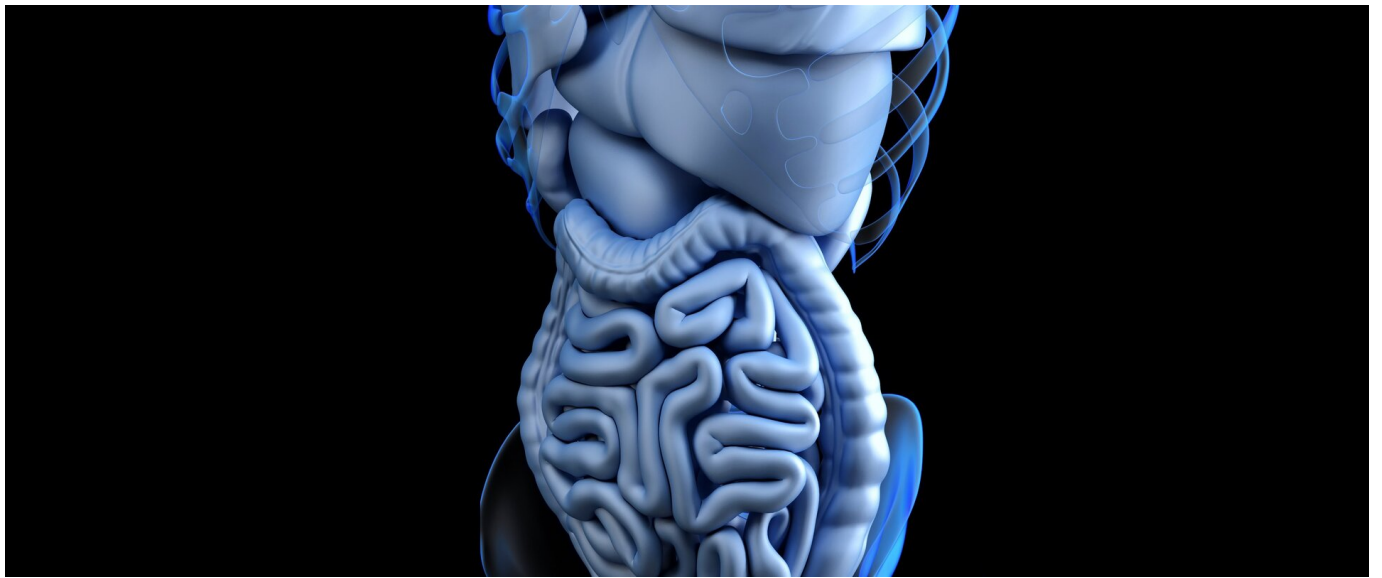




Neurohormonalna kontrola czynności układu pokarmowego

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



Neurohormonalna kontrola czynności układu pokarmowego

Jelita określa się naszym „drugim mózgiem”, ponieważ skład mikroflory jelit ma znaczący wpływ na nastrój i aktywność życiową człowieka. Sygnały z tej części układu pokarmowego są błyskawicznie przekazywane do mózgu. Jest to możliwe m.in. za pośrednictwem neurohormonów.

Źródło: Maxpixels, domena publiczna.

Trawienie jest procesem sterowanym przez układ nerwowy i hormonalny. Hormony wydzielane przez różne części układu pokarmowego spełniają funkcję chemicznych przekaźników, transportowanych wraz z krwią do narządów docelowych. Ośrodki nerwowe regulujące połykanie, żucie czy ssanie znajdują się w rdzeniu przedłużonym. Przyjmowanie pokarmu wywołane odczuciem głodu, a po jego zaspokojeniu zaniechanie spożywania pokarmu to mechanizmy związane z działaniem ośrodków głodu i sytości, zlokalizowanych w podwzgórzu. Wydzielanie śliny i soku żołądkowego następuje wskutek reakcji odruchowej na pokarm przebywający w jamie ustnej i podrażniający znajdujące się tu zakończenia nerwowe (odruch bezwarunkowy), a także na skutek bodźców powstających w korze mózgu na widok pokarmu, pod wpływem jego zapachu lub myśli o nim (odruch warunkowy).

Twoje cele

- Opiszysz fazy mechanizmu połykania.
- Scharakteryzujesz gruczoły i ich wydzieliny umożliwiające trawienie pokarmu.
- Przedstawisz i scharakteryzujesz główne hormony regulujące pobieranie i trawienie pokarmu.
- Wskażesz, gdzie znajdują się ośrodki głodu i sytości oraz jaka jest zasada ich działania.

Przeczytaj

Procesy fizycznej i chemicznej obróbki pokarmu w przewodzie pokarmowym nazywane są trawieniem. **Trawienie fizyczne** obejmuje żucie, mieszanie, połykanie i przesuwanie treści pokarmowej. **Trawienie chemiczne** polega na enzymatycznym rozkładzie wewnątrzcząsteczkowych wiązań chemicznych oraz pozyskiwaniu tłuszczów, węglowodanów, białek i innych substancji, wchłanianych następnie do układu krążenia. Związki te dystrybuowane są po wszystkich komórkach organizmu. Oba rodzaje trawienia odbywają się kolejno: w jamie ustnej, żołądka i odcinkach jelita cienkiego ([dwunastnicy](#), [jelicie czczym](#) i [jelicie krętym](#)). Przełyk odpowiada za przesuwanie treści pokarmowych z gardła do żołądka, a do funkcji jelita grubego należą wchłanianie wody i formowanie kału.

Dla zainteresowanych

Więcej o trawieniu substancji pokarmowych przeczytasz w e-materiałach:

- [Trawienie białek w przewodzie pokarmowym człowieka;](#)
- [Trawienie cukrów w przewodzie pokarmowym człowieka;](#)
- [Trawienie tłuszczów i kwasów nukleinowych w przewodzie pokarmowym człowieka.](#)

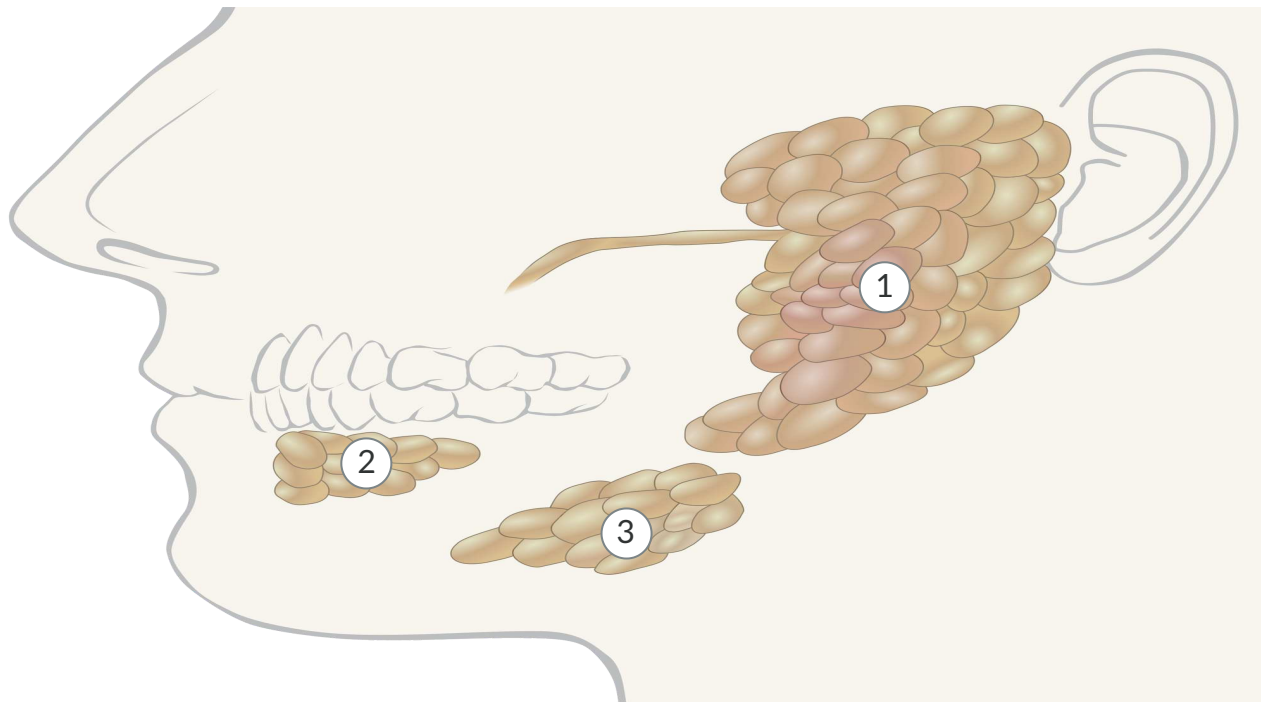
Trawienie

Sprawność tego procesu zależy od działania trzech gruczołów, których zadaniem jest wydzielanie substancji niezbędnych do trawienia pokarmu: **ślinianki** wydzielają ślinę, **wątroba** – żółć, a **trzustka** – enzymy trawienne.

Ślinianki



Ślinianki znajdują się w jamie ustnej. Odpowiadają za produkcję śliny, dzięki której przyjmowany pokarm jest nawilżany oraz podlega wstępnemu rozkładowi enzymatycznemu polisacharydów za sprawą [amylazy ślinowej](#). Ślina produkowana przez gruczoły ślinowe składa się w 99,5% z wody i 0,5% z białka, [mucyny](#), soli mineralnych i amylazy ślinowej. Bezpośrednim bodźcem do wydzielania śliny jest pojawienie się pokarmu w jamie ustnej. Również widok, zapach, a nawet myśl o pokarmie powodują produkcję tej wydzieliny. Ślinianki zdrowego człowieka wytwarzają od 1 do 1,5 l śliny w ciągu doby.



1

Ślinianka przyuszną

2

Ślinianka podjęzykową

3

Ślinianka podżuchwową

Umiejscowienie ślinianek.

Źródło: Goran tek-en, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

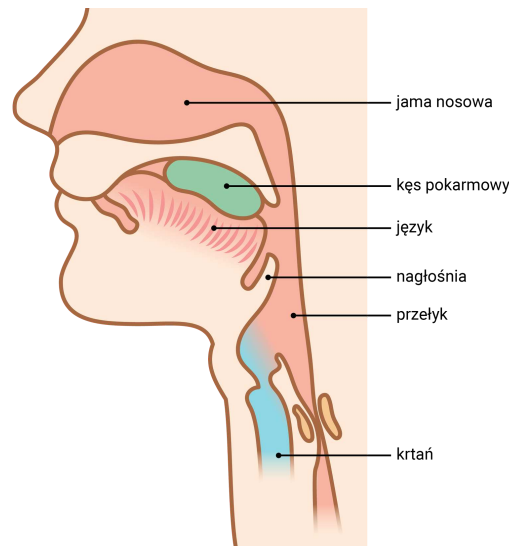
Więcej informacji na temat tych gruczołów znajdziesz w e-materiale pt. [*Ślinianki i ich wydzielina*](#).

Trzustka

Wątroba

Odruch przełykania

Częściowo rozdrobiony i nawilżony pokarm musi przedostać się z jamy ustnej do kolejnych odcinków układu pokarmowego. Przełykanie (połykanie) to zatem przesunięcie treści pokarmowej z jamy ustnej do gardła, a następnie do przełyku. Z tego powodu wyróżnia się **trzy fazy połykania**: ustną, gardłową i przełykową.

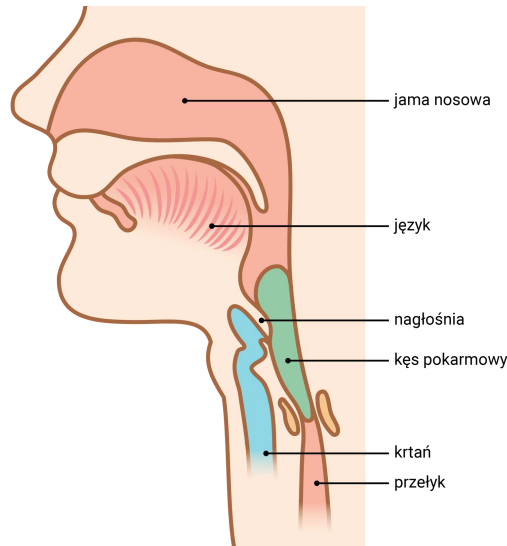


Odruch przełykania. Faza ustna.

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

Faza ta jako jedyna **podlega świadomej kontroli** (tzw. dowolnej) przez ośrodki ruchowe kory mózgowej. Pokarm jest początkowo rozdrabniany (przez siekacze) i rozgniatany (przez zęby trzonowe i przedtrzonowe) oraz nawilżany śliną, produkowaną odruchowo.

Ruchy języka umożliwiają rozdrabnianie pokarmu, ale również gwarantują powstanie kęsa pokarmowego, który dzięki skurczowi mięśni języka jest przesuwany do gardła.

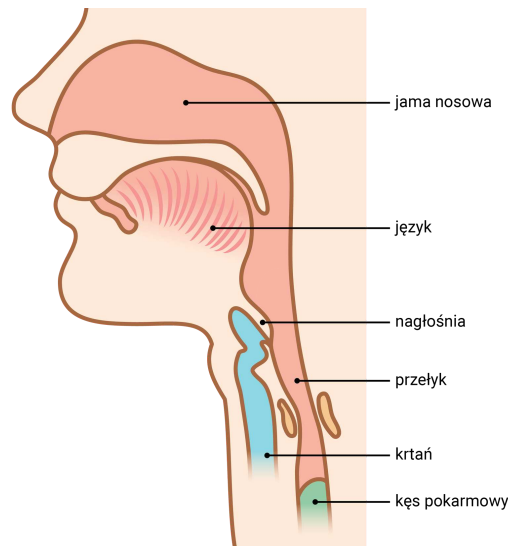


Odruch przełykania. Faza gardłowa.

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

W czasie przechodzenia kęsa pokarmowego (lub płynu) przez cieśń gardła dochodzi do **podrażnienia mechanoreceptorów** zlokalizowanych w błonie śluzowej tylnej części języka oraz ścian gardła. Tak rozpoczyna się faza gardłowa przełykania. W wyniku aktywacji mechanoreceptorów dochodzi do szybkiego, odruchowego zamknięcia drogi łączącej jamę nosową z gardłem (przez ruch tylnej części podniebienia miękkiego) oraz zamknięcia nagłośni.

Pozycja języka uniemożliwia cofanie się treści pokarmowej, a mięśnie otaczające gardło się kurczą, dzięki czemu kęs pokarmowy przemieszcza się do gardła dolnego. Zamknięcie nagłośni oraz połączenia z jamą nosową zapobiega zakrztuszeniu w wyniku dostania się pokarmu do tchawicy lub do jamy nosowej.



Odruch przełykania. Faza przełykowa.

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

Fazę przełykową rozpoczyna **odruchowe otwarcie górnego zwieracza przełyku**, w wyniku pobudzenia mechanoreceptorów ścian gardła dolnego. Gdy człowiek stoi, przełykanie jest ułatwione ze względu na naturalny zwrot siły grawitacji. Przesuwanie treści pokarmowej jest jednak możliwe również w pozycji leżącej, a nawet w czasie stania na głowie, za sprawą skurczów mięśni okrężnych przełyku wytwarzających **ruch perystaltyczny**.

Perystaltyka to niezależne od woli, rytmiczne i naprzemienne skurcze oraz rozkurcze mięśni okrężnych dróg pokarmowych, które pozwalają na przesuwanie treści pokarmowej. Skurcze te znacznie się nasilają, gdy pokarm znajduje się w drogach pokarmowych. Obecność treści pokarmowej w końcowej części przełyku powoduje odruchowe otwarcie dolnego zwieracza przełyku, co kończy fazę przełykową.

Ilość przyjmowanych pokarmów kontrolowana jest przez ośrodkowy układ nerwowy (OUN), a dokładniej podwzgórze. Tam zlokalizowane są ośrodki głodu oraz sytości, generujące popęd głodowy. Ośrodek głodu, pobudzany wskutek niskiego poziomu glukozy we krwi, zlokalizowany jest w jądrze bocznym podwzgórza. Wyzwala on mechanizm poszukiwania, zdobywania i przyjmowania pokarmów. Ośrodek sytości, pobudzany m.in. przez podwyższony poziom glukozy we krwi, umiejscowiony jest w jądrze brzuszno-przyśrodkowym podwzgórza. Hamuje on apetyt, gdy organizm przyjmie wystarczającą ilość składników odżywczych.

Więcej na temat mechanizmów kontroli ilości przyjmowania pokarmów przeczytasz w e-materiałach pt. *Apetyt – regulacja hormonalna i uwarunkowania genetyczne* oraz *Działanie ośrodka głodu i sytości*.

Hormonalna kontrola czynności układu pokarmowego

Gdy w przewodzie pokarmowym nie ma pokarmu, wówczas synteza (produkcja) i sekrecja (wydzielanie) soków trawiennych – żołądkowego, trzustkowego i jelitowego – są ograniczone. Procesy te uaktywniają się podczas jedzenia. Regulacja wydzielania soków trawiennych odbywa się głównie za sprawą hormonów układu pokarmowego.

Gastryna

To główny czynnik pobudzający wydzielanie soku żołądkowego. Jest hormonem syntetyzowanym przez **komórki G**, obecne w błonie śluzowej **odźwiernikowej** części żołądka oraz częściowo w dwunastnicy. Pobudzenie komórek G następuje w czasie, gdy treść pokarmowa znajduje się w żołądku i mechanicznie podrażnia mechanoreceptory w ścianach tego narządu. Uwolniona wówczas gastryna dociera do **komórek okładzinowych** żołądka, stymulując je do zwiększenia produkcji i sekrecji soku żołądkowego. Ponadto gastryna powoduje wzmożenie **ruchów perystaltycznych** żołądka oraz wpływa pobudzająco na trzustkę, przez co wydziela ona więcej soku trzustkowego do dwunastnicy. W efekcie wydzielanie gastryny poprawia trawienie.

Grelina

Nazywana jest hormonem głodu. Zapobiega zagłodzeniu organizmu, wskazując, kiedy w ustroju brakuje składników odżywczych. W ciągu dnia poziom greliny w naturalny sposób się zmienia: gwałtownie rośnie przed posiłkiem, a spada po jego spożyciu. Hormon ten jest uwalniany głównie w żołądku i dwunastnicy, ale także w jelicie czczym, płucach, gonadach, korze nadnerczy, łożysku i nerkach. Następnie dociera do mózgu, gdzie oddziałuje zarówno z podwzgórzem, jak i z mózgowymi ośrodkami przyjemności, wywołując głód i zwiększając apetyt. Ponadto spowalnia metabolizm i spalanie tkanki tłuszczowej, przez co sprzyja gromadzeniu się jej w okolicy brzucha.

Cholecystokinina i sekretyna

Hormony te są syntetyzowane odpowiednio przez **komórki I** oraz **komórki S**, zlokalizowane w ścianach dwunastnicy i jelita cienkiego. Ich funkcja jest zbliżona: zarówno cholecystokinina, jak i sekretyna zwiększają efektywność trawienia treści pokarmowej.

Cholecystokinina

Wydzielana jest m.in. przez śluzówkę dwunastnicy i jelita czczego. Najwyższy poziom cholecystokininy we krwi występuje po ok. 15 minutach od zjedzenia posiłku. Hamuje wówczas uczucie głodu.

Zwiększenie sekrecji cholecystokininy następuje po pojawieniu się w dwunastnicy częściowo strawionych substancji pokarmowych, zwłaszcza kwasów tłuszczowych i niektórych aminokwasów. Podwyższone stężenie tego hormonu we krwi prowadzi do zamknięcia odźwiernika i spowolnienia perystaltyki żołądka (cholecystokinina jest więc antagonistą gastryny) oraz zwiększenia wydzielania soku trzustkowego i żółci. Wpływa to na skuteczniejsze trawienie i wchłanianie substancji odżywczych w jelicie cienkim.

Sekretyna

Słownik

amylaza ślinowa

enzym trawienny obecny w ślinie człowieka; funkcją amylazy ślinowej jest wstępne trawienie węglowodanów

dwunastnica

początkowy odcinek jelita cienkiego

jelito czcze

środkowa część jelita cienkiego, położona między dwunastnicą a jelitem krętym

jelito kręte

końcowy odcinek jelita cienkiego, który przechodzi następnie w jelito grube

komórki okładzinowe

komórki zlokalizowane w ścianach żołądka, których główną funkcją jest wydzielanie kwasu solnego, niezbędnego do trawienia żołądkowego

mucyny

glikoproteiny występujące w ślinie i żółci (nadające jej lepkość) oraz śluzie żołądka i jelit (chroniące błony śluzowe przed działaniem enzymów trawiennych)

nagłośnia

ruchoma chrząstka krtani oddzielająca drogi oddechowe od pokarmowych; zamyka wejście do tchawicy podczas odruchu przełykania

odźwiernik

mięśniowe połączenie oddzielające żołądek od dwunastnicy, które dzięki obecności zwieracza ma możliwość czasowego otwierania połączenia i regulacji przepływu treści pokarmowej

ruch perystaltyczny

przesuwanie się treści pokarmowej w drogach pokarmowych za sprawą charakterystycznych skurczów mięśni przełyku, żołądka, jelita cienkiego i jelita grubego

sok trzustkowy

wydzielina trzustki o odczynie zasadowym, która zawiera enzymy trawienne odpowiedzialne za trawienie tłuszczów, węglowodanów i białek; jest wydzielana do dwunastnicy

żółć

wydzielina syntetyzowana w wątrobie, a magazynowana i uwalniana z woreczka żółciowego; żółć jest wydzielana do dwunastnicy i wspomaga proces trawienia tłuszczów

Animacja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R15RjK1LRmHEs>

Nerwowa i hormonalna kontrola czynności przewodu pokarmowego.

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

Film pod tytułem: Jak wygląda mechanizm połykania?

Polecenie 1

Wyjaśnij, jak hormony żołądka, dwunastnicy i jelita czczego wpływają na wydzielanie soków trawiennych przez różne narządy przewodu pokarmowego.

Polecenie 2

Przedstaw, gdzie znajduje się ośrodek głodu i sytości oraz jaką rolę odgrywają te dwa ośrodki w życiu człowieka.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz elementy układu pokarmowego, w których zachodzi trawienie.

☐ Jelito cienkie

☐ Żołądek

☐ Jama ustna

☐ Przełyk

Ćwiczenie 2



Połącz nazwę gruczołu z jego funkcją.

Ślinianka

Produkuje ślinę z amylazą, dzięki której pokarm ulega wstępnemu rozkładowi enzymatycznemu.

Wątroba

Odpowiada za syntezę żółci, która bierze udział w trawieniu tłuszczów.

Trzustka

Produkuje i wydziela sok, który jest mieszaniną enzymów odpowiedzialnych za trawienie białek, tłuszczów i węglowodanów.

Ćwiczenie 3



Zaznacz zdanie przedstawiające prawdziwą informację.

- ☐ Spożywany pokarm jest w jamie ustnej rozgryzany przez siekacze i rozdrabniany przez zęby trzonowe oraz przedtrzonowe.
- ☐ Faza ustna jest jedyną fazą przełykania, która podlega świadomej kontroli przez ośrodki zlokalizowane w korze mózgowej.
- ☐ Kiedy kęs pokarmu przechodzi przez cieśń gardła, podrażniane są chemoreceptory i zapoczątkowana zostaje faza przełykowa połykania.
- ☐ Mechanizm, który chroni nas przed zakrztuszeniem podczas przełykania pokarmu, polega na zamknięciu głośni oraz połączenia z jamą nosową.

Ćwiczenie 4



Uporządkuj etapy przełykania w odpowiedniej kolejności.

- Następuje ruch tylnej części podniebienia miękkiego, powodujący zamknięcie drogi łączącej jamę nosową z gardłem, a także zamknięcie nagłośni. 
- Skurcz mięśni języka przesuwa kęs pokarmowy do gardła. 
- Obecność treści pokarmowej w końcowym odcinku przełyku powoduje otwarcie dolnego zwieracza przełyku. 
- Treść pokarmowa przesuwana jest w wyniku ruchów perystaltycznych. 
- Górny zwieracz przełyku odruchowo się otwiera. 
- Kęs pokarmowy podrażnia mechanoreceptory błony śluzowej gardła. 
- Spożywany pokarm jest w jamie ustnej rozgryzany przez siekacze i rozdrabniany przez zęby trzonowe oraz przedtrzonowe. 

Ćwiczenie 5



Przyporządkuj prawidłowe opisy do wymienionych hormonów.

Gastryna

Jej podwyższone stężenie prowadzi do zamknięcia odźwiernika i spowolnienia perystaltyki żołądka.

Grelina

Produkowana przez komórki ścian żołądka.

Jej stężenie wzrasta, gdy w dwunastnicy pojawiają się częściowo strawione substancje pokarmowe.

Cholecystokinina

Synteżowana przez komórki I dwunastnicy i jelita cienkiego.

Sekretyna

Synteżowana przez komórki G w błonie śluzowej żołądka oraz w dwunastnicy.

Pobudza komórki trzustki do produkcji i wydzielania do dwunastnicy soku bogatego w wodorowęglany.

Stymuluje komórki okładzinowe żołądka do produkcji i sekrecji kwasu solnego.

Wzmaga ruchy perystaltyczne żołądka.

Jej największe stężenie występuje, gdy w żołądku nie ma pokarmu.

Synteżowana przez komórki S dwunastnicy i jelita cienkiego.

Ćwiczenie 6



Ułóż w prawidłowej kolejności etapy trawienia pokarmu.

Formowanie kału



Wchłanianie wody



Wchłanianie substancji odżywczych



Rozkład białek



Rozdrobnienie i nawilżenie pokarmu



Rozkład tłuszczów i węglowodanów



Wstępny rozkład węglowodanów



Ćwiczenie 7



Na podstawie treści lekcji oraz własnej wiedzy wyjaśnij, dlaczego w czasie, gdy w przewodzie pokarmowym nie znajduje się pokarm, ograniczona jest synteza i sekrecja soków trawiennych. Dlaczego zwiększa się ona dopiero po spożyciu pokarmu?



((Pobór pokarmu i bilans energetyczny zależą od regulacji na poziomie podwzgórza, gdzie następuje integracja licznych bodźców pobudzających ośrodek głodu i sytości. Pierwszy z nich znajduje się w jądrze pola podwzgórzowego bocznego (LHA, *lateran hypothalamic area*). Jego drażnienie elektryczne pobudza zachowania mające na celu zdobywanie i spożywanie pokarmu (...). Drugi ośrodek zlokalizowany jest w jądrze brzuszno-przyśrodkowym podwzgórza (VMH, *ventromedial hypothalamus*). W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że jego (...) pobudzenie elektryczne powodowało zahamowanie przyjmowania pokarmu.

Źródło: Anna Golonko, Lucyna Ostrowska, Magdalena Waszczeniuk i in., *Wpływ hormonów jelitowych i neuroprzekazników na uczucie głodu i sytości. Wybrane problemy kliniczne*, „Forum Zaburzeń Metabolicznych” 2013, t. 4, nr 2, s. 90–99.

Na podstawie powyższego tekstu oraz własnej wiedzy określ możliwe skutki uszkodzenia ośrodka głodu i ośrodka sytości. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Neurohormonalna kontrola czynności układu pokarmowego

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

1) Odżywianie się. Uczeń:

a) przedstawia adaptacje w budowie i funkcjonowaniu układów pokarmowych zwierząt do rodzaju pokarmu oraz sposobu jego pobierania,

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):

- Opiszysz fazy mechanizmu połykania.
- Scharakteryzujesz gruczoły i ich wydzieliny umożliwiające trawienie pokarmu.
- Przedstawisz i scharakteryzujesz główne hormony regulujące pobieranie i trawienie pokarmu.
- Wskażesz, gdzie znajdują się ośrodki głodu i sytości oraz jaka jest zasada ich działania.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- rozmowa kierowana;
- analiza animacji;
- tworzenie plakatu.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- 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;
- arkusze papieru, flamastry.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla cele zajęć z sekcji „Wprowadzenie”, a następnie wspólnie z uczniami ustala kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel rozpoczyna pogadankę, zadając pytanie:
 - Dlaczego na widok pewnych potraw albo na myśl o nich „aż ślinka cieknie”?

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Animacja”).** Uczniowie czytają polecenia do animacji, a następnie oglądają multimedium wyświetlone przez nauczyciela, zwracając uwagę na informacje potrzebne do wykonania zadań. Po zapoznaniu się z animacją rozwiązują indywidualnie polecenia: nr 1 („Wyjaśnij, jak hormony żołądka, dwunastnicy i jelita czczego wpływają na wydzielanie soków trawiennych przez różne narządy przewodu pokarmowego”) oraz nr 2 („Przedstaw, gdzie znajduje się ośrodek głodu i sytości oraz jaką rolę odgrywają te dwa ośrodki w życiu człowieka”). Wybrane osoby przedstawiają odpowiedzi na forum klasy.
2. **Plakat – praca w parach.** Nauczyciel rozdaje uczniom arkusze papieru A1 oraz flamastry. Uczniowie mają na podstawie e-materiału w graficzny sposób przedstawić

działanie hormonów tkankowych. Po upływie wyznaczonego czasu chętne zespoły prezentują mapy myśli.

3. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie wykonują indywidualnie następujące ćwiczenia w sekcji „Sprawdź się”: nr 5 (w którym mają za zadanie przyporządkować podane informacje do odpowiedniego hormonu) oraz nr 8 (w którym mają za zadanie określić – na podstawie fragmentu tekstu oraz własnej wiedzy – możliwe skutki uszkodzenia ośrodką głodu i ośrodką sytości), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel zadaje jeszcze raz pytanie zadane na początku lekcji:
 - Dlaczego na widok pewnych potraw albo na myśl o nich „aż ślinka cieknie”?Uczniowie weryfikują swoje odpowiedzi i uzupełniają je.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 4 oraz 6 i 7 z sekcji „Sprawdź się”.

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 „Animacja” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.