy i glikogenogenezy w wątrobie, co prowadzi do zwiększonego magazynowania zapasów glikogenu w tym narządzie

kortyzol

wzrost stężenia tego hormonu w osoczu wywołuje m. in. rozszerzenie naczyń krwionośnych w mózgu i mięśniach, wzrost częstotliwości skurczów serca, podwyższenie ciśnienia krwi, przyspieszenie czynności oddechowej i rozszerzenie oskrzeli oraz rozszerzenie źrenic

Ćwiczenie 2



Dopasuj prawidłowo hormon do gruczołu, który go produkuje.

przysadka

noradrenalina

glikokortykoidy

trójiodotyronina

tyroksyna

rdzeń nadnerczy

somatotropina

adrenalina

kora nadnerczy

tarczyca

Ćwiczenie 3



Uzupełnij prawidłowo zdania.

Organizm zwierzęcy uzyskuje energię z procesów węglowodanów, białek i tłuszczów. Rozkład złożonych związków w celu uzyskania energii określa się mianem . Energia uzyskana w tych reakcjach magazynowana jest następnie w formie wiązań w cząsteczkach lub w formie złożonych białek, tłuszczów oraz węglowodanów syntetyzowanych z prostszych cząsteczek.

Tworzenie tych związków wymaga nakładów energetycznych i nazywane jest .

niskoenergetycznych

anabolizmu

ATP

ADP

katabolizmu

utleniania komórkowego

redukcji

katabolizmem

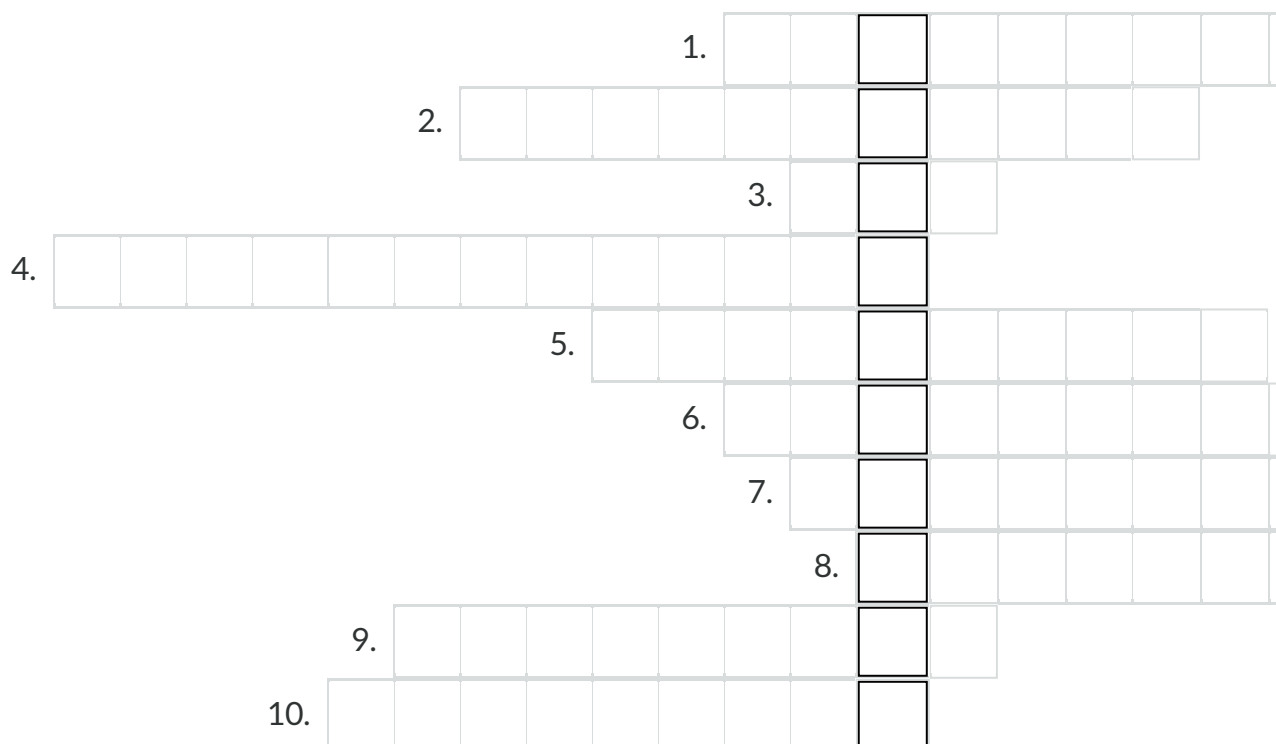
wysokoenergetycznych

anabolizmem

Ćwiczenie 4



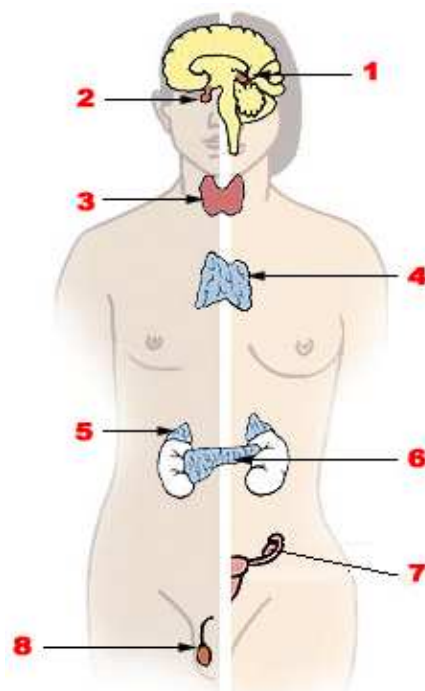
Rozwiąż krzyżówkę.



1. Zdolność utrzymania przez organizm względnie stałych parametrów środowiska wewnętrznego przy zmieniających się warunkach zewnętrznych.
2. Hormon antydiuretyczny wydzielany przez podwzgórze.
3. Związek chemiczny zbudowany z adenozyiny oraz grupy trifosforanowej, będący głównym magazynem energii produkowanej w procesach fotosyntezy i oddychania komórkowego.
4. Proces rozpadu glikogenu do glukozy.
5. Reakcje chemiczne zachodzące w organizmach żywych, w wyniku których dochodzi do rozpadu złożonych związków na proste cząsteczki z uwolnieniem energii.
6. Związek, z którego powstaje aktywny biologicznie hormon.
7. Proces przekształcania aminokwasów lub kwasów tłuszczowych w glukozę.
8. Hormon produkowany w komórkach B (beta) wysp trzustkowych. Obniża stężenia glukozy we krwi i zwiększa metabolizm węglowodanów.
9. Złożony ciąg reakcji chemicznych, w wyniku których cząsteczka glukozy przekształcana jest w dwie cząsteczki pirogronianu. Przemiany te prowadzą do syntezy dwóch cząsteczek ATP.

10. Reakcje chemiczne zachodzące w organizmach żywych, w wyniku których przy nakładzie energii dochodzi do syntezy złożonych związków chemicznych z prostych cząsteczek.

Ćwiczenie 5



Główne gruczoły wewnątrzwydzielnicze (mężczyzna – po lewej, kobieta – po prawej). 1. szyszynka 2. przysadka mózgowa 3. tarczyca 4. grasicca 5. nadnercze 6. trzustka 7. jajnik 8. jądro.

Źródło: Wikimedia commons, domena publiczna.

Na podstawie przedstawionej ilustracji i własnej wiedzy oceń i zaznacz czy podane stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Parathormon wydzielany jest przez narząd oznaczony jako (4) i uczestniczy w regulacji gospodarki wapniowo-fosforanowej organizmu, zwiększając stężenie jonów wapniowych i zmniejszając stężenie fosforanów we krwi.	☐	☐
Adrenalina i noradrenalina wydzielane są przez rdzeń narządu (5) i sterują reakcją ucieczki, prowadząc do wzrostu ciśnienia krwi, przyspieszenia akcji serca, przyspieszenia oddechów i zwiększenia tempa metabolizmu.	☐	☐
Główne hormony odpowiedzialne za gospodarkę węglowodanową i utrzymanie prawidłowego stężenia glukozy we krwi są wytwarzane przez organ oznaczony jako (6).	☐	☐

	Prawda	Fałsz
Narząd (3) odgrywa bardzo dużą rolę w regulacji tempa przemian metabolicznych organizmu głównie poprzez wydzielanie kalcytoniny i tymozyny.	☐	☐
Hormony produkowane przez narządy (6) i (7) spełniają rolę jedynie w regulowaniu funkcji rozrodczych i popędu seksualnego i nie mają żadnego wpływu na metabolizm oraz wzrost organizmu.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tabelę opisującą hormony przysadki, przeciągając podane poniżej sformułowania w odpowiednie miejsca.

	hormon tyreotropowy	hormon adrenokortykotropowy	hormony gonadotropowe	hormon melanotropowy
skrót				
jego wydzielanie pobudza	tyreoliberyna	kortykoliberyna	gonadoliberyna	melanoliberyna
efekt działania				
inne właściwości	uczestniczy w regulacji przebudowy kości	hamuje proliferację komórek	wykorzystywane w leczeniu niepłodności	wpływa na: adaptację wzroku do ciemności o resyntezę rodopsyny

regulują produkcję hormonów płciowych, stymulują dojrzewanie, warunkują popęd seksualny

PRL

pobudza czynność wydzielniczą tarczycy, pośrednio przyspiesza metabolizm komórkowy, wzmacnia syntezę białek, zwiększa zapotrzebowanie organizmu na tlen

TSH

przyspiesza wzrost organizmu, ma wpływ na przyrost masy mięśniowej oraz kostnej, bierze udział w syntezie białek, metabolizmie tłuszczów i węglowodanów

pobudza komórki barwnikowe skóry do syntezy i uwalniania melaniny

FSH i LH

GH

MSH

ACTH

kontroluje i reguluje proces laktogenezy (tworzenie mleka w gruczołach mlecznych)

pobudza czynność wydzielniczą kory nadnerczy, pośrednio wpływa na gospodarkę białkową, węglowodanową i mineralną (głównie poprzez zwiększenie stężenia kortyzolu)

Ćwiczenie 7



Obecnie tkanka tłuszczowa nie jest już postrzegana wyłącznie jako magazyn energetyczny. Uważa się, że aktywnie uczestniczy w przemianach metabolicznych ustroju. Wiele specyficznych receptorów umożliwia jej reakcję na różne sygnały. Natomiast jako źródło licznych substancji, zwanych adipokinami, tkanka tłuszczowa stanowi organ dokrewny. Leptyna wskazuje na całkowitą zawartość tłuszczu w ustroju oraz oddziałuje z podwzgórzowymi ośrodkami sytości w regulacji pobierania pokarmu. W mniejszym stopniu wpływa także na czynność osi podwzgórze-przysadka-tarczyca. Adiponektyna i rezystyna to para hormonów tkanki tłuszczowej wpływających na insulinowrażliwość/insulinooporność w różnych tkankach. Stopniowo odkrywa się i opisuje funkcję nowych adipokin.

Źródło: Bogda Skowrońska, Marta Fichna, Piotr Fichna, *Rola tkanki tłuszczowej w układzie dokrewnym*, Endokrynol. Otył. Zab. Przem. Mat 2005;1(3):21-29, <https://journals.viamedica.pl>.

Na podstawie przedstawionego fragmentu oceń prawidłowość sformułowania: „Poprzez swój wpływ na organizm tkanka tłuszczowa może być zaliczana do narządów wydzielania dokrewnego”. Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Nadczynność tarczycy to stan, w którym dochodzi do podwyższenia stężenia hormonów tarczycy w surowicy krwi i ekspresji ich działania w tkankach. Ich nadmiar może się objawiać między innymi: chudnięciem i innymi objawami hiperkatabolizmu, uczuciem kołatania serca oraz zwiększoną nerwowością. U około 50 proc. osób z nadczynnością tarczycy stwierdzono zaburzoną tolerancję węglowodanów, a u 2–3 proc. jawną cukrzycę. (...) pod wpływem hormonów tarczycy dochodzi do wzrostu produkcji glukozy dzięki nasileniu procesu glukoneogenezy i glikogenolizy w wątrobie. (...) Nadmiar hormonów tarczycy powoduje także zwiększone wchłanianie glukozy z przewodu pokarmowego prawdopodobnie będące skutkiem przyspieszonego opróżniania żołądka i wzrostu przepływu krwi w krążeniu wrotnym.

Źródło: Wiesław Grzesiuk, Dorota Szydłarska, Katarzyna Jóźwik, *Insulinooporność w endokrynopatiach*, Endokrynol. Otył. Zab. Przem. Mat 2008;4(1):38-44, <https://journals.viamedica.pl>.

Na podstawie przedstawionego tekstu i wiedzy własnej określ, czy nieprawidłowości wydzielania hormonów tarczycy mogą prowadzić do podobnych zaburzeń metabolicznych, jak zaburzenia wydzielania hormonów trzustki. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Hormonalna kontrola metabolizmu podstawowego

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

6. Regulacja hormonalna. Uczeń:

7) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

5) Regulacja hormonalna. Uczeń:

h) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Zdefiniujesz pojęcie metabolizmu i wymienisz jego rodzaje.
- Określisz, które gruczoły wydzielania wewnętrznego są zaangażowane w regulację metabolizmu.
- Opisziesz główne hormony związane z kontrolą metabolizmu.
- Scharakteryzujesz działanie anaboliczne i kataboliczne poszczególnych hormonów.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- rozmowa kierowana;
- śniegowa kula;
- gra dydaktyczna;
- analiza tekstu źródłowego.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- telefony z dostępem do internetu.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Hormonalna kontrola metabolizmu podstawowego”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel zadaje pytania:
 - Czym jest metabolizm? Jakiego można wyróżnić rodzaje metabolizmu?
 - Które gruczoły wydzielania wewnętrznego są zaangażowane w regulację metabolizmu?Uzupełnia wypowiedzi uczniów, koryguje ewentualne błędy.

Faza realizacyjna:

- 1. Praca z multimedium („Film”).** Uczniowie zapoznają się z materiałem udostępnionym przez nauczyciela. Następnie rozwiązują polecenia od 1 do 3 metodą kuli śniegowej.
Nauczyciel objaśnia wspomnianą wyżej metodę i wynikające z niej kolejne etapy pracy:
 - 1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na polecenia;
 - 2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
 - 3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
 - 4) na koniec uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje.
- 2. Praca z e-materiałem.** Uczniowie zapisują w zeszycie minimum pięć pytań do treści e-materiału. Uwaga: każde z pytań musi rozpoczynać się od słowa „dlaczego”. Następnie zadają swoje pytania dowolnie wybranej osobie i odpowiadają na pytania kolegi lub koleżanki.
- 3. Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie – na podstawie przedstawionego tekstu i własnej wiedzy – określić, czy nieprawidłowości wydzielania hormonów tarczycy mogą prowadzić do podobnych zaburzeń metabolicznych jak zaburzenia wydzielania hormonów trzustki) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie w 4-osobowych grupach omawiają prawidłowe rozwiązanie. Po upływie wyznaczonego czasu wskazany przez nauczyciela przedstawiciel grupy prezentuje odpowiedź wraz z jej uzasadnieniem. Klasa ustosunkowuje się do niej. Nauczyciel udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie indywidualnie rozwiązują krzyżówkę (ćwiczenie nr 4).
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji.

Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia nr 2, 3 oraz od 5 do 7 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium w sekcji „Film” do pracy przed lekcją. Uczniowie zapoznają się z jego treścią i przygotowują do pracy na zajęciach w ten sposób, żeby móc samodzielnie rozwiązać zadania.