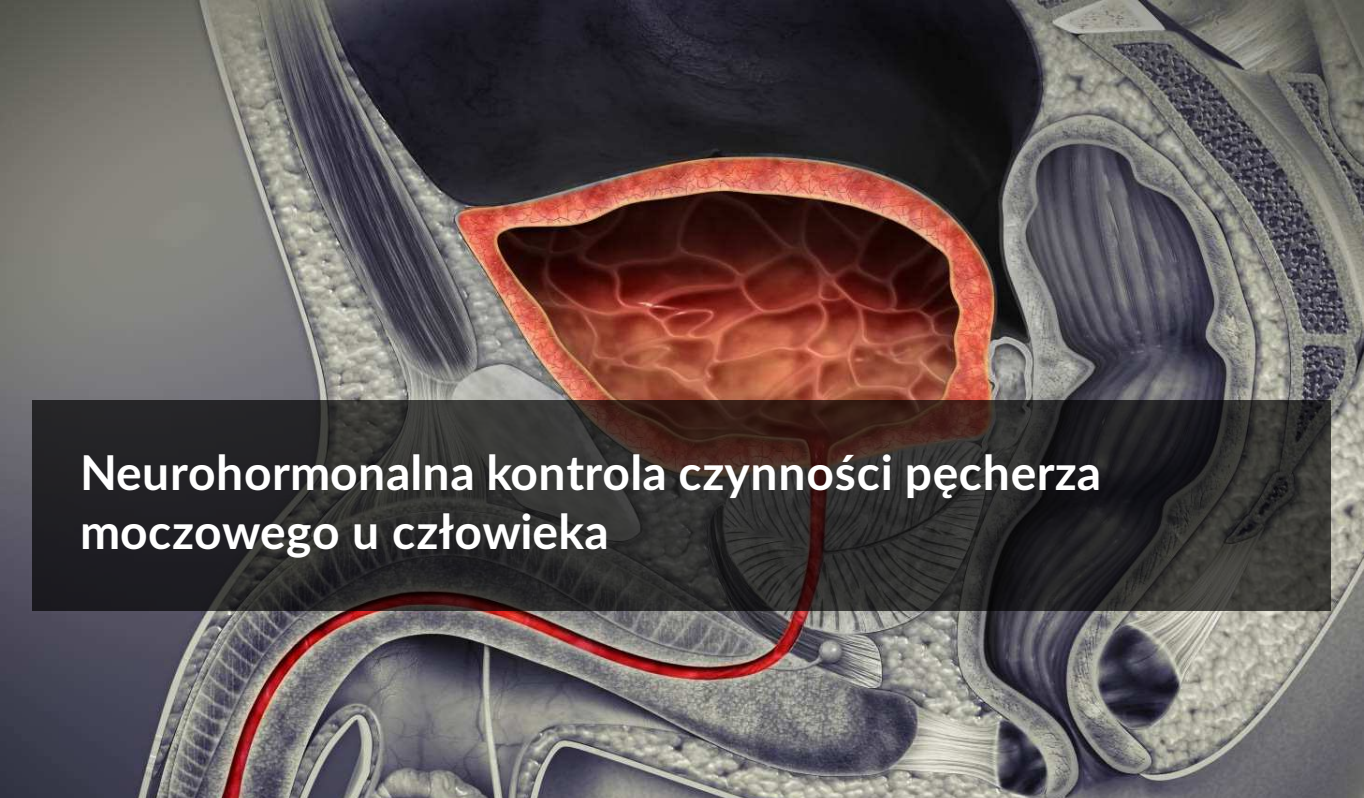




Neurohormonalna kontrola czynności pęcherza moczowego u człowieka

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



Neurohormonalna kontrola czynności pęcherza moczowego u człowieka

W wyniku działania hormonu wazopresyny następuje zwrotna resorpcja wody w nerkach i wytwarzanie zagęszczonego moczu ostatecznego. Jego wydalanie, czyli diureza, wynosi średnio 1,5 litra na dobę.

Źródło: Scientific Animations, licencja: CC BY-SA 4.0.

Pęcherz moczowy to workowaty, rozciągliwy narząd położony w dolnej części jamy brzusznej, w miednicy mniejszej. Jego funkcją jest gromadzenie moczu ostatecznego, produkowanego przez nerki, a następnie odprowadzanie go na zewnątrz organizmu poprzez cewkę moczową. Proces okresowego opróżniania pęcherza moczowego związany jest ze specyficznym unerwieniem mięśni gładkich i poprzecznie prążkowanych, które budują ściany tego narządu. Wydalanie moczu odbywa się pod kontrolą neurohormonów i odgrywa ważną rolę w gospodarce wodnej organizmu, która stanowi jeden z najważniejszych elementów homeostazy.

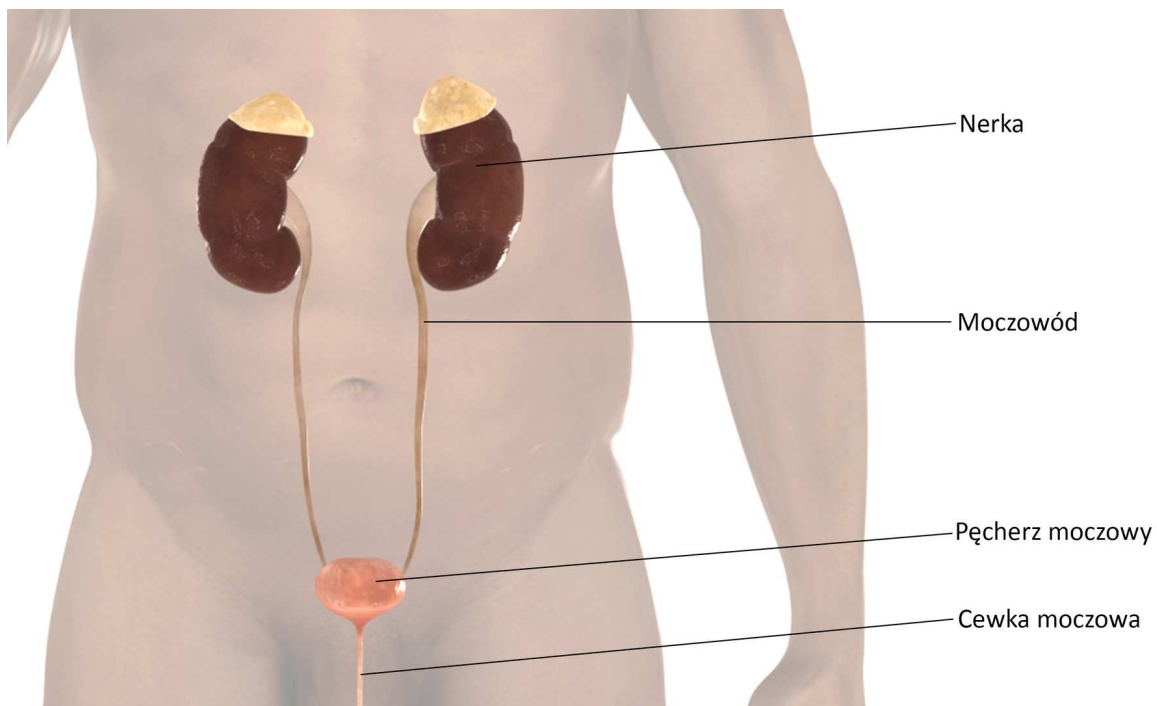
Twoje cele

- Określisz wpływ wybranych hormonów na objętość i skład moczu ostatecznego.
- Scharakteryzujesz budowę i funkcje mięśni pęcherza moczowego.
- Wyjaśnisz wpływ układu współczulnego i przywspółczulnego na czynność pęcherza moczowego.

- Opiszysz etapy regulacji odruchowego oddawania moczu.

Przeczytaj

Końcowe produkty przemiany materii, głównie białka i inne związki azotowe, wydane są z organizmu w formie moczu – płynu wytwarzanego w nerkach. Każda z nerek zawiera od 8 do 10 kielichów nerkowych, z których mocz ostateczny przemieszcza się do miedniczki nerkowej. Miedniczka, zwężając się, przechodzi w pojedynczy moczowód, transportujący mocz do pęcherza moczowego. Po wypełnieniu pęcherza mocz wydalany jest z organizmu przez cewkę moczową. Proces ten nosi nazwę **mikcji**. Częstość mikcji zależy bezpośrednio od ilości moczu produkowanego przez nerki oraz czynności ośrodków nerwowych kontrolujących mięśnie gładkie i szkieletowe zlokalizowane w pęcherzu moczowym.



Układ moczowy człowieka.

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

Objętość i skład moczu ostatecznego związane są bezpośrednio z dwoma podstawowymi procesami: [przesączaniem kłębuszkowym](#) oraz wchłanianiem w kanalikach nerkowych. Istnieje wiele czynników mających wpływ na te procesy, z których najważniejsze to: ciśnienie tętnicze krwi, [ciśnienie onkotyczne](#) białek

osocza, aktywność autonomicznego układu nerwowego oraz oddziaływanie wazopresyny i innych hormonów.

Objętość moczu produkowanego przez nerki

Najważniejszym hormonem wpływającym na ilość produkowanego przez nerki moczu jest **wazopresyna**, wytwarzana przez podwzgórze i wydzielana przez tylny płat przysadki mózgowej. W efekcie działania wazopresyny przede wszystkim następuje zagęszczenie moczu ostatecznego, na skutek przyspieszenia wchłaniania zwrotnego wody w kanalikach nerkowych. Powoduje to zmniejszenie ilości moczu ostatecznego, przedostającego się następnie moczowodami do pęcherza moczowego. Niedobór lub brak wazopresyny prowadzi do występowania **moczówki prostej** – choroby objawiającej się produkcją bardzo dużych ilości (5–20 l na dobę) rozcieńczonego moczu.

Innymi hormonami mającymi wpływ na proces wytwarzania moczu ostatecznego w kanalikach nerkowych są: wydzielany przez korę nadnerczy **aldosteron** (zwiększający wchłanianie jonów sodowych i wydalanie jonów potasowych) oraz wydzielany przez przytarczycę **parathormon** (zwiększający wchłanianie jonów wapniowych).

Schemat zależności między przysadką mózgową a nerką.

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

Mięśniówka i unerwienie pęcherza moczowego

Ściana pęcherza moczowego składa się z włókien mięśni gładkich, przebiegających spiralnie, podłużnie i okrężnie. Włókna te tworzą **wypieracz moczu** – mięsień, którego skurcz prowadzi bezpośrednio do opróżnienia pęcherza podczas mikcji. W dolnej

części pęcherza moczowego, na granicy z cewką moczową, znajduje się kolejna grupa włókien mięśni gładkich, tworząca **zwieracz wewnętrzny cewki moczowej**. Poniżej, już poza pęcherzem moczowym, zlokalizowany jest **zwieracz zewnętrzny cewki moczowej**, mięsień zbudowany z włókien poprzecznie prążkowanych.

Budowa pęcherza moczowego.

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

Mięśnie gładkie wchodzące w skład ścian pęcherza moczowego unerwione są przez **autonomiczny układ nerwowy**. Ośrodki przywspółczulne, których włókna biegną do pęcherza, zlokalizowane są w odcinku krzyżowym rdzenia kręgowego, natomiast ośrodki współczulne – w odcinku piersiowym i lędźwiowym rdzenia. Włókna współczulne zmniejszają napięcie wypieracza moczu, jednocześnie zwiększając napięcie zwieracza wewnętrznego cewki moczowej, co w efekcie prowadzi do utrzymywania moczu w pęcherzu. Natomiast unerwienie przywspółczulne powoduje zwiększenie napięcia **wypieracza moczu** oraz zmniejszenie napięcia zwieracza wewnętrznego cewki moczowej, co wywołuje mikcję.

Zwieracz zewnętrzny cewki moczowej, należący do mięśni szkieletowych poprzecznie prążkowanych, unerwiony jest przez włókna **nerwu sromowego** (biorącego swój początek w rogach brzusznych istoty szarej krzyżowego odcinka rdzenia kręgowego). Mięsień ten może kurczyć się w sposób zależny od woli, co zapobiega niekontrolowanemu oddawaniu moczu.

Wypełnianie pęcherza moczowego

Mocz ostateczny produkowany jest przez nerki w sposób ciągły. Przedostaje się z nerek do pęcherza poprzez moczowody. W ścianach moczowodów znajdują się pęczki włókien mięśniowych gładkich, których skurcze wywołują powstawanie fali perystaltycznej, przemieszczającej mocz z miedniczek nerkowych do pęcherza moczowego. Napływający do pęcherza mocz nie powoduje początkowo znaczącego wzrostu ciśnienia wewnętrznego. Dzieje się tak ze względu na **elastyczność** ścian

pęcherza moczowego, który zwiększa, do pewnych granic, swoją objętość wraz z napływem kolejnych porcji moczu. Pojemność pęcherza moczowego dorosłego człowieka wynosi ok. 700 cm³. Narząd ten może się jednak rozciągnąć do objętości ponad jednego litra. Pierwsza potrzeba oddania moczu pojawia się przy wypełnieniu pęcherza do objętości ok. 150 ml, a po przekroczeniu ok. 400 ml ciśnienie wewnątrz pęcherza zaczyna gwałtownie rosnać i pojawia się odczucie silnego parcia na mocz.

Regulacja nerwowa procesu mikcji

Proces oddawania moczu jest bezwarunkowym odruchem rdzeniowym, który jednak podlega kontroli wyższych ośrodków nerwowych i – podobnie jak [defekacja](#) – może być wyzwalany i hamowany świadomie. Mikcja rozpoczyna się od zwiększenia impulsacji (wysyłania impulsów nerwowych), płynącej do pęcherza moczowego włóknami przywspółczulnymi. Powoduje to skurcz wypieracza moczu oraz rozluźnienie zwieracza wewnętrznego cewki moczowej. Równocześnie z aktywacją włókien przywspółczulnych dochodzi do hamowania neuronów współczulnych, mających za zadanie utrzymywać mocz w pęcherzu. Dodatkowo zahamowana zostaje czynność [motoneuronów](#) krzyżowej części rdzenia kręgowego, tworzących nerw sromowy, który wywołuje skurcz zwieracza zewnętrznego cewki moczowej. Wszystkie te mechanizmy prowadzą do mikcji.

Ośrodki odpowiedzialne za oddawanie moczu zlokalizowane są w różnych częściach ośrodkowego układu nerwowego. Główne struktury nerwowe zaangażowane w kontrolę mikcji występują w [pniu mózgu](#): ośrodek pobudzający proces oddawania moczu znajduje się w obrębie [mostu](#), natomiast ośrodek hamujący mikcję – w [śródmózgowiu](#). Dodatkowe ośrodki kontrolujące czynność wydalniczą pęcherza moczowego obecne są w korze mózgowej. Wpływając na rdzeniowy odruch oddawania moczu, umożliwiają one świadome zainicjowanie lub zahamowanie mikcji.

Główne ośrodki regulujące proces oddawania moczu znajdują się w pniu mózgu: śródmózgowiu i moście.

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

Czynniki wpływające na ilość moczu produkowanego przez nerki i wydalanego z organizmu

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

Słownik

ciśnienie onkotyczne

jeden z rodzajów ciśnienia osmotycznego, wywieranego przez cząsteczki białek znajdujących się w danym roztworze koloidalnym

defekacja

proces wydalania kału, zawierającego niestrawione resztki pokarmowe

miednica mniejsza

element układu kostnego będący właściwą jamą miednicy; jej granice stanowią: kości łonowe (przód), kości kulszowe i biodrowe (boki) oraz kość krzyżowa i guziczna (tył)

most

środkowa część pnia mózgu, zlokalizowana pomiędzy opuszką a śródmózgowiem

motoneuron

neuron ruchowy, unerwiający komórki poprzecznie prążkowane mięśnia szkieletowego

pień mózgu

struktura anatomiczna ośrodkowego układu nerwowego, w której skład wchodzi: rdzeń przedłużony (opuszka), most i śródmózgowie

przesączanie kłębuszkowe

proces zachodzący w kłębuszkach nerkowych, w wyniku którego powstaje mocz pierwotny

śródmózgowie

najwyższa część pnia mózgu, zlokalizowana pomiędzy mostem a międzymózgowiem

Animacja

Polecenie 1

Obejrzyj film, a następnie wyjaśnij funkcję neurohormonów w procesie wytwarzania moczu.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RK8KJ1Ax2RJbp>

Neurohormonalna kontrola czynności pęcherza moczowego u człowieka.

Źródło: licencja: CC BY-SA 3.0.

Film pod tytułem "Neurohormonalna kontrola czynności pęcherza moczowego u człowieka."

Polecenie 2

Wyjaśnij, jaka zależność występuje między budową a funkcją układu moczowego człowieka.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Pojemność pęcherza moczowego wynosi ok. 700 cm ² .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Częstość mikcji nie zależy bezpośrednio od ilości moczu pierwotnego produkowanego przez nerki.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Objętość i skład moczu ostatecznego zależą jedynie od procesu przesączania kłębuszkowego.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hormonami wpływającymi na ilość produkowanego moczu są głównie wazopresyna, aldosteron i parathormon.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 2



Pogrupuj podane czynniki na zwiększające lub zmniejszające ilość moczu produkowanego przez nerki i wydalanego z organizmu.

Zwiększona produkcja moczu

Zmniejszona produkcja moczu

Podwyższone stężenie sodu w organizmie

Stany przebiegające z niedoborem soli, jonów i innych elektrolitów

Zwiększone stężenie wazopresyny

Odwodnienie

Przewodnienie

Niskie ciśnienie onkotyczne białek osocza

Zwiększone stężenie aldosteronu

Niskie ciśnienie osmotyczne krwi

Wysokie ciśnienie tętnicze krwi, w szczególności nadciśnienie tętnicze

Zmniejszone stężenie wazopresyny

Ćwiczenie 3




Zaznacz wszystkie prawdziwe stwierdzenia dotyczące wypełniania pęcherza moczowego.

- W ścianach moczowodów znajdują się pęczki włókien, które zapobiegają ciągłemu przedostawaniu się moczu do pęcherza i umożliwiają okresowe magazynowanie go w miedniczkach nerkowych.
- Mocz ostateczny produkowany jest przez nerki w sposób ciągły.
- Częstość odczuwania parcia na mocz zależna jest od tempa wypełniania pęcherza moczowego, aktywności autonomicznego układu nerwowego oraz wrażliwości ośrodków centralnych.
- Przy wypełnieniu pęcherza do objętości ok. 400 ml następuje jego odruchowe opróżnienie.
- Mocz jest doprowadzany do pęcherza przez cewkę moczową, a odprowadzany przez moczowód.
- Elastyczność ścian pęcherza moczowego sprawia, że napływający do pęcherza mocz nie powoduje początkowo znaczącego wzrostu ciśnienia wewnętrznego.
- Pierwsza potrzeba oddania moczu pojawia się przy wypełnieniu pęcherza do objętości ok. 150 ml.

Ćwiczenie 4




Ułóż w odpowiedniej kolejności czynności i zmiany prowadzące do rozpoczęcia procesu mikcji – od najwcześniejszej do zachodzącej najpóźniej.

Skurcz wypieracza moczu oraz rozluźnienie zwieracza wewnętrznego i zewnętrznego cewki moczowej. 


Przekazanie bodźca do ośrodkowego układu nerwowego. 

Rozpoczęcie mikcji. 

Zwiększenie impulsacji płynącej do pęcherza moczowego włóknami przywspółczulnymi i równoczesne hamowanie neuronów współczulnych oraz zahamowanie motoneuronów krzyżowej części rdzenia kręgowego. 

Rozciągnięcie ścian pęcherza przez zwiększającą się objętość moczu. 

Rozpoznanie przez ośrodkowy układ nerwowy konieczności rozpoczęcia mikcji. 

Aktywacja ośrodka pobudzającego proces oddawania moczu w moście i wyciszenie ośrodka hamującego mikcję w śródmózgowiu. 

Ćwiczenie 5



Uzupełnij poniższy tekst, tak aby przedstawiał prawdziwe informacje. W każdym zdaniu zaznacz właściwe wyrażenie.

Proces oddawania moczu jest zwykle procesem podlegającym kontroli

jedynie odruchowej rdzenia kręgowego wyższych ośrodków nerwowych -

może nie może być wyzwalany i hamowany świadomie. Przy nadmiernym wypełnieniu pęcherza jego opróżnianie staje się bezwarunkowym odruchem

rdzeniowym korowym , co zapobiega nadmiernemu gromadzeniu się moczu w tym narządzie i nie dopuszcza do rozciągania naderwania i pęknięcia jego

ścian. Oddawanie moczu jest kontrolowane przez ośrodki znajdujące się

zarówno w pniu, jak i korze mózgu

w całości w rdzeniu kręgowym i jego zwojach . Ośrodek pobudzający proces

oddawania moczu znajduje się w obrębie mostu kory mózgowej , natomiast ośrodek hamujący mikcję zlokalizowany jest w rdzeniu kręgowym

śródmózgowiu . W korze znajdują się ośrodki dodatkowe,

hamujące lub wyzwalające niemające wpływu na odruchy rdzeniowe, dzięki którym możemy inicjować i hamować mikcję w zależności od woli. Unerwienie większości

mięśni pęcherza pochodzi z autonomicznego somatycznego układu

nerwowego. Są to głównie mięśnie szkieletowe gładkie , wchodzące w skład

ściany pęcherza. Włókna współczulne przywspółczulne , których ośrodki

zlokalizowane są w odcinku piersiowym i lędźwiowym rdzenia, zmniejszają napięcie mięśnia

- wypieracza moczu, jednocześnie zwiększając napięcie zwieracza wewnętrznego cewki

moczowej. Prowadzi to do utrzymania wydalenia moczu. Włókna

współczulne przywspółczulne zlokalizowane są w odcinku krzyżowym rdzenia,

a ich aktywacja ma taki sam odwrotny skutek.

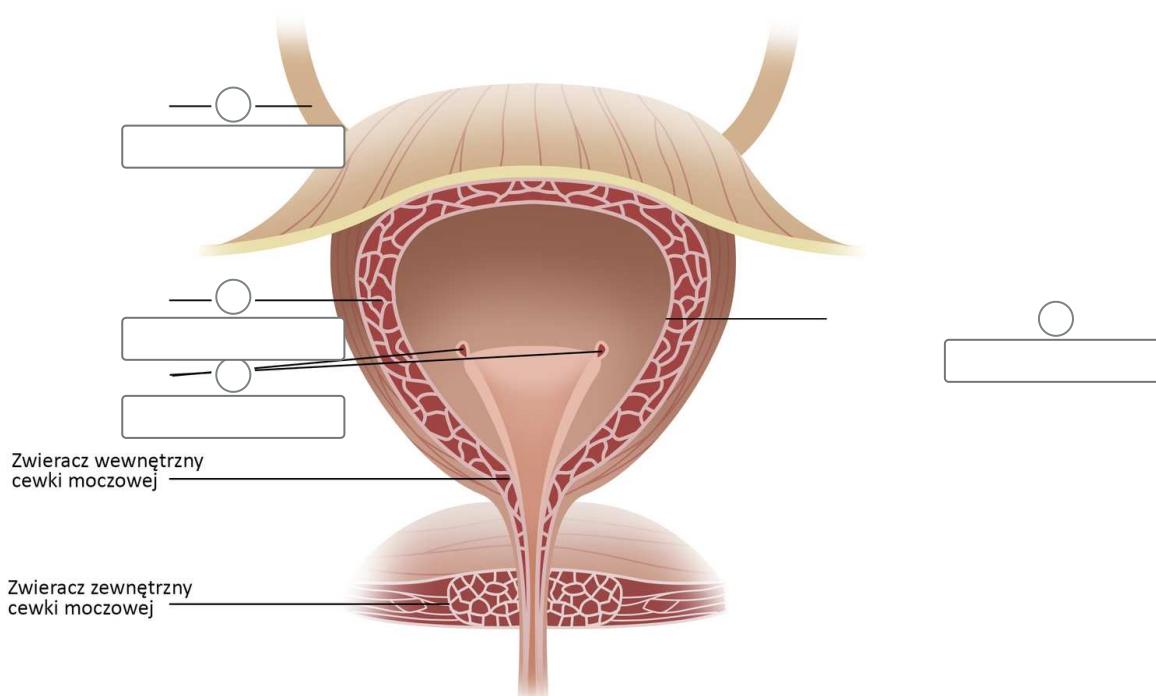
Ćwiczenie 6



Podpisz elementy wskazane na ilustracji, przeciągając nazwy w odpowiednie miejsca, oraz uzupełnij tekst na temat jednego z przedstawionych mięśni.

Mięśniem, którego skurcz podlega świadomej kontroli, jest

zwieracz wewnętrzny cewki moczowej zwieracz zewnętrzny cewki moczowej
wypieracz moczu . Jest to mięsień gładki
poprzecznie prążkowany szkieletowy .



Ujścia moczowodów Pęcherz moczowy Moczowód Mięsień wypieracz moczu

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

Uzupełnij tabelę, przeciągając w odpowiednie miejsca podane hasła.

	Unerwienie
Zwieracz wewnętrzny cewki moczowej	<input type="text"/>
Zwieracz zewnętrzny cewki moczowej	<input type="text"/>

	Unerwienie
Wypieracz moczu	

Autonomiczne: współczulne (rozkurcz), przywspółczulne (skurcz)

Autonomiczne: współczulne (skurcz), przywspółczulne (rozkurcz)

Nerw sromowy

Ćwiczenie 7



W obrazie klinicznym charakterystyczne jest występowanie triady typowych objawów: wielomoczu (poliurii – od 5 do 25 litrów moczu na dobę), choć nie musi występować on zawsze, wzmożonego pragnienia połączonego z wypijaniem zwiększonej objętości płynów (polidypsji) oraz upośledzonej zdolności nerek do zagęszczania moczu, objawiającej się oddawaniem jasnego, rozcieńczonego moczu (astenurii).

Źródło: Przemysław Kluj, Tomasz Gaszyński, *Postępowanie przedszpitalne w stanach nagłych chorób gruczołów wydalania wewnętrznego: moczówka prosta, zespół Schwartz-Barttera oraz udar przysadki*, „Ostry Dyżur” 2013, t. 6, nr 4, s. 141–146.

Na podstawie przedstawionego tekstu wyjaśnij, jakiego ze znanych ci zaburzeń wydalania moczu dotyczy powyższy opis. Odpowiedź uzasadnij, uwzględniając nazwę hormonu powiązanego bezpośrednio z tą chorobą.

Ćwiczenie 8



Oddawanie moczu ściśle związane jest z funkcją dolnych dróg moczowych. Podczas rozwoju dziecka wzrasta pojemność pęcherza moczowego, który staje się zbiornikiem moczu gwarantującym utrzymanie suchości. W wyniku dojrzewania układu nerwowego kształtuje się świadoma kontrola nad czynnością zwieracza zewnętrznego cewki moczowej, którego napięcie wzrasta stosownie do wypełnienia pęcherza, oraz nad odruchem rdzeniowym nadzorującym wypieracz pęcherza moczowego. Dziecko w wieku 3–4 lat jest w stanie podjąć decyzję o rozpoczęciu i zakończeniu mikcji. (...) Problemy związane z oddawaniem moczu są złożone, podobnie jak skomplikowany jest sam akt mikcji. U podłoża nieprawidłowości w tym zakresie mogą leżeć wady anatomiczne dróg moczowych, uszkodzenie układu nerwowego lub zaburzenia czynnościowe.

Źródło: Katarzyna Kiliś-Pstrusińska, *Zaburzenia w oddawaniu moczu u dzieci i młodzieży – narastający problem kliniczny*, „Family Medicine – Primary Care Review” 2012, nr 14(3), s. 453–456.

Na podstawie przedstawionego fragmentu oceń, czy następujące zdanie jest prawdziwe: „Nietrzymanie moczu u małych dzieci jest zwykle spowodowane uszkodzeniem układu nerwowego i powinno być jak najszybciej konsultowane u specjalisty”. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Neurohormonalna kontrola czynności pęcherza moczowego u człowieka

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.

5. Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

4) przedstawia proces tworzenia moczu oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

4) Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

f) przedstawia związek między budową i funkcją narządów układu moczowego człowieka,

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):

- Określisz wpływ wybranych hormonów na objętość i skład moczu ostatecznego.
- Scharakteryzujesz budowę i funkcje mięśni pęcherza moczowego.
- Wyjaśnisz wpływ układu współczulnego i przywspółczulnego na czynność pęcherza moczowego.
- Opisziesz etapy regulacji odruchowego oddawania moczu.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- mapa myśli;
- analiza animacji;
- gwiazda pytań;
- 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. Uczniowie zapoznają się z treścią 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 prosi, by uczniowie w parach opracowali mapy myśli związane z tematem. Wybrane pary przedstawiają swoje propozycje, ochotnik zapisuje je na tablicy. Pozostali uczniowie odnoszą się do odnotowanych sugestii, uzupełniając je o swoje pomysły.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Animacja”).** Uczniowie zapoznają się z materiałem udostępnionym przez nauczyciela. Następnie weryfikują i ewentualnie uzupełniają swoje mapy myśli.

- 2. Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Objasnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają opracować zagadnienie neurohormonalnej kontroli czynności pęcherza moczowego u człowieka, odpowiadając na pytania widniejące na schemacie. Następnie każdy zespół dopisuje piąte pytanie i daje je do rozwiązania innej grupie. Nauczyciel sprawdza wykonanie zadania, podchodząc do każdej grupy. Koryguje ewentualne błędy. Wybrani przez nauczyciela uczniowie kolejno prezentują wyniki prac swojego zespołu.
- 3. Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 7 i 8 (odnoszące się do tekstów źródłowych, dotyczące objawów zaburzeń oddawania moczu) w sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie wykonują ćwiczenie nr 5 (polegające na uzupełnieniu tekstu dotyczącego procesu oddawania moczu) z sekcji „Sprawdź się”. Chętne osoby prezentują swoją odpowiedź.
2. Nauczyciel omawia pracę uczniów na lekcji pod kątem zaangażowania w dyskusję, jakości opracowanych materiałów i współpracy w grupie.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 4 oraz 6 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.

Plik o rozmiarze 385.71 KB w języku polskim

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

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