



Hormonalna regulacja stężenia glukozy we krwi

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



Hormonalna regulacja stężenia glukozy we krwi

Badanie glikemii (stężenia glukozy we krwi) polega na nakłuciu palca i umieszczeniu kropli krwi w glukometrze.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

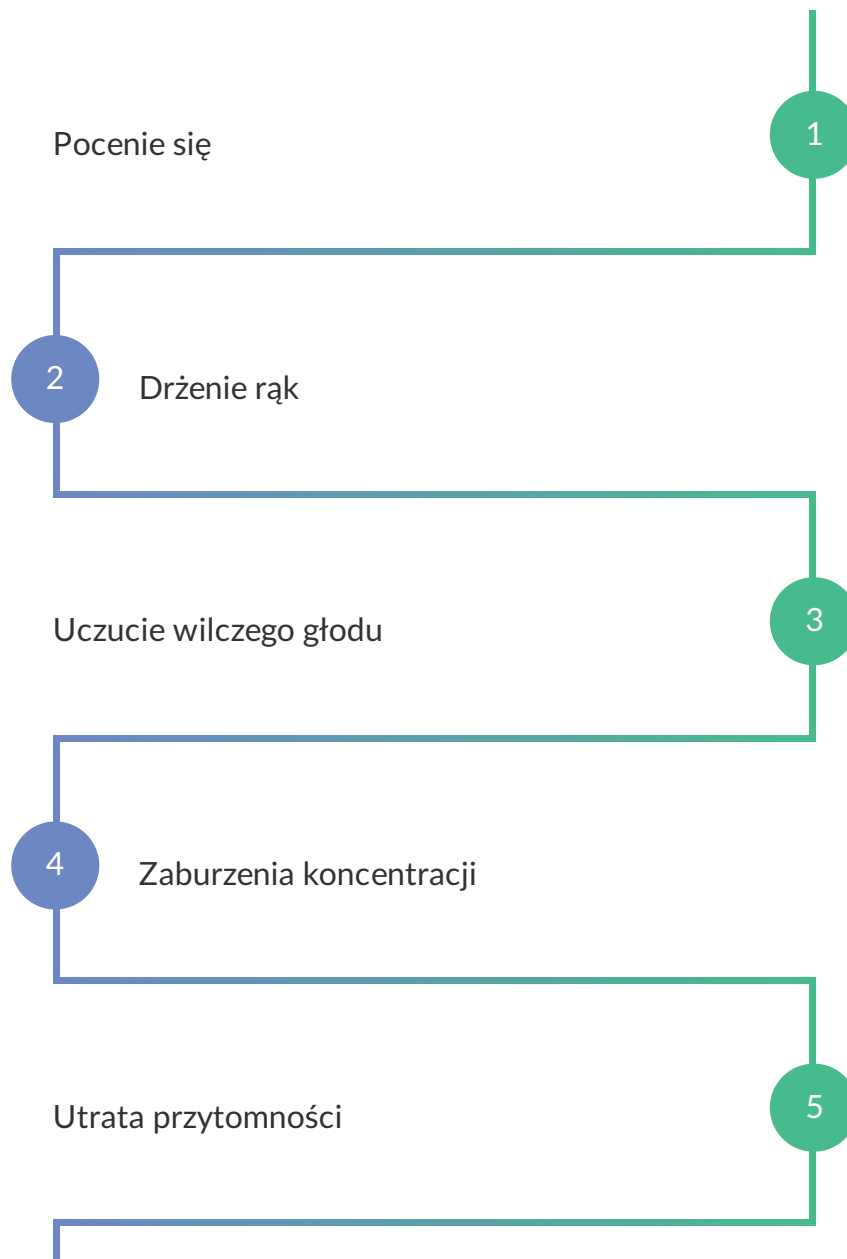
Glukoza to monosacharyd stanowiący główny materiał energetyczny organizmu. Jest ona substratem oddychania komórkowego – podstawowego procesu, w wyniku którego uwalniana jest energia chemiczna z cząsteczki glukozy, a następnie magazynowana w komórce w postaci wysokoenergetycznych wiązań w cząsteczce ATP. Dlatego odpowiednie stężenie glukozy we krwi i jej dystrybucja do wszystkich komórek i tkanek mają podstawowe znaczenie dla poprawnego funkcjonowania organizmu.

Twoje cele

- Poznasz wartości prawidłowego stężenia glukozy we krwi.
- Określisz rolę insuliny i glukagonu w regulacji glikemii.
- Zdefiniujesz pojęcie cukrzycy i wymienisz jej typy.
- Ocenisz czynniki ryzyka wystąpienia cukrzycy typu 2.

Przeczytaj

Stężenie glukozy we krwi jest względnie stałe i u zdrowego człowieka wynosi 3,9–6,1 mmol/l (70–110 mg/100 ml). Nieznaczne wahania jej stężenia związane są ze spożywanymi posiłkami i płynami, aktywnością ruchową (wysiłkiem fizycznym) czy aktualnym stanem emocjonalnym. Glukoza jest podstawowym substratem do produkcji ATP w procesie oddychania komórkowego, dlatego utrzymanie jej stałego stężenia we krwi jest kluczowe dla organizmu. Znaczne obniżenie stężenia glukozy w osoczu (poniżej 2,8 mmol/l – 50 mg/100 ml) prowadzi do wyraźnych objawów [hipoglikemii](#) – utraty przytomności, drgawek, a nawet śmierci.





Znaczne obniżenie stężenia glukozy we krwi może powodować wiele niepożądanych objawów, a także prowadzić do śmierci.

Podstawową rolę w utrzymaniu prawidłowego stężenia glukozy we krwi i regulacji metabolizmu węglowodanów odgrywa aktywność układu wydzielania wewnętrznego. Szczególną funkcję w tych procesach pełni czynność wewnątrzwydzielnicza trzustki i jej dwa podstawowe hormony – [insulina](#) i [glukagon](#).



Glukometry są proste w obsłudze i dają natychmiastowe wyniki, dzięki czemu wykorzystuje się je w domowym monitorowaniu glikemii, koniecznym u chorych na cukrzycę.

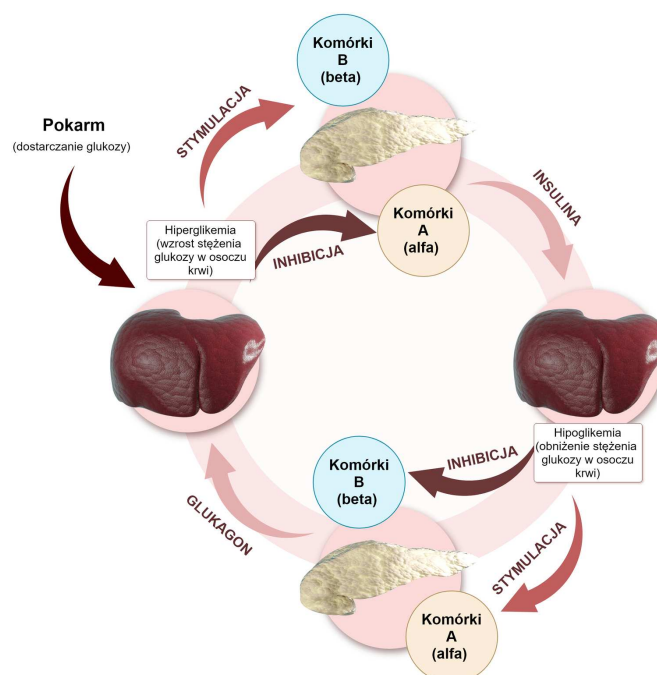
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Hormonalna regulacja stężenia glukozy we krwi

Komórki beta (β) wysp trzustkowych, syntetyzujące i uwalniające insulinę do krwiobiegu, są wrażliwe na stężenie glukozy w osoczu krwi. Wzrost stężenia glukozy (np. w osoczu po posiłku) pobudza komórki beta do produkcji i uwalniania tego hormonu. Wydzielenie insuliny do krwi prowadzi do:

- zwiększenia tempa przemian węglowodanów i odkładania zapasów glikogenu ([glikogenogenezy](#)) w mięśniach i wątrobie;
- zwiększenia syntezy białek i kwasów tłuszczowych;
- przyspieszenia tempa procesów utleniania glukozy w narządach i tkankach.

W wyniku powyższych procesów dochodzi do obniżenia stężenia glukozy we krwi. Antagonistyczne (przeciwstawne) do insuliny działanie ma drugi hormon trzustkowy – glukagon. Jest on wydzielany przez komórki alfa (α) w trzustce w odpowiedzi na spadek stężenia glukozy w osoczu krwi. Glukagon uwalniany jest podczas hipoglikemii, w czasie głodu lub podczas wysiłku fizycznego. Pod wpływem tego hormonu w wątrobie hamowana jest synteza glikogenu, zaczyna zachodzić proces [glikogenolizy](#) – rozpadu glikogenu i uwalniania glukozy do krwi.



Schemat regulacji stężenia glukozy w organizmie. Po spożyciu pokarmu wzrasta stężenie glukozy we krwi (glikemia), co jest sygnałem dla komórek alfa trzustki do zatrzymania produkcji glukagonu (inhibicja komórek alfa), a dla komórek beta trzustki – do uwalniania insuliny (stymulacja komórek beta). Hormon ten zwiększa transport glukozy do mięśni i wątroby oraz magazynowanie jej w postaci glikogenu, prowadząc do obniżenia glikemii. Spadek stężenia glukozy we krwi wpływa hamująco na uwalnianie insuliny przez komórki beta trzustki oraz stymulującą na produkcję glukagonu przez komórki alfa trzustki. Glukagon powoduje uwolnienie zapasów glukozy z wątroby i wyrównanie jej stężenia we krwi.

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o., w oparciu o materiał źródłowy zakupiony w ramach serwisu: www.turbosquid.com. Jakiegokolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na powołanej stronie internetowej, tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

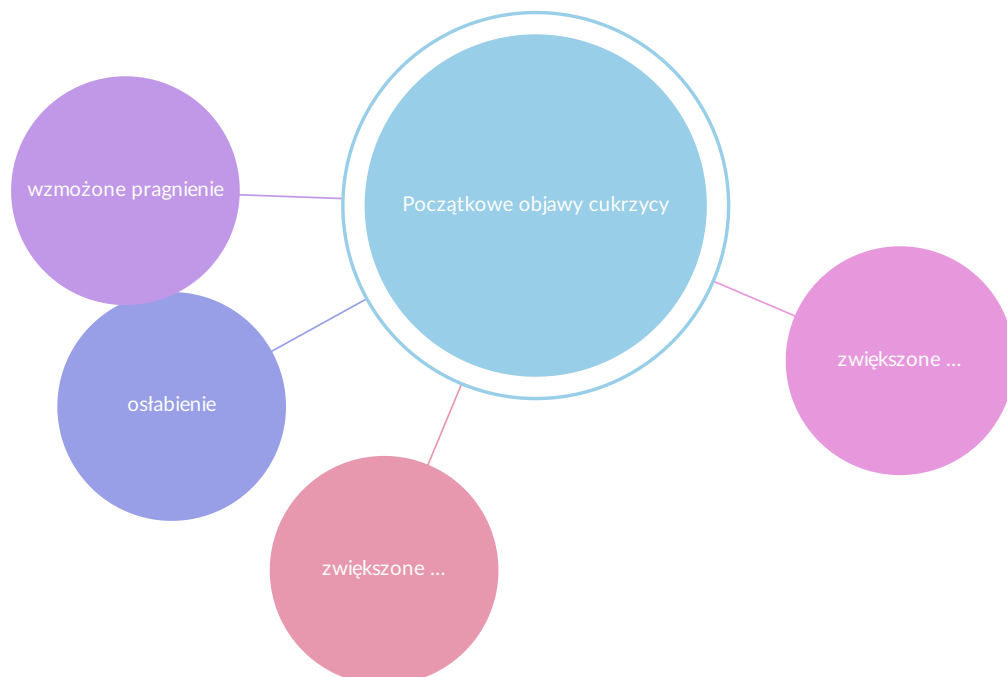
Hormon adrenokortykotropowy, produkowany przez przysadkę, pobudza korę nadnerczy do produkcji własnych hormonów. Przez korę uwalniany do krwi jest kortyzol, który wpływa na zwiększenie stężenia glukozy we krwi w sytuacjach stresowych i wymagających większych dostaw tego cukru do komórek. Na wzrost stężenia glukozy w osoczu mają również wpływ adrenalina i noradrenalina (produkowane przez rdzeń nadnerczy) oraz tyroksyna i trójjodotyronina (uwalniane przez tarczycę). Większe stężenie glukozy intensyfikuje procesy oddychania komórkowego w tkankach i narządach.

Zaburzenia hormonalnej regulacji poziomu glukozy

Najczęstszym rodzajem zaburzenia regulacji hormonalnej stężenia glukozy w osoczu jest [cukrzyca](#). Powstaje ona na skutek niedoboru insuliny lub zmniejszonej wrażliwości tkanek na działanie tego hormonu.

Cukrzyca typu I

Jest spowodowana brakiem insuliny, który wynika z uszkodzenia komórek beta trzustki przez proces autoimmunologiczny (organizm sam niszczy komórki trzustki w wyniku nieprawidłowego działania układu odpornościowego). Choroba pojawia się najczęściej u dzieci i osób młodych, a leczenie wymaga ciągłego podawania insuliny przez całe życie pacjenta.



Badaniem rozstrzygającym o występowaniu cukrzycy jest pomiar stężenia glukozy we krwi. Gdy jej poziom na czczo przekracza wartość 7 mmol/l (125 mg/100 ml) lub 11,1 mmol/l (200 mg/100 ml) w przypadkowym badaniu, świadczy to o chorobie cukrzycowej.

Nieleczona cukrzyca jest chorobą niebezpieczną, stanowiącą bezpośrednie zagrożenie dla życia pacjenta. W przebiegu cukrzycy może dochodzić do zaburzeń oddechowych, drgawek, uszkodzeń narządu wzroku ([retinopatia cukrzycowa](#) – uszkodzenie siatkówki), zaburzeń czucia, objawów tzw. [stopy cukrzycowej](#) (infekcje, owrzodzenia i martwica w obrębie stóp), a nawet zawału mięśnia sercowego.

Ciekawostka

Na cukrzycę choruje ok. 5% populacji, z czego 95% zachorowań dotyczy cukrzycy typu 2.

Słownik

cukrzyca

choroba wywołana niedoborem insuliny lub zmniejszoną wrażliwością tkanek na działanie tego hormonu

cukrzyca typu 1

rodzaj cukrzycy wywołany brakiem insuliny związanym z procesem autoimmunologicznym uszkadzającym komórki B trzustki

cukrzyca typu 2

rodzaj cukrzycy spowodowany insulinoopornością (zmniejszoną wrażliwością tkanek na insulinę), może być wynikiem nieodpowiedniego stylu życia – otyłością, brakiem aktywności fizycznej

glikogenogeneza

proces syntezy glikogenu z glukozy

glikogenoliza

proces rozpadu glikogenu do glukozy

glukagon

hormon produkowany i wydzielany przez komórki alfa trzustki, prowadzi do szybkiego wzrostu stężenia glukozy we krwi, działa antagonistycznie do insuliny

hipoglikemia

stan obniżonego stężenia glukozy we krwi

insulina

hormon produkowany i wydzielany przez komórki beta trzustki, prowadzi do obniżenia stężenia glukozy we krwi, zwiększa metabolizm węglowodanów, zwiększa syntezę białek i odkładanie tłuszczów w komórkach tkanki tłuszczowej

retinopatia cukrzycowa

uszkodzenie siatkówki związane z uszkodzeniami naczyń krwionośnych oka

stopa cukrzycowa

zespół objawów związany z zaburzeniami ukrwienia i unerwienia stopy; prowadzi do owrzodzenia i infekcji, których skutkiem może być martwica

Symulacja interaktywna

Poniższa symulacja interaktywna przedstawia pięciodniowy pomiar stężenia glukozy we krwi u dwóch pacjentów w różnych porach dnia (o godz. 7.00, 13.00 i 17.00). Przeanalizuj symulację i wykonaj polecenia.

Symulacja 1

Klikaj na poszczególne elementy symulacji, aby obserwować dzienne zmiany stężenia cukru u pacjentów.

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

Polecenie 1

Który z pacjentów ma nieprawidłowe stężenie glukozy we krwi? Uzasadnij swój wybór i podaj nazwę choroby.

Polecenie 2

Wymień konsekwencje długotrwałego nieprawidłowego stężenia glukozy we krwi.

Polecenie 3

Odnosząc się do własnej wiedzy i dostępnych źródeł, skomponuj całodniowy jadłospis (zawierający 5 posiłków) dla osoby z podwyższonym stężeniem glukozy we krwi. Skorzystaj z wiarygodnych źródeł i tabel kalorycznych.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dopasuj podane opisy do odpowiadających im hormonów.

Hormon adrenokortykotropowy

Główny hormon obniżający stężenie glukozy we krwi, wydzielany przez komórki beta trzustki.

Insulina

Hormony wydzielane przez rdzeń nadnerczy, stymulujące wzrost stężenia glukozy we krwi poprzez nasilanie procesów glikogenolizy.

Glukagon

Główny hormon podwyższający stężenie glukozy we krwi, wydzielany przez komórki alfa trzustki.

Tyroksyna i trójiodotyronina

Hormon wydzielany przez przysadkę, pobudzający korę nadnerczy do produkcji kortyzolu.

Kortyzol

Hormony wydzielane przez tarczycę, prowadzące do wzrostu stężenia glukozy we krwi.

Adrenalina i noradrenalina

Hormon wydzielany przez korę nadnerczy, pobudzający uwalnianie glukozy do krwi w sytuacjach stresowych.

Ćwiczenie 2



Zaznacz wszystkie prawidłowe informacje na temat glukagonu.

Uwalniany jest do krwiobiegu podczas głodu i wysiłku fizycznego.

Obniża stężenie glukozy we krwi.

Aktywuje glikogenolizę.

Działa antagonistycznie do insuliny.

Jest wydzielany przez wątrobę.

Aktywuje glikoneogenezę.

Hamuje syntezę glikogenu.

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj podane stwierdzenia do odpowiednich typów cukrzycy.

Cukrzyca typu I

Jej najczęstszą przyczyną są czynniki zewnętrzne – otyłość i brak aktywności fizycznej.

Cukrzyca typu II

Wymaga ciągłego leczenia insuliną przez całe życie.

Jest związana ze zmniejszoną wrażliwością tkanek na insulinę lub z nieprawidłowościami receptorów insulinowych w tkankach.

Jest najczęstszą postacią cukrzycy.

Jej przyczyną jest proces autoimmunologiczny.

Częściej występuje u dzieci i młodzieży.

Jest związana z uszkodzeniem komórek beta trzustki.

Występuje głównie u dorosłych.

Ćwiczenie 4



Uporządkuj w odpowiedniej kolejności sekwencję wydarzeń, które występują w organizmie człowieka po zjedzeniu cukierka.

Wzrost stężenia glukozy we krwi



Uwolnienie insuliny do krwiobiegu



Odkładanie zapasów glikogenu w mięśniach i wątrobie (glikogenogeneza)



Obniżenie stężenia glukozy we krwi



Wpływ insuliny na błonowe receptory komórkowe



Stymulacja komórek beta wysp trzustkowych



Ćwiczenie 5



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Prawidłowe stężenie glukozy we krwi zdrowego człowieka wynosi 3,9–5,5 mmol/l (70–99 mg/100 ml).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hormony regulujące stężenie glukozy we krwi wytwarzane są, oprócz trzustki, także przez komórki wydzielnicze żołądka.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utrzymanie prawidłowego stężenia glukozy we krwi jest kluczowe dla organizmu, gdyż jej znaczący spadek może prowadzić do utraty przytomności, uszkodzenia układu nerwowego, a nawet do śmierci.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tekst, zaznaczając prawidłowe sformułowania spośród podanych poniżej.

Początkowymi objawami cukrzycy są najczęściej osłabienie bezsenność ,
 wzmożone osłabione pragnienie oraz zmniejszone zwiększone
wydalanie moczu. Objawy takie należy niezwłocznie zgłosić lekarzowi. Kluczowym
badaniem w diagnostyce cukrzycy jest pomiar stężenia glukozy insuliny
 glikogenu we krwi. Nieprawidłowe wartości tego parametru wynoszą
 70–99 mg/100 ml 170–210 mg/100 ml . Cukrzyca charakteryzuje się
występowaniem niższych wyższych stężeń niż akceptowalna norma.
Nieleczona cukrzyca jest chorobą stanowiącą niestanowiącą bezpośrednie
zagrożenie dla życia pacjenta. W jej przebiegu może dochodzić do uszkodzenia narządu
 wzroku węchu słuchu zwanego retinopatią cukrzycową oraz dysfunkcji
nerek, serca czy płuc. Bardzo często występują również infekcje, owrzodzenia i martwica,
rozwijające się w obrębie kończyn dolnych, czyli tzw. objawy stopy cukrzycowej
 nogi hiperglikemicznej kostki cukrzyka .

Ćwiczenie 7



Postępowanie terapeutyczne w stanie przedcukrzycowym

„Osobom, u których stwierdzi się występowanie nieprawidłowej glikemii na czczo i/lub nieprawidłową tolerancję glukozy, należy zalecić postępowanie zmierzające do prewencji wystąpienia cukrzycy. Kluczowym elementem zaleceń lekarskich na tym etapie jest modyfikacja stylu życia. W badaniu Diabetes Prevention Program w ciągu 2,8 lat uzyskano redukcję ryzyka rozwoju cukrzycy o 58% vs populacja ogólna. Podstawowymi zaleceniami, jakie otrzymali uczestnicy badania, było dążenie do redukcji masy ciała o 7% i wykonywanie co najmniej umiarkowanego lub intensywnego wysiłku fizycznego przez minimum 150 minut tygodniowo”.

Źródło: Leszek Czupryniak, *Stan przedcukrzycowy – schemat postępowania*, „TERAPIA” 2017, nr 5 (352).

Na podstawie przedstawionego powyżej tekstu oraz własnej wiedzy oceń prawidłowość zdania: „Osoby z grupy ryzyka wystąpienia cukrzycy typu 1 i 2 mogą zapobiec rozwojowi tej choroby”. Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Na szybkość absorpcji i odpowiedź glikemiczną człowieka ma wpływ źródło pochodzenia dostarczanych sacharydów oraz ich rodzaj. Jest to niezwykle przydatne podczas oceny indeksu glikemicznego. Żywność o niskim indeksie glikemicznym, w porównaniu z tą o wysokim indeksie glikemicznym, nie powoduje aż tak dużego popożytkowego wzrostu stężenia glukozy we krwi. W dodatku normalizacja glikemii zachodzi powoli, dzięki mniejszemu wydzielaniu insuliny do krwi. Uważa się, że żywność o wysokim indeksie glikemicznym prowadzi do insulinooporności.

Na podstawie powyższego tekstu zastanów się, jaki rodzaj żywności – o niskim czy o wysokim indeksie glikemicznym – jest wskazany dla osób z cukrzycą. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Hormonalna regulacja stężenia glukozy we krwi

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:

5) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi;

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:

f) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi,

Kształowane 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):

- Poznasz wartości prawidłowego stężenia glukozy we krwi.
- Określisz rolę insuliny i glukagonu w regulacji glikemii.
- Zdefiniujesz pojęcie cukrzycy i wymienisz jej typy.
- Ocenisz czynniki ryzyka wystąpienia cukrzycy typu 2.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- symulacja;
- mapa myśli.

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.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Hormonalna regulacja stężenia glukozy we krwi”. 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 i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie” cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel zadaje pytania:
 - Jakie są wartości prawidłowego stężenia glukozy we krwi?
 - W jaki sposób można zbadać stężenie glukozy?
 - Jakie wartości stężenia glukozy są niepokojące?Uzupełnia wypowiedzi uczniów, koryguje ewentualne błędy.

Faza realizacyjna:

1. **Mapa myśli.** Nauczyciel dzieli uczniów na grupy i rozdaje im arkusze papieru A1 oraz flamastry. Omawia zasady tworzenia mapy myśli: uczniowie mają na podstawie e-materiału w graficzny sposób uporządkować oraz zapisać

informacje dotyczące hormonalnej regulacji stężenia glukozy we krwi. Nauczyciel kontroluje pracę grup, w razie potrzeby wyjaśnia wątpliwości uczniów. Po upływie wyznaczonego czasu chętne osoby prezentują mapy myśli wykonane przez swoją grupę.

- 2. Praca z multimediami („Symulacja interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla symulację interaktywną, przedstawiającą wynik pomiarów stężenia cukru we krwi u dwóch pacjentów w różnych porach dnia, i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując w parach, wskazali, który z pacjentów ma nieprawidłowe wartości glikemii, uzasadnili swój wybór i podali nazwę choroby. Następnie uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.
3. Nauczyciel czyta polecenie nr 2: „Wymień konsekwencje długotrwałego nieprawidłowego stężenia glukozy we krwi”. Prosi uczniów, aby wykonali je w parach. Następnie wybrana osoba prezentuje swoją odpowiedź, a pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia ją, wyjaśnia wątpliwości uczniów.
- 4. Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 4, w którym mają za zadanie uporządkować w odpowiedniej kolejności sekwencję wydarzeń, które występują w organizmie człowieka po zjedzeniu cukierka, a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.
5. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie wskazać, na podstawie tekstu źródłowego, jaki rodzaj żywności – o niskim czy o wysokim indeksie glikemicznym – jest wskazany dla osób z cukrzycą), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 5 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.

2. Na koniec zajęć nauczyciel raz jeszcze wyświetla na tablicy interaktywnej lub przy użyciu rzutnika temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, w tym kontekście podsumowuje pracę uczniów na zajęciach.

Praca domowa:

1. Wykonaj polecenie nr 3 z sekcji „Symulacja interaktywna”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Multimedia zamieszczone w sekcji „Symulacja interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.