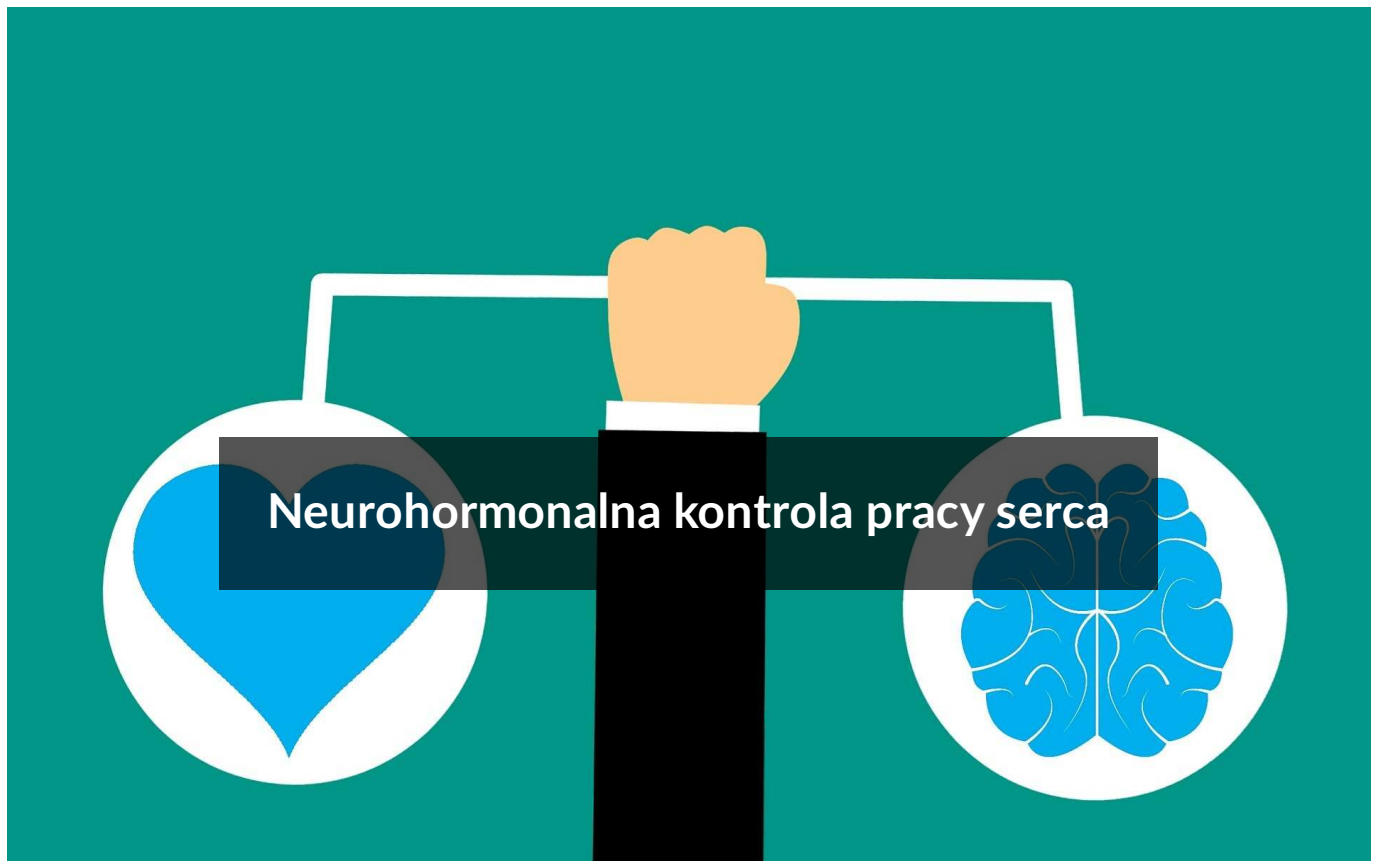


Neurohormonalna kontrola pracy serca

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



Neurohormonalna kontrola pracy serca jest skomplikowanym mechanizmem angażującym wiele innych narządów.

Źródło: mohamed_hassan, Pixabay, domena publiczna.

Czynność serca jest regulowana zarówno na drodze nerwowej, jak i hormonalnej. Ośrodki zlokalizowane w rdzeniu przedłużonym odpowiedzialne są za zmianę częstości pracy serca. Działają one dzięki specjalnym przekaźnikom (mediatorom), które są hormonami. Zwykła sytuacja stresowa lub wysiłek fizyczny powodują uruchomienie w naszym organizmie procesów prowadzących do zmiany czynności serca i utrzymania krążenia krwi na odpowiednim poziomie.

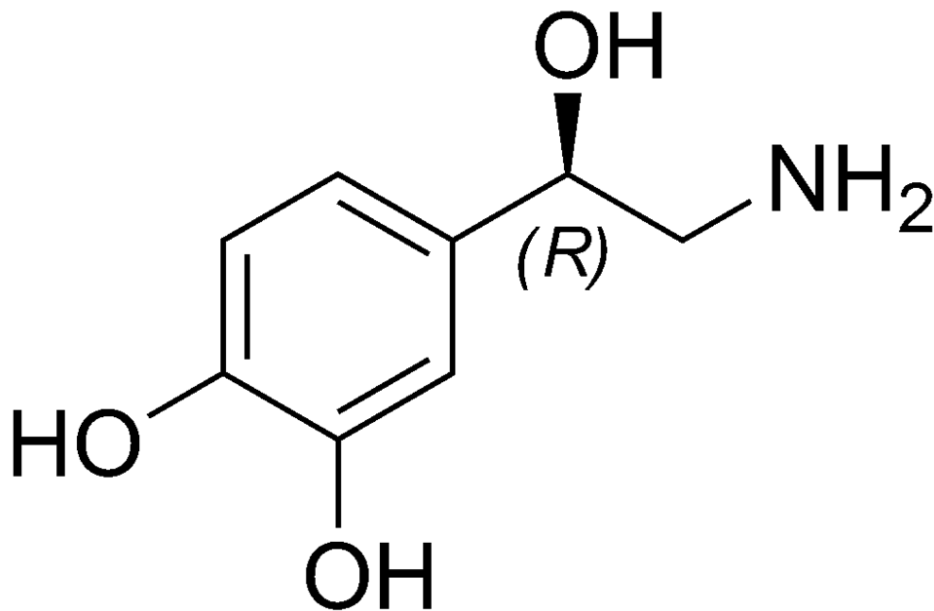
Twoje cele

- Wyjaśnisz zasadę działania ośrodka przyspieszającego pracę serca.
- Wyjaśnisz zasadę działania ośrodka zwalniającego pracę serca.
- Scharakteryzujesz hormony zwalniające i przyspieszające pracę serca.
- Wskażesz jony zwalniające i przyspieszające pracę serca.

Przeczytaj

Ośrodek przyspieszający pracę serca

Ośrodek przyspieszający pracę serca znajduje się w części piersiowej rdzenia kręgowego. Działa on za pośrednictwem [włókien współczulnych](#) i powoduje uwalnianie z zakończeń pozazwojowych neuroprzekaźnika, jakim jest [noradrenalina](#). Powoduje ona przyspieszenie pracy serca. Pod wpływem noradrenaliny serce kurczy się z większą częstotliwością.

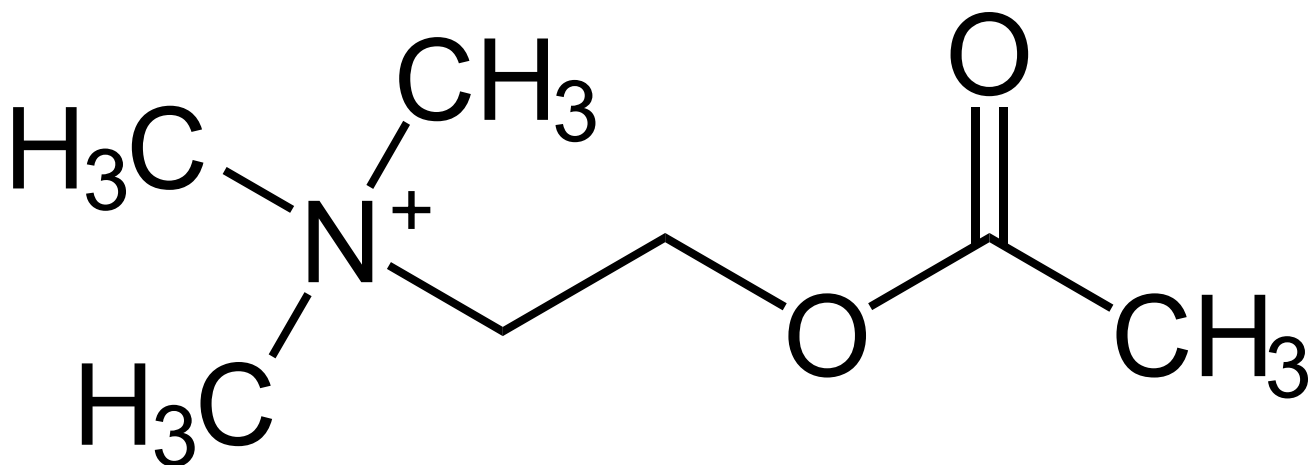


Budowa cząsteczki noradrenaliny.

Źródło: *Cacycle*, Wikimedia Commons, domena publiczna.

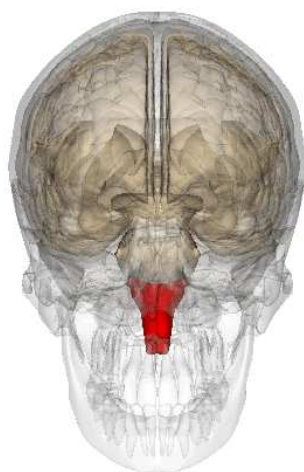
Ośrodek zwalniający pracę serca

Ośrodek zwalniający pracę serca również znajduje się w rdzeniu przedłużonym. Ośrodek ten działa poprzez [włókna przywspółczulne](#) i powoduje uwalnianie z zakończeń pozazwojowych neuroprzekaźnika o nazwie [acetylocholina](#). Ten mediator powoduje zwolnienie akcji serca. Acetylocholina sprawia, że serce kurczy się z mniejszą częstotliwością.



Budowa cząsteczki acetylocholiny.

Źródło: NEUROtiker, Wikimedia Commons, domena publiczna.



Model mózgowia człowieka. W rdzeniu przedłużonym (kolor czerwony na modelu) znajdują się ośrodki nerwowe odpowiedzialne za funkcje odruchowe: ośrodek oddechowy, ośrodek ruchowy, ośrodek naczynioruchowy, ośrodek sercowy, ośrodek ssania, ośrodek żucia, ośrodek połykania, a także ośrodki odpowiedzialne za wymioty, kichanie, kaszel, ziewanie oraz wydzielanie potu.

Źródło: *Life Science Databases*, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.0.

Warto wspomnieć, że ośrodek zwalniający pracę serca dominuje w organizmie człowieka nad ośrodkiem przyspieszającym pracę serca. Świadczy o tym fakt, że po wyłączeniu działania obu tych ośrodków dochodzi do istotnego przyspieszenia czynności serca.

Ciekawostka

Substancją, która znosi działanie acetylocholiny, jest **atropina**. Atropina stosowana jest w medycynie w celu przyspieszenia patologicznie zwolnionej czynności serca. Atropina

działa więc antagonistycznie w stosunku do acetylocholiny. Związek ten występuje naturalnie w takich roślinach jak bieleń dziesięciopaliśnik i pokrzywa wilcza jagoda.



Bieleń dziesięciopaliśnik (*Datura stramonium*) - jego liście i nasiona stanowią surowiec zielarski, z którego pozyskuje się między innymi atropinę.

Źródło: bdk, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Hormony przyspieszające czynność serca

Znane są również czynniki przyspieszające pracę serca. Wytwarzana przez rdzeń nadnerczy **adrenalina** działa na pracę serca tak samo jak uwalniana z zakończeń pozazwojowych włókien współczulnych noradrenalina.

Czynniki, takie jak stres, utrata krwi, wysiłek fizyczny czy oziębienie, powodują zwiększenie uwalniania adrenaliny i noradrenaliny, co prowadzi do przyspieszenia czynności serca. Dzięki temu możliwe jest utrzymanie takiego dostarczania krwi do tkanek i narządów, które będzie pokrywać zapotrzebowanie organizmu na tlen i substancje odżywcze, również w sytuacjach, gdy zapotrzebowanie to jest zwiększone. Zapewnia to utrzymanie w organizmie **homeostazy**.

Innym hormonem przyspieszającym pracę serca jest **glukagon**, wytwarzany w komórkach alfa trzustki, oraz produkowana przez tarczycę **tyroksyna**. Glukagon zwiększa częstotliwość rytmu serca poprzez zwiększone wydzielanie amin katecholowych.

Tyroksyna to hormon zwiększający tempo przemian metabolicznych w organizmie, co ma odniesienie także do serca i tempa jego pracy.

Hormony zwalniające czynność serca

Oprócz acetylocholiny istnieją także inne czynniki powodujące spowolnienie pracy serca. Należy do nich **insulina**, produkowana przez komórki beta trzustki. Hormon ten usprawnia transport glukozy do wnętrza komórek. W efekcie dochodzi do stopniowego obniżenia poziomu glukozy we krwi. Glukagon i insulina kojarzone są przede wszystkim z ich wpływem na poziom glukozy we krwi, jednak ich rola obejmuje również wpływ na pracę serca. I w tym przypadku ich działanie jest antagonistyczne (przeciwstawne) – glukagon przyspiesza, natomiast insulina zwalnia czynność serca.

Jony a czynność serca

Warto wspomnieć również o wpływie **jonów potasu, wapnia** oraz **magnezu** na czynność serca.

Potas odgrywa ważną rolę w utrzymaniu gospodarki wodnej oraz w zachowaniu równowagi kwasowo-zasadowej. W organizmie występuje w postaci jonów, które wraz z jonami sodu i chloru tworzą odpowiednie stężenia po obu stronach błony komórkowej. Dzięki takiemu ich rozmieszczeniu odbywa się przewodzenie impulsów nerwowych i praca mięśni, w tym również mięśnia sercowego. Długotrwały spadek poziomu potasu prowadzi do wzrostu ciśnienia krwi i zaburzeń rytmu serca. Zbyt wysoki poziom potasu (**hiperkaliemia**) może skutkować spowolnieniem tętna oraz zaburzeniami rytmu serca, z blokiem i zatrzymaniem akcji serca włącznie.

Wapń jest niezbędny do skurczu serca. Jego niedomiar może skutkować nawet zatrzymaniem pracy serca.

Odpowiednia ilość magnezu w organizmie przyczynia się do wzmocnienia naczyń krwionośnych i obniżenia ciśnienia krwi, co wpływa na efektywność pracy serca. Magnez rozszerza tętnice i chroni przed zawałem. Pomaga regulować poziom wapnia i poprawia wchłanianie potasu. Wpływa na utrzymanie prawidłowego rytmu serca i jest podawany dożylnie w celu zredukowania arytmii.

Słownik

acetylocholina

ester choliny i kwasu octowego; chemiczny przekaźnik impulsów w układzie nerwowym; jest ściśle związana z funkcją układu przywspółczulnego i odpowiedzialna za objawy jego pobudzenia

adrenalina

(epinefryna) hormon i neuroprzekaźnik z grupy amin katecholowych; wytwarzany w rdzeniu nadnerczy, a także w niektórych neuronach ośrodkowego układu nerwowego

hiperkaliemia

stan podwyższonego poziomu potasu (jonów K^+) w surowicy krwi

homeostaza

(gr. *homoíos* – podobny, równy; *stásis* – trwanie) zdolność do utrzymywania stałości środowiska wewnętrznego organizmu

hormon

(gr. *hormao* – rzucam się naprzód, pędzę) substancja chemiczna wytwarzana przez organizm, regulująca procesy chemiczne w komórkach

jon

atom lub grupa atomów, mająca ładunek elektryczny dodatni lub ujemny

noradrenalina

(norepinefryna) amina katecholowa należąca do substancji neuroprzekaźnikowych układu współczulnego oraz ośrodkowego układu nerwowego

rdzeń przedłużony

część mózgowia, w której znajdują się ośrodki kierujące podstawowymi czynnościami życiowymi organizmu, takimi jak oddychanie czy praca serca

włókna przywspółczulne

włókna nerwowe wchodzące w skład autonomicznego układu nerwowego, który unerwia narządy wewnętrzne; większość z nich przebiega w nerwach układu somatycznego (np. z nerwami czaszkowymi – n. III, n. VII, n. IX, n. X)

włókna współczulne

włókna nerwowe wchodzące w skład autonomicznego układu nerwowego regulującego funkcje narządów w znacznej mierze niezależnie od woli, pobudzanego szczególnie w sytuacjach stresowych, przy napięciu emocjonalnym

Animacja

Polecenie 1

Po zapoznaniu się z wywiadem opisz wpływ autonomicznego układu nerwowego na pracę serca. Uwzględnij antagonistyczne działanie jego części współczulnej i przywspółczulnej.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Hfs2aQO>

Neurohormonalna kontrola pracy serca.

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

Film nawiązujący do treści materiału.

Polecenie 2

Opisz działanie oraz wskaż miejsce syntezy hormonów odpowiedzialnych za przyspieszanie akcji serca.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij tabelę dotyczącą ośrodków zwalniających i przyspieszających pracę serca, wybierając prawidłowe sformułowania spośród podanych poniżej propozycji.

Umiejscowienie, Pośredniczący układ autonomiczny, Aktywacja, Główny przekaznik, Dominacja

Ośrodek		Przyspieszający pracę serca		Zwalniający pracę serca
Umiejscowienie				
Pośredniczący układ autonomiczny				
Aktywacja				
Główny przekaznik				
Dominacja				

Ćwiczenie 2



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Odpowiednia regulacja pracy serca oraz całego organizmu jest możliwa dzięki współpracy układu nerwowego i hormonalnego.	☐	☐
Układ hormonalny wykazuje znacznie szybsze efekty działania niż układ nerwowy.	☐	☐
Utrata krwi, wysięk fizyczny czy wyziębienie powodują wydzielanie acetylocholiny w celu zwolnienia pracy serca i zmniejszenia jego obciążenia w tych niekorzystnych warunkach.	☐	☐
Po obfitym posiłku z powodu wydzielenia dużej ilości insuliny czynność serca może być przejściowo zwolniona.	☐	☐

Ćwiczenie 3



Poniżej przedstawiono nazwy hormonów oraz innych cząsteczek regulujących pracę serca. Zaznacz wszystkie te, które przyspieszają jego pracę.

☐ jony wapnia

☐ glukagon

☐ adrenalina

☐ acetylocholina

☐ insulina

☐ jony potasu

☐ tyroksyna

Ćwiczenie 4



Przypisz acetylocholinie i noradrenalinie odpowiednie z podanych poniżej sformułowań.

Acetylocholina

Działanie tropowe dodatnie – przyspiesza pracę serca.

Działa antagonistycznie względem adrenaliny.

Noradrenalina

Główny neuroprzekaźnik układu przywspółczulnego.

Uwalniana w zakończeniach włókien współczulnych.

Działa antagonistycznie do acetylocholiny.

Syntetyzowana w neuronach cholinergicznym.

Syntetyzowana w rdzeniu nadnerczy.

Działanie tropowe ujemne – zwalnia pracę serca.

Ćwiczenie 5



Uzupełnij poniższy tekst, wybierając prawidłowe sformułowania spośród podanych poniżej propozycji.

Oprócz hormonów i neuroprzekaźników duży wpływ na czynność pracy serca mają też jony – ich w organizmie człowieka. Najważniejsze w tym kontekście są jony . Pierwsze z nich działają synergistycznie do i wpływają na czynności serca. Drugie natomiast, podobnie jak mediatory układu , powodują pracy serca.

Zaburzenia gospodarki jonowo-elektrolitowej w ciele człowieka mogą zakłócać pracę serca. Mogą wystąpić .

Najcięższym z zaburzeń, mogącym mieć bardzo poważne skutki, jest . Wynikające z niej zwolnienie pracy serca może skutkować .

Substancją wykorzystywaną w medycynie do przyspieszenia patologicznie zwolnionej czynności serca jest . Występuje ona i możemy ją pozyskać na przykład z .

hipoproteinemia

przywspółczulnego

zwolnienie

potasu i wapnia

na skutek nieprawidłowej podaży jonów, zaburzenia ich usuwania z organizmu lub przesunięć

kwas acetylosalicylowy

stężenie i miejsce występowania

stężenie bezwzględne

pokrzyka wilcza jagoda

nadciśnieniem tętniczym i bólami głowy

chlorku i magnezu

jedynie syntetycznie

destylacji alkoholu etylowego

współczulnego

acetylocholinę

naturalnie w roślinach

atropina

zupelnym zatrzymaniem pracy serca i zgonem

przyspieszenie

hiperkaliemia

jedynie u osób przewlekłe chorych

adrenaliny



Unerwienie przywspółczulne układu sercowo-naczyniowego stanowią włókna nerwu błędnego. Stymulacja receptorów muskarynowych przez acetylocholinę powoduje hiperpolaryzację błony komórek P węzła zatokowego. (...) Włókna adrenergiczne są włóknami pozazwojowymi zwojów gwiaździstych oraz zwojów piersiowych rdzenia kręgowego. (...) Noradrenalina, będąca neuroprzekaźnikiem w układzie współczulnym, działa na receptory β_1 sercowe oraz receptory α zlokalizowane w większości w naczyniach. Stymulacja adrenergiczna wywołuje efekt w postaci przyspieszenia rytmu serca i przewodzenia oraz zwiększenia jego pobudliwości.

Źródło: Katarzyna Pawlak-Buś, Marianna Kołodziejczyk-Feliksik, Piotr Czerwiński-Mazur, Jerzy Moczko, Lucyna Kramer, Elżbieta Nikisch i Tomasz Siminiak, Zmienność rytmu zatokowego – interpretacja patofizjologiczna i metodologia pomiarów, Via Medica 2003, tom 10, nr 6, 719–726, ISSN 1507–4145.

Na podstawie przedstawionego testu wybierz wszystkie prawidłowe stwierdzenia.

☐

Adrenalina w większym stopniu niż noradrenalina będzie wpływała na naczynia obwodowe niż na serce.

☐

Pobudzenie receptorów muskarynowych daje efekt antagonistyczny do pobudzenia sercowych receptorów β_1 i α .

☐

Noradrenalina w większym stopniu niż adrenalina będzie wpływała na serce.

☐

Nerw błędny uwalnia na swoich zakończeniach adrenalinę i noradrenalinę.

☐

Mimo swojego podobieństwa adrenalina i noradrenalina w pewnym stopniu różnią się od siebie wpływem wywieranym na całość układu sercowo-naczyniowego.

☐

Hiperpolaryzacja błony komórek P węzła zatokowego zmniejsza jego pobudliwość, co spowalnia czynność serca.



Baroreceptory (BR) tętnicze są jednym z elementów układu sprzężenia zwrotnego pomiędzy układem nerwowym a układem sercowo-naczyniowym, którego zadaniem jest utrzymanie względnie stabilnych wartości ciśnienia tętniczego (BP). Baroreceptory zlokalizowane w ścianach tętnic szyjnych i aorty odbierają bodźce związane z rozciąganiem ścian naczyń, będące efektem zmian systemowego BP. Proces przepływu informacji obejmuje szereg poziomów ośrodkowego układu nerwowego (...). W końcowym etapie modulacji układu sercowo-naczyniowego biorą udział neurony istoty szarej rdzenia kręgowego oraz włókna nerwowe w obrębie nerwu błędnego. Wzrost BP, poprzez aktywację BR, powoduje aktywację układu przywspółczulnego, z jednoczesnym zahamowaniem odpowiedzi współczulnej (...).

Źródło: Emilia Sopolińska, Paweł Krzesiński, Katarzyna Piotrowicz, Grzegorz Gielerak, Współczesne metody oceny czułości baroreceptorów tętniczych w praktyce klinicznej, www.journals.viamedica.pl.

Na podstawie przedstawionego fragmentu odpowiedz, jaką rolę w organizmie człowieka pełnią baroreceptory? Odpowiedź uzasadnij, przedstawiając ciąg przyczynowo-skutkowy zapoczątkowany wzrostem ciśnienia tętniczego.

**Fragment 1.**

Do czynników zewnętrznych wpływających na HRV (zmiennosc rytmu serca -ang. heart rate variability) można zaliczyć stres i palenie tytoniu. Pagani i wsp. szczegółowo badali interakcje zachodzące w układzie autonomicznym w warunkach stresu. Rodzaj dominującego neuromediatora w zakończeniach nerwowych współczulnych zależy od charakteru sytuacji wywołującej reakcję stresową. Wysiłek czy gniew powodują zwiększone wydzielanie noradrenaliny, natomiast stany lękowe lub napięcie psychiczne podnoszą stężenie adrenaliny. Z tego powodu istnieje różnica w stymulacji odpowiednich receptorów, a co się z tym wiąże, efektów fizjologicznych modulujących zmienność rytmu serca.

Źródło: Katarzyna Pawlak-Buś, Marianna Kołodziejczyk-Feliksik, Piotr Czerwiński-Mazur, Jerzy Moczko, Lucyna Kramer, Elżbieta Nikisch i Tomasz Siminiak, Zmienność rytmu zatokowego – interpretacja patofizjologiczna i metodologia pomiarów, Via Medica 2003, tom 10, nr 6, 719–726, ISSN 1507–4145.

Fragment 2.

Analiza zmienności rytmu serca (ang. heart rate variability – HRV) (...) ocenia aktywność zarówno części współczulnej, jak i przywspółczulnej układu autonomicznego.

Źródło: Olga Sikorska, Katarzyna Szaulińska, Henryk Dudek, Adam Wichniak, Artykuł przeglądowy – Zmienność rytmu serca jako metoda oceny autonomicznego układu nerwowego w wybranych zaburzeniach psychicznych, Adv Psychiatri Neurol 2018; 27 (3): 232-246, www.termedia.pl.

Na podstawie przedstawionych fragmentów oraz własnej wiedzy oceń prawdziwość stwierdzenia: „Wpływ na pracę serca ma jedynie rodzaj przeważającego w danym momencie układu autonomicznego – współczulnego lub przywspółczulnego”. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Neurohormonalna kontrola pracy serca

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Uczeń:
 - 5) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów w obrębie organizmu;
 - 6) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi, rytmy dobowe i sezonowe);
2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.
- 6) Regulacja nerwowa. Uczeń:
 - h) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizację ośrodków tego układu,

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):

- Wyjaśnisz zasadę działania ośrodka przyspieszającego pracę serca.
- Wyjaśnisz zasadę działania ośrodka zwalniającego pracę serca.
- Scharakteryzujesz hormony zwalniające i przyspieszające pracę serca.
- Wskażesz jony zwalniające i przyspieszające pracę serca.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- 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.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Neurohormonalna kontrola pracy serca”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 („Uzupełnij tabelę dotyczącą ośrodków zwalniających i przyspieszających pracę serca, wybierając prawidłowe sformułowania spośród podanych poniżej propozycji”) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla zawartość sekcji „Wprowadzenie”. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają cele lekcji i określają kryteria sukcesu.
2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel, za pomocą dostępnego w panelu użytkownika raportu, sprawdza, którzy uczniowie zapoznali się z udostępnionym e-materiałem i wykonali zadane ćwiczenie. Jeśli odpowiedzi uczniów bardzo się różnią lub ćwiczenie okazało się trudne, nauczyciel omawia je na forum.

Faza realizacyjna:

1. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Objaśnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają opracować zagadnienie neurohormonalnej kontroli pracy

serca, 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.

2. **Praca z multimedium („Animacja”).** Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimedium. Uczniowie odczytują polecenie nr 1 (w którym mają za zadanie opisać wpływ autonomicznego układu nerwowego na pracę serca, uwzględniając antagonistyczne działanie jego części współczulnej i przywspółczulnej) i wykonują je w parach. Następnie dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.
3. Uczniowie wykonują w parach polecenie nr 2 („Opisz działanie oraz wskaż miejsce syntezy hormonów odpowiedzialnych za przyspieszanie akcji serca”). Ochotnicy przedstawiają swoje odpowiedzi na forum klasy.
4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie – na podstawie przedstawionych fragmentów tekstów oraz własnej wiedzy – ocenić prawdziwość stwierdzenia: „Wpływ na pracę serca ma jedynie rodzaj przeważającego w danym momencie układu autonomicznego – współczulnego lub przywspółczulnego”) 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 rozwiązują ćwiczenie nr 2 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: wymyślają trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
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 od 3 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.

Załącznik 1. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 374.84 KB w języku polskim

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

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