

Krążenie wieńcowe

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



Krążenie wieńcowe

Wszystkie tkanki naszego organizmu zaopatrywane są w tlen dzięki nieustannemu pompowaniu krwi przez mięsień sercowy. Do swojej pracy narząd ten również potrzebuje tlenu, dlatego też posiada tzw. krążenie wieńcowe, zaopatrujące ściany serca w krew.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Mięsień sercowy, tak jak każdy inny narząd, do funkcjonowania potrzebuje tlenu i substancji odżywczych. Ze względu na konieczność nieprzerwanej i intensywnej pracy zwykła dyfuzja tlenu z krwi wypełniającej jamy serca do komórek mięśnia sercowego nie byłaby w stanie dostarczyć wystarczającej ilości tego pierwiastka. W celu zapewnienia stałego dopływu krwi do ściany serca w toku ewolucji wykształcił się układ krążenia wieńcowego. Sieć naczyń wieńcowych dostarcza tlen i substancje odżywcze do miocytów serca oraz odprowadza z nich dwutlenek węgla i uboczne produkty metabolizmu.

Twoje cele

- Przedstawisz, w jaki sposób układ wieńcowy wpływa na pracę serca.
- Opiszysz anatomię układu wieńcowego.
- Wyjaśnisz wybrane procesy fizjologiczne krążenia wieńcowego.

Przeczytaj

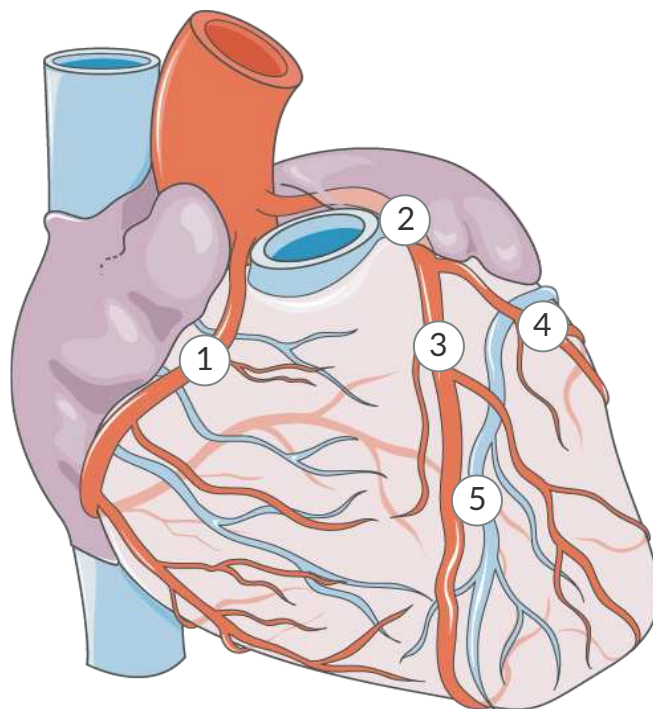
Dlaczego serce musi korzystać z dodatkowego źródła ukrwienia, skoro ciągle wypełnione jest przepływającą przez nie krwią?

Serce jest narządem, którego ciągła funkcja, jaką jest pompowanie krwi, wymaga sprawnego i wydajnego systemu zasilania w energię w postaci [ATP](#). Choć narząd ten waży średnio 270 g u kobiet i 320 g u mężczyzn, co stanowi jedynie ok. 0,4% masy ciała, zużywa ok. 30 ml tlenu na minutę, czyli prawie 10% tlenu pobranego podczas wymiany gazowej w płucach. Porównując zapotrzebowanie serca na tlen z innym intensywnie pracującym narządem – mózgiem, który stanowi 2% masy ciała i zużywa 20%, możemy wyliczyć, że zapotrzebowanie na tlen mięśnia sercowego wynosi 0,1 ml/g/min, natomiast mózgu – 0,06 ml/g/min. Widzimy więc, że stosunkowo niewielki narząd, jakim jest serce, ma ogromne zapotrzebowanie na tlen. Serce wykorzystuje go do oddychania wewnątrzkomórkowego tlenowego, aby zapewnić sobie energię do pracy. Zarówno w stanie spoczynku naszego organizmu, jak i maksymalnej aktywności zapotrzebowanie serca na tlen musi być całkowicie zaspokojone, aby praca serca nie uległa przerwaniu. Zadanie to jest spełniane właśnie przez **układ wieńcowy**, którego naczynia muszą zaopatrzyć w krew każdy fragment [miokardium](#), a ich dysfunkcja w konsekwencji może powodować bóle, zawał oraz zgon.

Anatomia układu wieńcowego

Naczynia zaopatrujące serce w krew tworzą charakterystyczny wzór, który kojarzył się anatomom badającym ten narząd z wieńcem okalającym głowę. Z tego względu nazwano je wieńcowymi, od łacińskiego słowa *corona*, czyli „wieniec”. Głównymi

naczyniami wchodzącymi w skład układu krążenia wieńcowego są **dwie tętnice nasierdziowe**, położone w zewnętrznej warstwie serca ([nasierdziu](#)). Odchodzą one nad płatkami półksiężycowatymi prawym i lewym od rozszerzonego początku aorty, zwanego opuszką. Od dwóch głównych tętnic wieńcowych odchodzą naczynia, które tworzą liczne, coraz mniejsze rozgałęzienia, sięgające w głąb [wsierdzia](#). Lewa tętnica wieńcowa dzieli się na **gałąź międzykomorową przednią** i **gałąź okalającą**, natomiast od prawej tętnicy wieńcowej odchodzą **gałąź międzykomorowa tylna** i **gałąź brzeżna prawa**. Ostatnim elementem dostarczającym krew w układzie wieńcowym są **tętniczki i naczynia włosowate**, które zaopatrują każdy fragment mięśnia sercowego. Na skutek intensywnej pracy komórek mięśniowych serca do krwi trafiają dwutlenek węgla i inne produkty przemian metabolicznych. Odtlenowana krew odprowadzana jest z układu wieńcowego przez żyły wieńcowe do zatoki wieńcowej.



1

Prawa tętnica wieńcowa

2

Lewa tętnica wieńcowa

3

Gałąź międzykomorowa przednia lewej
tętnicy wieńcowej

4

Gałąź okalająca lewej tętnicy wieńcowej

5

Żyła wielka serca

Krążenie wieńcowe serca.

Źródło: Servier Medical Art HEART

VASCULARIZATION, Wikimedia Commons, licencja:

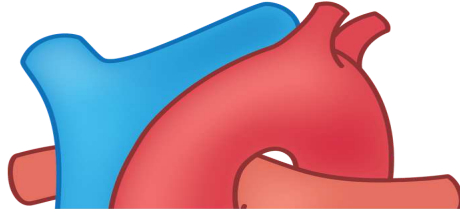


Krążenie wieńcowe odbywa się w bardzo licznych naczyniach. Ilustracja przedstawia model wypreparowanych naczyń wieńcowych z zaznaczeniem zaopatrzenia serca przez lewą tętnicę wieńcową (na czerwono) i prawą tętnicę wieńcową (na żółto). Dzięki tej sieci możliwe jest też powstanie krążenia obocznego, w wyniku zatoru w którymś z naczyń.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Odmiany anatomiczne tętnic wieńcowych

Większość populacji ludzkiej ma **dwie tętnice wieńcowe**, które **równomiernie** zaopatrują mięsień sercowy w krew. Występują też jednak pewne odmiany anatomiczne krążenia wieńcowego. U części osób (szacuje się, że u ok. 15%) lewa tętnica zaopatruje w krew większy obszar serca. W niektórych przypadkach występuje pojedyncza tętnica wieńcowa, która dostarcza krew zarówno do lewej, jak i prawej części serca. Innym wariantem anatomicznym układu wieńcowego może być obecność dodatkowej tętnicy wieńcowej. Występowanie pojedynczej lub dodatkowej tętnicy wieńcowej jest stosunkowo rzadkie (0,6–1,3%) i traktowane jako anomalia rozwojowa.



1

3

2

4

1

Prawa tętnica wieńcowa

2

Lewa tętnica wieńcowa

3

Żyła wielka serca

4

Gałęzie lewej tętnicy wieńcowej

Główne naczynia wieńcowe odchodzą od aorty, następnie stopniowo się rozgałęziają, umożliwiając dotarcie krwi do każdego fragmentu mięśnia sercowego.

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

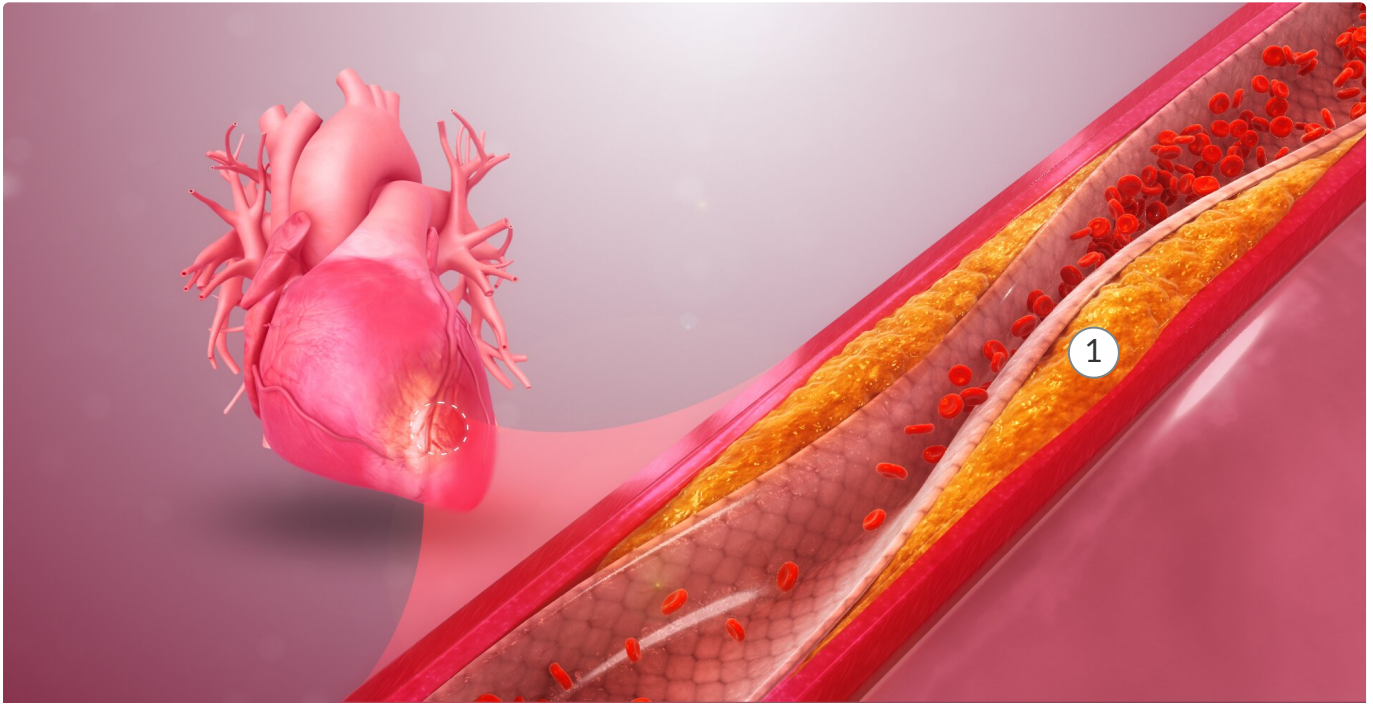
Tętnica wieńcowa lewa zaopatruje w krew:	Tętnica wieńcowa prawa zaopatruje w krew:
• ściany lewego przedsionka • ściany lewej komory • mięśnie brodawkowate komory lewej • $\frac{2}{3}$ przegrody międzykomorowej • węzeł zatokowo-predsionkowy u 40% osób	• ściany prawego przedsionka • ściany prawej komory • mięśnie brodawkowate komory prawej • $\frac{1}{3}$ przegrody międzykomorowej • węzeł zatokowo-predsionkowy u 60% osób

Fizjologia krążenia wieńcowego

Układ wieńcowy ma za zadanie przetaczać krew zgodnie z zapotrzebowaniem energetycznym serca, które ulega ciągłym skurczom i rozkurczom. Fizjologia pracy serca wymaga stałego dopływu substancji odżywczych i tlenu do [kardiomiocytów](#). [Ciśnienie perfuzyjne](#) układu wieńcowego związane jest z ciśnieniem w aorcie i ciśnieniem w przedsionku prawym. W obu przypadkach ciśnienia te są praktycznie stałe, co zapewnia stabilność ciśnienia perfuzyjnego w naczyniach wieńcowych. Przepływ wieńcowy uzależniony jest od średnicy naczyń, nacisku wywieranego zewnętrznie na ściany naczyń i od ich [tonusu](#) wewnętrznego. Podobnie jak w innych naczyniach układu krążenia możliwa jest regulacja przepływu krwi w wyniku działania układu nerwowego i hormonów, reakcji zachodzących w obrębie śródbłonna oraz działania mięśniówki naczyń krwionośnych. Dzięki tym mechanizmom zapewnione jest względnie stałe ciśnienie wewnątrz naczyń, a drobne naczynia chronione są przed nadmiernym ciśnieniem.

Patofizjologia krążenia wieńcowego

Dzięki bogatej sieci naczyniowej układ krążenia wieńcowego charakteryzuje się pewną tolerancją na zwężenia występujące w głównych naczyniach krwionośnych. Z tego powodu objawy chorób naczyń wieńcowych pojawiają się zwykle stosunkowo późno, gdy opór w naczyniach jest wysoki, a [blaszka miażdżycowa](#) często zamyka już światło tętnic w ponad 50%.



1

Blaszka miażdżycowa

Blaszka miażdżycowa zmniejsza światło tętnicy wieńcowej.

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

Rezerwa wieńcowa

Sprawność pracy serca zależna jest od podaży tlenu docierającego do kardiomiocytów. W ciągu doby mięsień sercowy jest w stanie wyprodukować ok. 5 kg ATP, z czego 80% zużywane jest na skurcz i rozkurcz kardiomiocytów, a 20% służy jako substrat energetyczny dla układu przewodzenia i do zasilania kanałów jonowych oraz

dostarczane jest do szlaków metabolicznych zachodzących w sercu. W trakcie wysiłku naczynia układu wieńcowego muszą zaopatrywać w krew szybko i intensywnie kurczące się kardiomiocyty. Pozwala na to tzw. rezerwa wieńcowa. Oznacza to, że **zdolność przepływu krwi przez naczynia wieńcowe nie jest maksymalna w trakcie spoczynku i może zostać znacznie zwiększona podczas wysiłku fizycznego**. Wynosi ona nawet 300–400% więcej w stosunku do wartości spoczynkowej. Tak duża rezerwa sprawia, że w trakcie maksymalnego wysiłku możliwe jest zaspokojenie podaży tlenu i pozostawienie jeszcze pewnego zapasu. Dzięki temu krążenie wieńcowe u osób zdrowych nie stanowi czynnika ograniczającego maksymalną aktywność fizyczną organizmu.

Słownik

anoksja

niedobór tlenu w tkankach, na skutek zaburzeń krążenia krwi lub niedotlenienia krwi

aorta

(gr. *aeiro* – dźwigam, unoszę w górę) największa tętnica, odpowiedzialna za odprowadzanie utlenowanej krwi z lewej komory serca

ATP

adenozyno-5'-trifosforan, nukleotyd adeninowy, zbudowany z adeniny, rybozy i trzech reszt fosforanowych; związek wysokoenergetyczny

blaszka miażdżycowa

zmiana występująca w ścianie tętnic zbudowana z komórek zapalnych i cholesterolu

ciśnienie perfuzyjne

ciśnienie wywierane przez przepływ płynu ustrojowego przez tkankę lub narząd

dyfuzja

(łac. *diffusio* – rozlanie) samorzutny proces, którego rezultatem jest mieszanie się materii; dyfuzja towarzyszy procesom fizycznym i chemicznym; jednym z jej rodzajów jest samorzutne, bezładne mieszanie się gazów

ischemia

zmniejszenie przepływu krwi w określonej okolicy ciała; upośledzenie dopływu krwi do tkanki, narządu lub tylko do ich części powstaje w wyniku zwężenia lub zamknięcia tętnic doprowadzających krew; bywa następstwem skurczu tętnic (np. zblednięcie), zmian w ścianie tętnicy (miażdżyca, zapalenie), zatoru w świetle tętnic lub ucisku

kardiomiocyty

komórki mięśnia sercowego

miokardium

mięśniówka serca

nasierdzie

błona surowicza pokrywająca mięsień sercowy (śródsierdzie); nasierdzie jest zbudowane z tkanki łącznej, ściśle przylegającej do śródsierdzia

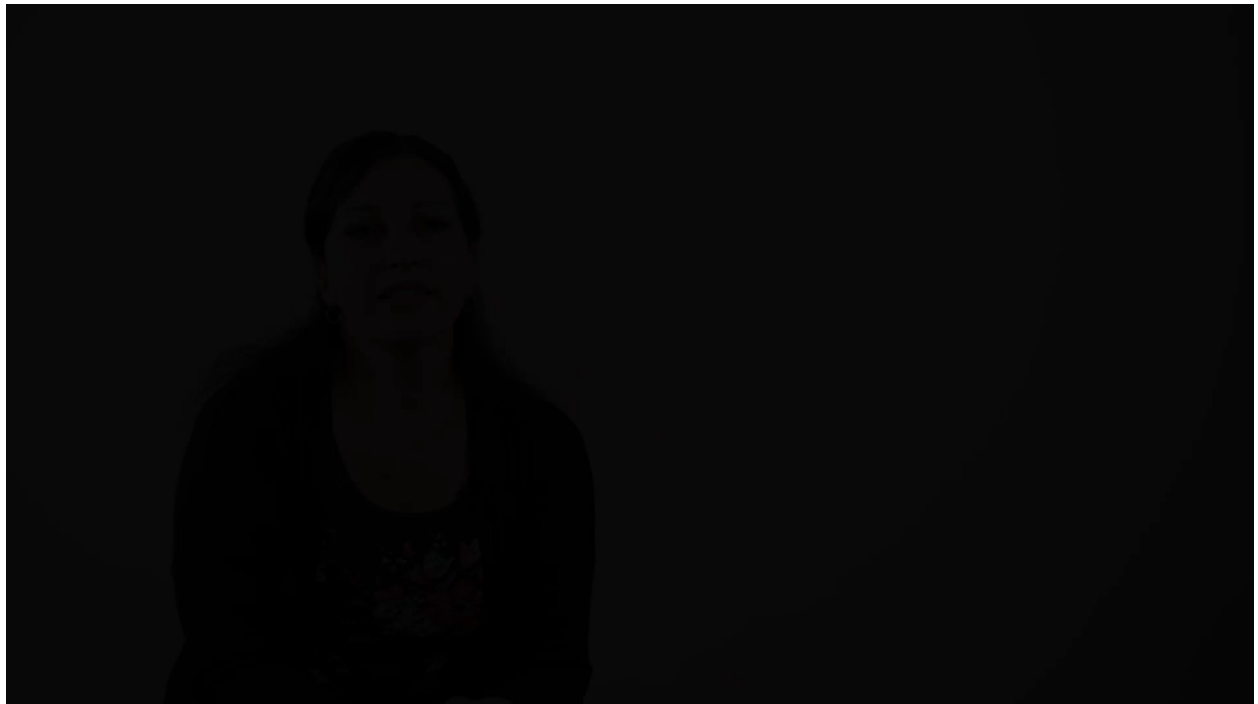
tonus

napięcie mięśni

wsierdzie

pokryta śródbłonką łącznotkankowa błona wyściełająca komory i przedsionki serca

Animacja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R13R4i50D0AyV>

Krążenie wieńcowe.

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

Film pod tytułem: „Krążenie wieńcowe”

Polecenie 1

Wymień funkcje krążenia wieńcowego.

Polecenie 2

Wyjaśnij, jakie konsekwencje dla całego organizmu mogą mieć zaburzenia krążenia wieńcowego.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania.

Układ wieńcowy ma swój początek...

☐ w lewym przedsionku serca.

☐ powyżej zastawki aortalnej.

☐ powyżej zastawki płucnej.

☐ w prawym przedsionku serca.

Ćwiczenie 2



Wybierz prawidłowe dokończenie zdania.

U większości osobników w populacji ludzkiej w krążeniu wieńcowym dominuje układ...

☐ jednej tętnicy wspólnej.

☐ dominującej tętnicy wieńcowej.

☐ dwóch głównych tętnic wieńcowych.

☐ trzech tętnic wieńcowych.

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj podane pojęcia do ich definicji.

Rezerwa wieńcowa

Przewlekła choroba naczyń
krwionośnych

Zawał

Zdolność do zwiększenia intensywności
przepływu krwi przez naczynia układu
wieńcowego w warunkach wzrostu
zapotrzebowania na energię

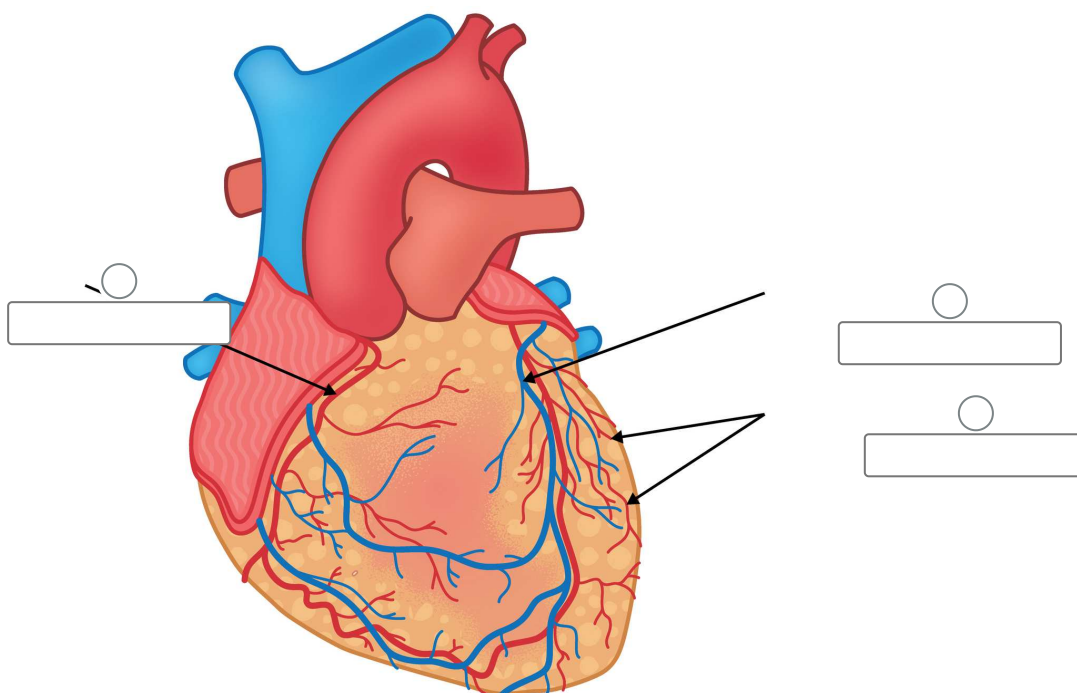
Miażdżyc

Martwica komórek mięśnia sercowego
spowodowana ich niedokrwieniem

Ćwiczenie 4



Na poniższej ilustracji podpisz wskazane struktury, przeciągając ich nazwy w odpowiednie miejsce.



Gałęzie lewej tętnicy wieńcowej

Prawa tętnica wieńcowa

Żyła wielka serca

Ćwiczenie 5



Wskaż, które naczynie zaopatruje w krew wymienione fragmenty serca.

Fragment serca	Lewa tętnica wieńcowa	Prawa tętnica wieńcowa
$\frac{2}{3}$ przegrody międzykomorowej	☐	☐
$\frac{1}{3}$ przegrody międzykomorowej	☐	☐
węzeł zatokowo-przedsionkowy u 60% osób	☐	☐
mięśnie brodawkowate lewej komory	☐	☐

Ćwiczenie 6



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Naczynia wieńcowe mają swój początek w lewej komorze serca.	☐	☐
Ujście żył wieńcowych znajduje się w prawym przedsionku serca.	☐	☐
Krążenie wieńcowe związane jest z różnicą ciśnień pomiędzy aortą a prawym przedsionkiem.	☐	☐
Najwięcej krwi w naczyniach wieńcowych przepływa podczas skurczu serca.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, czy krążenie wieńcowe jest częścią małego czy dużego obiegu krwi.

W odpowiedzi wskaż, które elementy anatomiczne wchodzą w skład krążenia wieńcowego, i przyporządkuj je do wybranego obiegu.

Ćwiczenie 8



Rezerwa wieńcowa to zdolność do maksymalnego przepływu krwi przez naczynia wieńcowe. Jest ona 4–6-krotnie większa od przepływu spoczynkowego.

Jakie jest znaczenie rezerwy wieńcowej dla funkcjonowania serca?

Podaj przykład choroby naczyń krwionośnych, która wpływa na rezerwę wieńcową.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Krążenie wieńcowe

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:

10) przedstawia budowę serca oraz krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym;

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:

p) przedstawia budowę serca człowieka oraz krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym,

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):

- Przedstawisz, w jaki sposób układ wieńcowy wpływa na pracę serca.

- Opiszysz anatomię układu wieńcowego.
- Wyjaśnisz wybrane procesy fizjologiczne krążenia wieńcowego.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- gra dydaktyczna.

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.

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. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel prosi o przypomnienie informacji na temat naczyń wieńcowych, przedstawionych w e-materiale „Budowa i działanie serca człowieka”.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Uczniowie przystępują do cichego czytania tekstu zawartego w sekcji „Przeczytaj” i zapisują pięć najważniejszych ich zdaniem kwestii poruszanych w tekście. Następnie w parach porównują swoje wybory. Nauczyciel prosi wybrane pary o podsumowanie swojej pracy.

2. **Praca z multimedium („Animacja”).** Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimedium. Uczniowie odczytują polecenie nr 1 („Wymień funkcje krążenia wieńcowego”) i wykonują je w parach. Następnie dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.
3. Nauczyciel wprowadza uczniów w treść polecenia nr 2: „Wyjaśnij, jakie konsekwencje dla całego organizmu mogą mieć zaburzenia krążenia wieńcowego”. Uczniowie wykonują je w parach, a następnie porównują swoje rozwiązanie z innym zespołem.
4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia interaktywne od 1 do 5 z sekcji „Sprawdź się”, od najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 6 (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 na tablicy temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, ocenia pracę uczniów podczas lekcji oraz zadaje im pytania podsumowujące: „W jaki sposób układ wieńcowy wpływa na pracę serca?”.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia nr 7 i 8 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.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

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