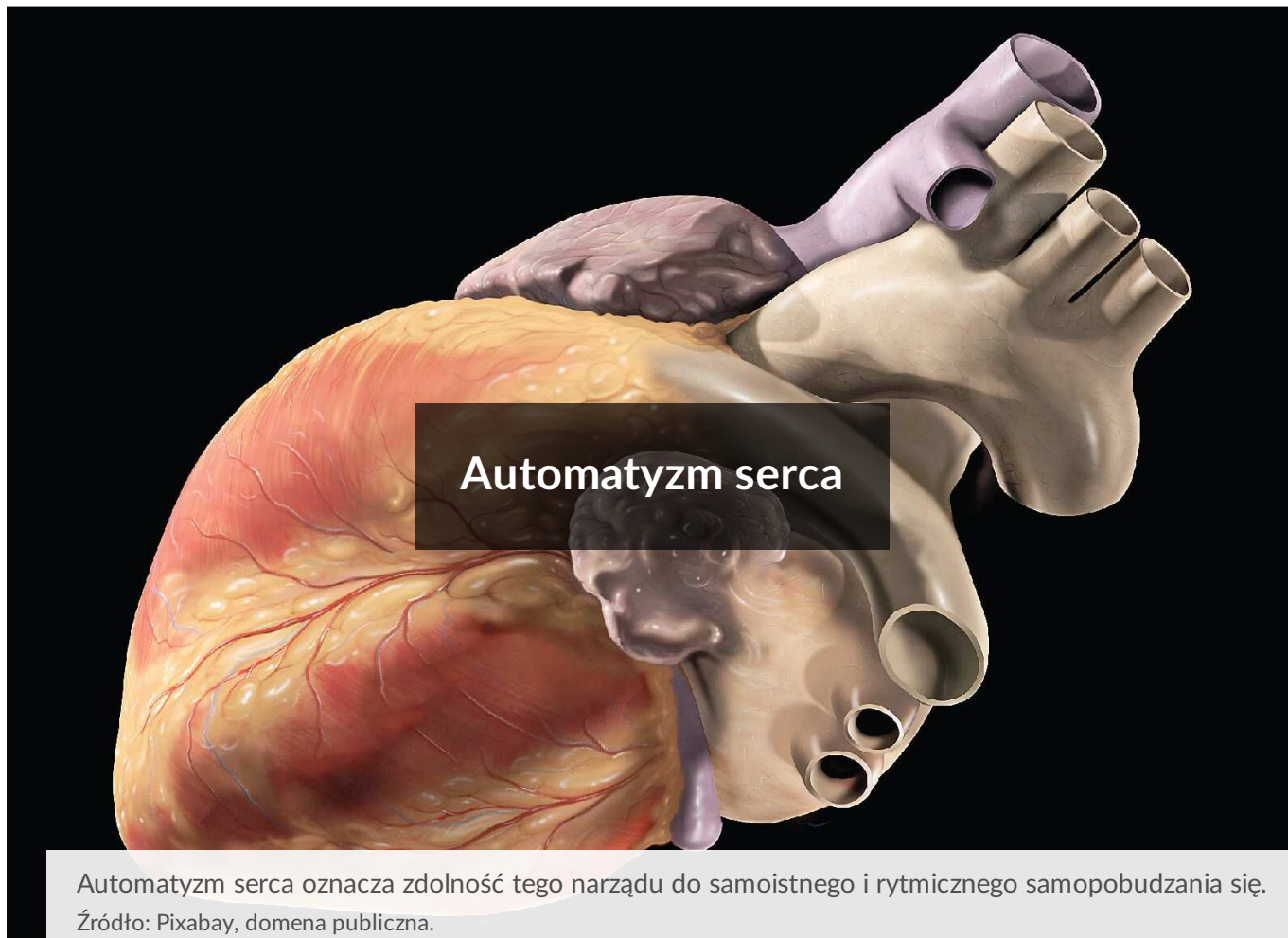


Automatyzm serca

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



Automatyzm serca oznacza zdolność tego narządu do samoistnego i rytmicznego samopobudzenia się.
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Czy wiesz, że ludzkie serce wyjęte z ciała może bić jeszcze nawet przez kilka minut? Właściwość ta, zwana automatyzmem serca, związana jest z samowytwarzaniem przez nie bodźców wywołujących skurcze i rozkurcze. Z niniejszego e-materiału dowiesz się, na czym polega ten mechanizm.

Twoje cele

- Scharakteryzujesz elementy układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca.
- Wyjaśnisz, na czym polega automatyzm serca.
- Przeprowadzisz obserwację skurczu serca.
- Omówisz czasową i stałą sztuczną stymulację serca.

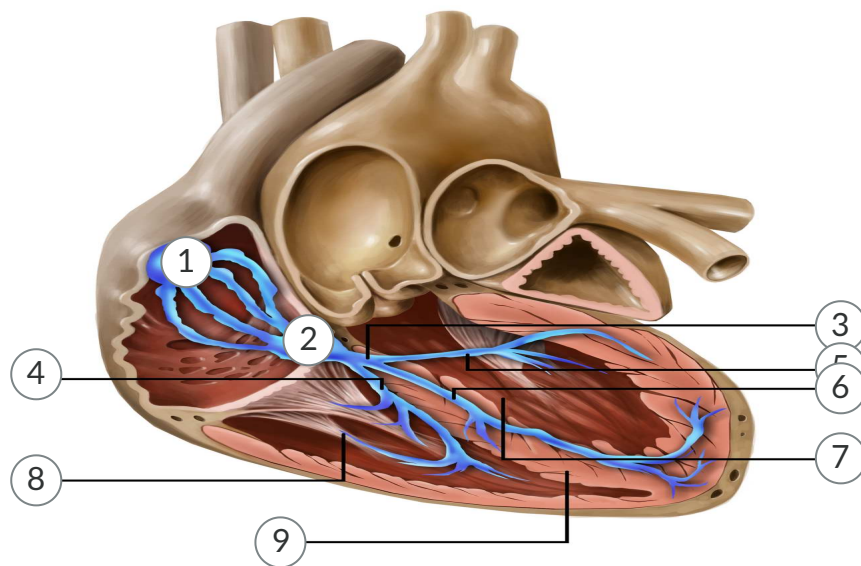
Przeczytaj

Układ bodźcotwórczo-przewodzący serca

Komórki układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca są skupione w strukturach, z których najważniejsze są:

- węzeł zatokowo-przedsionkowy;
- węzeł przedsionkowo-komorowy;
- pęczek Hisa;
- włókna Purkiniego.

Budowę układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca przedstawia poniższa grafika interaktywna.



1

węzeł zatokowo-przedsionkowy

2

węzeł przedsionkowo-komorowy

3

pęczek Hisa

4

prawa odnoga pęczka Hisa

5

lewa odnoga pęczka Hisa

6

wiązka przednia lewej odnogi

7

lewa komora serca

8

prawa komora serca

9

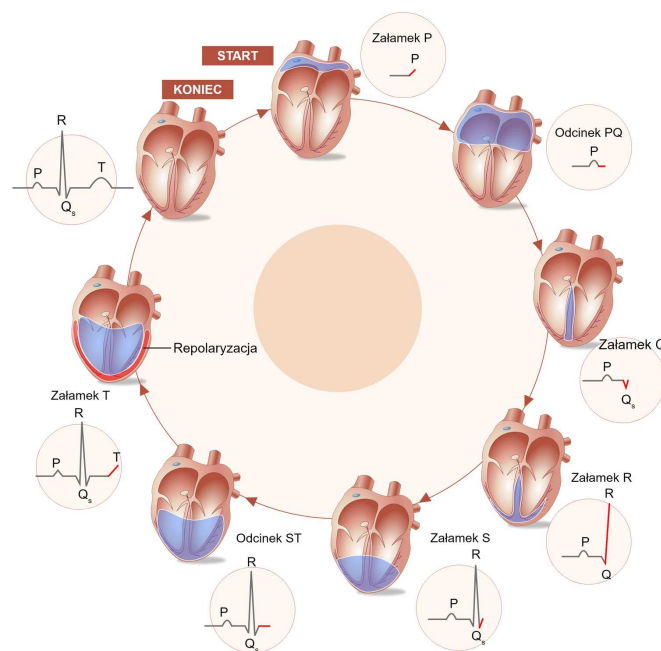
przegroda międzykomórkowa

Układ bodźcotwórczo-przewodzący serca

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

Automatyzm serca

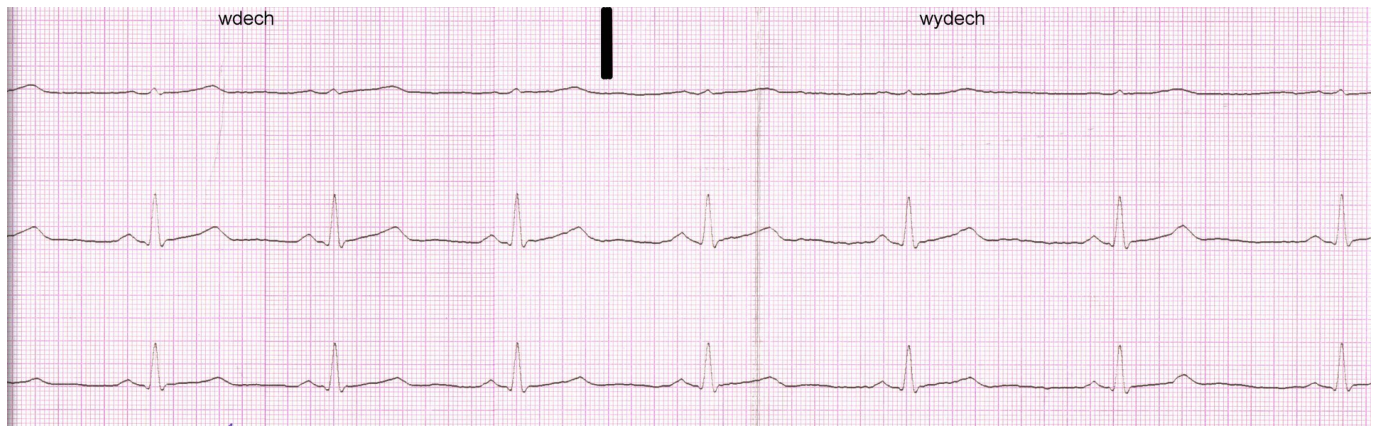
Wyspecjalizowane komórki mięśnia sercowego ok. 70 razy na minutę inicjują i rozprawdzają impulsy, które pobudzają serce do rytmicznego kurczenia się i rozkurczania. Zdolność serca do samowytwarzania bodźców wywołujących skurcze i rozkurcze mięśnia sercowego nosi nazwę **automatyzmu serca**. Zespół zmodyfikowanych komórek mięśniowych, które cechuje zdolność samoistnego, automatycznego inicjowania potencjałów czynnościowych błony komórkowej, nazywamy układem bodźcotwórczo-przewodzącym serca. Dzięki temu układowi serce może pracować jeszcze przez kilka godzin po wyizolowaniu i umieszczeniu go w bogatym w tlen płynie fizjologicznym.



Skurcze inicjowane są w węźle zatokowo-przedsionkowym u ujścia żyły głównej górnej do prawego przedsionka. Powstały impuls (na schemacie zaznaczony kolorem niebieskim) przemieszcza się, powodując skurcz przedsionków. Dalej przechodzi przez węzeł przedsionkowo-komorowy, skąd przesuwają się pęczkiem Hisa do rozgałęziających się w obu komorach włókien Purkiniego. Następuje skurcz komór.

Do oceny elektrycznych czynności serca stosuje się metodę diagnostyczną zwaną elektrokardiografią. Polega ona na rejestracji prądów lub różnic potencjałów czynnościowych mięśnia sercowego, które – po odebraniu ich przez układ elektrod przyłożonych w określonych miejscach do ciała badanego pacjenta – są wzmacniane w specjalnym aparacie – **elektrokardiografie**, i rejestrowane w formie krzywych, dających **elektrokardiogram** (EKG). Szereg układów rozmieszczenia elektrod pozwala na uchwycenie zmian czynności serca we wszystkich jego punktach. Krzywa EKG wykazuje charakterystyczne załamki (oznaczone P, Q, R, S, T). Zmiany kształtu i odległości między poszczególnymi załawkami pozwalają na wnioskowanie o stanie mięśnia sercowego i jego ukrwieniu oraz sposobie przewodzenia pobudzeń. EKG umożliwia precyzyjną interpretację wyników innych badań serca, np. hemodynamicznych, izotopowych, USG itp.

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



Elektrokardiogram (EKG) zdrowego mężczyzny. Na wydruku zaznaczono wdech i wydech.

Za odkrycie mechanizmu powstawania elektrokardiogramu W. Einthoven otrzymał w 1924 Nagrodę Nobla.

Źródło: Novic84, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Szybkość przewodzenia impulsu

Szybkość przewodzenia impulsu zmienia się w kolejnych odcinkach układu bodźcotwórczo-przewodzącego. W węzle zatokowo-przedsionkowym wynosi ok. 1 m/s, a na końcach włókien Purkiniego dochodzi nawet do 2 m/s. Impuls najwolniej rozchodzi się w węzle przedsionkowo-komorowym – ok. 0,05 m/s. Zmniejszenie szybkości przewodzenia w tym odcinku wynika z tego, że docierające tu pobudzenie musi pokonać strefę graniczną. Tworzą ją rozgałęzione włókna mięśniowe związane z tkanką łączną otaczającą węzeł. To wyhamowanie szybkości impulsu powoduje, że komory kurczą się później niż przedsionki.

Rola węzła zatokowo-przedsionkowego

Uszkodzenie węzła zatokowo-przedsionkowego powoduje uaktywnienie drugorzędowych ośrodków pobudzania. W pierwszej kolejności jego rolę przejmuje węzeł przedsionkowo-komorowy. Częstotliwość generowania impulsów jest tu mniejsza niż w przypadku węzła zatokowo-przedsionkowego (około 50 skurczów na minutę). W dalszej kolejności strukturami pobudzającymi serce do skurczu są włókna Purkiniego, zaś ostatnim ośrodkiem zdolnym do wytworzenia impulsu są **kardiomiocyty**. Częstotliwość generowania impulsów przez te komórki to około 30 skurczów na minutę.

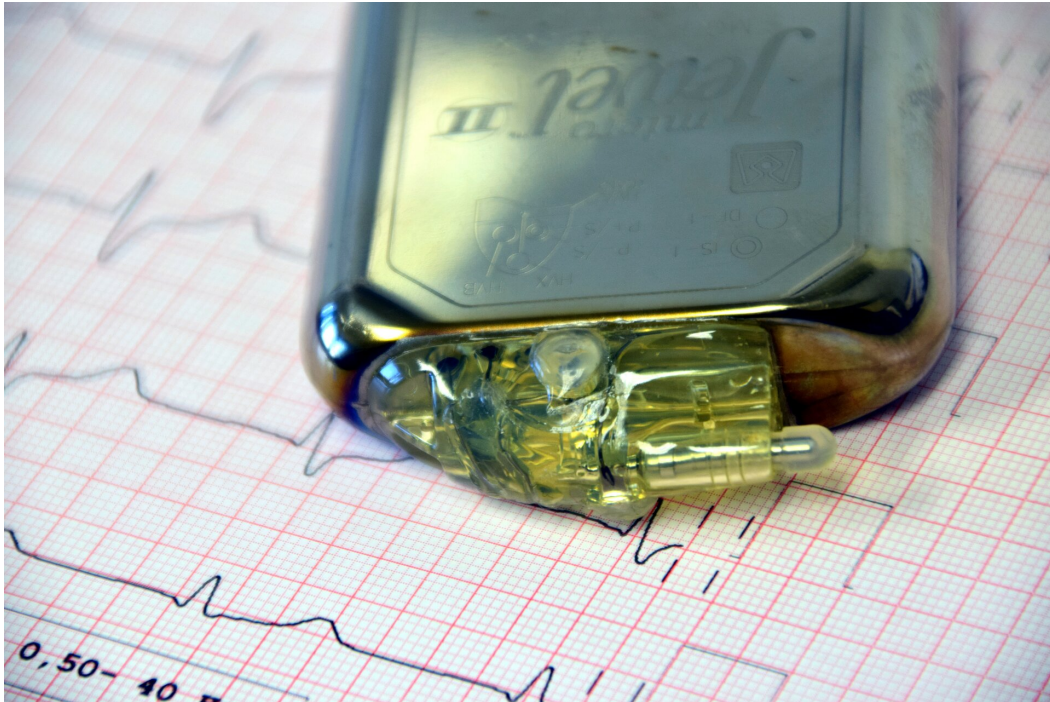
Nieprawidłowości związane z powstaniem nieodpowiedniego impulsu bądź z zaburzeniami jego przekazywania prowadzą do arytmii (zaburzenia rytmu serca) lub zwolnionej pracy serca.

Sztuczna stymulacja serca

W przypadku gdy własny układ bódźcotwórczo-przewodzący nie funkcjonuje prawidłowo, niezbędna jest **sztuczna stymulacja serca**, czyli przejęcie rytmu serca przez aparaturę wytwarzającą bodźce elektryczne.

Taka stymulacja może być:

- czasowa;
- stała (przy użyciu [rozzrusznika](#)).



Rozrusznik serca.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Stymulacja czasowa

W **stymulacji czasowej** rozrusznik (zwany też stymulatorem) pozostaje poza organizmem – do przedsionka lub komory wprowadza się samą elektrodę. Stymuluje ona odpowiedni fragment układu bódźcotwórczo-przewodzącego, w którym powstał blok lub inne zaburzenie rytmu (np. częstoskurcz). Taką stymulację czasową wprowadza się w określonych stanach klinicznych, np. po świeżym zawałe serca, gdzie w wyniku powstałej martwicy, a potem blizny mięśnia sercowego tworzy się przeszkoda w przewodzeniu bodźców.

Stymulacja stała

Stymulacja stała polega zaś na wszczepieniu rozrusznika na stałe – w okolicy nad lewą piersią pod powłokami ciała i warstwą mięśni. Zabieg taki wykonuje się po stwierdzeniu zaburzenia rytmu serca, które zagraża życiu pacjenta (takiego jak bardzo duże zwolnienie pracy serca – bradykardia). Najczęściej stosuje się rozruszniki, które są sterowane własnym rytmem komór. Elektroda stymulująca pełni w tym przypadku jednocześnie funkcję

czujnika, który przekazuje bodźce elektryczne z komór do wnętrza rozrusznika. W takich przypadkach generowanie sztucznych bodźców ma miejsce „na żądanie”, tj. wtedy, gdy organizm faktycznie tego potrzebuje (np. gdy konieczne jest przyspieszenie rytmu serca w czasie wzmożonego wysiłku). Rozruszniki są zaopatrzone we własne źródło energii i mogą nieprzerwanie pracować przez kilka lat bez konieczności ich wymiany.

Ocenia się, że w Polsce żyje ponad 150 tys. osób z rozrusznikiem serca. Rocznie wykonuje się ok. 17 tysięcy wszczepień stymulatorów i liczba ta ciągle rośnie.

Słownik

kardiomiocyty

komórki mięśniowe serca

pęczek Hisa

element układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca; przewodzi impuls z węzła przedsionkowo-komorowego do przegrody międzykomorowej oraz do mięśnia prawej i lewej komory

rozzrusznik serca

aparat wytwarzający bodźce elektryczne sztucznie pobudzające mięsień sercowy

główny narząd układu krwionośnego zbudowany z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej; działa jak pompa ssąco-tłocząca i wymusza krążenie krwi w naczyniach krwionośnych

węzeł przedsionkowo-komorowy

tkanka mięśnia sercowego, która odbiera bodźce od węzła zatokowo-predsionkowego i przewodzi je do komór serca

węzeł zatokowo-predsionkowy

nadrzędny ośrodek układu bodźcotwórczo-przewodzącego; znajdują się w nim wyspecjalizowane komórki mające zdolność do spontanicznych wyładowań, które rozpoczynają każdy cykl pracy serca

włókna Purkiniego

zmodyfikowane komórki mięśniowe układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca; odpowiadają za rozprowadzanie pobudzenia w ścianach komór serca

Symulacja interaktywna

Układ bodźcotwórczo-przewodzący serca (automatyzm serca)

Czy wiesz, że w laboratorium można zaobserwować rytmiczne skurcze w tkance, która została pobrana z serca i umieszczona na szalce? Jest to możliwe dzięki obecności komórek samopobudzających, które mogą kurczyć się i rozkurczać bez sygnałów z układu nerwowego. Ta właściwość nosi nazwę automatyzmu serca. Poniższa symulacja pozwoli ci ją zrozumieć.

Symulacja 1

Kliknij na węzeł zatokowo-przedsionkowy i obserwuj symulację propagacji impulsów w układzie bodźcotwórczo-przewodzącym serca.



Kliknij na węzeł zatokowo-przedsionkowy i obserwuj propagację impulsów w układzie bodźcotwórczo-przewodzącym serca.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DTmWGoyOo>

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o. na podstawie materiału źródłowego zakupionego w ramach serwisu: www.turbosquid.com. Jakiemukolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na przywołanej stronie internetowej., tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Polecenie 1

Polecenie 2

Polecenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



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

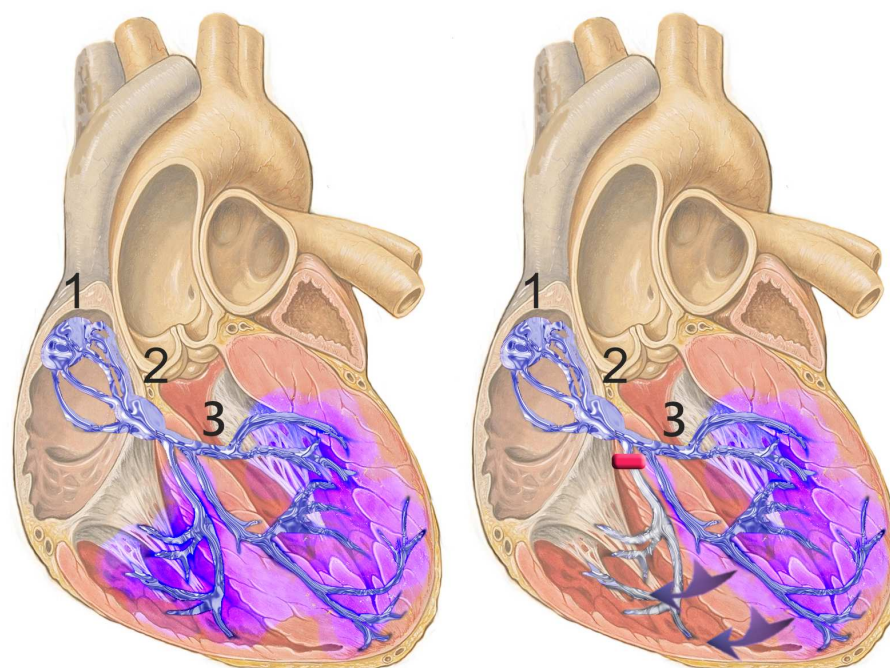
Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Poniższe ilustracje przedstawiają układ przewodzenia elektrycznego serca: prawidłowy (z lewej) oraz w bloku prawej odnogi pęczka Hisa (z prawej).



Układ przewodzenia elektrycznego serca: prawidłowy (z lewej) oraz w bloku prawej odnogi pęczka Hisa (z prawej).

1 – węzeł zatokowo-przedsionkowy; 2 – węzeł przedsionkowo-komorowy; 3 – pęczek Hisa.

Kolorem czerwonym schematycznie przedstawiono blokadę prawej odnogi pęczka Hisa a kolorem fioletowym impuls elektryczny. Ciemnofioletowe strzałki wskazują kierunek przemieszczania się impulsu elektrycznego.

Źródło: J. Heuser, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 2.5.

Ćwiczenie 8



Źródło: Jer5150, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Autor: Zuzanna Szewczyk

Przedmiot: Biologia

Temat: Automatyzm serca

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.

4. Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

1) przedstawia automatyzm pracy serca;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

3) Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

q) przedstawia automatyzm pracy serca,

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):

- Scharakteryzujesz elementy układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca.
- Wyjaśnisz, na czym polega automatyzm serca.
- Przeprowadzisz obserwację skurczu serca.
- Omówisz czasową i stałą sztuczną stymulację serca.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- dyskusja;
- ćwiczenia interaktywne;
- obserwacja.

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;
- arkusze papieru A1, flamastry.

Przebieg lekcji

Faza wstępna

1. Nauczyciel prosi chętnych uczniów o przypomnienie budowy i działania serca. Klasa ocenia poprawność ich odpowiedzi, koryguje lub uzupełnia je.
2. Nauczyciel wprowadza uczniów w temat lekcji, nawiązując do zagadnień opisanych w tekście otwierającym e-materiał.
3. Nauczyciel krótko omawia przebieg lekcji i przedstawia jej cele.

Faza realizacyjna

1. Uczniowie zapoznają się z treścią e-materiału w sekcji „Przeczytaj” i symulacją interaktywną. Nauczyciel prosi wybraną osobę o wyjaśnienie, jak przebiega inicjacja

skurczu serca.

2. Nauczyciel dzieli klasę na cztery grupy. Zespoły na podstawie informacji zawartych w e-materiale opracowują w postaci mapy myśli następujące zagadnienia:
 - o grupa I i II – automatyzm serca;
 - o grupa III i IV – sztuczna stymulacja serca.
3. Grupy wybierają po dwóch ekspertów, którzy najlepiej opanowali wiedzę nt. przypisanych zagadnień. Następnie eksperci zamieniają się grupami: I z III, a II z IV. Zadaniem ekspertów jest przekazanie zdobytych informacji. Czas na wykonanie zadania nie powinien przekroczyć 10 min. Po upływie wyznaczonego czasu eksperci wracają do swoich grup.
4. Uczniowie, pracując w parach, wykonują ćwiczenia interaktywne nr 7 („Na podstawie ilustracji wyjaśnij, na czym polega blok prawej odnogi pęczka Hisa”) i 8 („Czy poniższe EKG jest prawidłowe? Odpowiedź uzasadnij”). Nauczyciel monitoruje pracę uczniów, w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowe rozwiązanie.

Faza podsumowująca

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie interaktywne nr 6 (dotyczące układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca). Następnie przygotowują podobne zadanie (typu „prawda/fałsz”) dla osoby z pary. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel ocenia zaangażowanie uczniów podczas zajęć.

Praca domowa

Wykonaj polecenia nr 1 i 2 do symulacji interaktywnej.

Materiały pomocnicze Neil A. Campbell i in., *Biologia Campbella*, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania symulacji interaktywnej

Symulacja interaktywna może zostać wykorzystana w fazie podsumowującej lekcję. Można ją również wykorzystać na lekcji dotyczącej budowy i działania serca.