

# Przepływ krwi przez naczynia krwionośne

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



W naczyniach krwionośnych dorosłego człowieka nieustannie krąży średnio 4,5–5,5 litra krwi. Jej przepływ w tętnicach, żyłach i naczyniach włosowatych uwarunkowany jest rytmiczną akcją serca. Pierwszy prawidłowy opis budowy i funkcjonowania krwioobiegu jako układu zamkniętego, w którym ruch krwi jest wywoływany skurczami serca, przedstawił w 1628 r. William Harvey, angielski lekarz. Odkrycie to stanowiło punkt zwrotny w historii fizjologii.

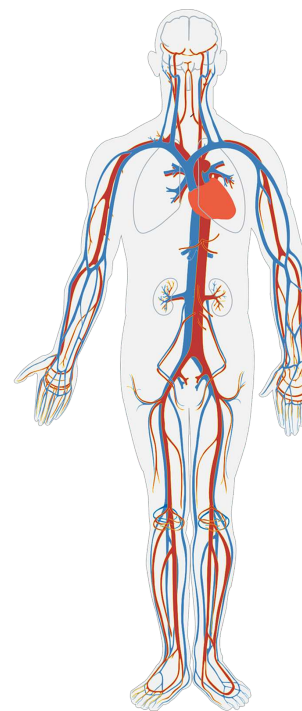
### Twoje cele

- Opiszysz mechanizmy regulacji przepływu krwi w układzie krwionośnym.
- Wykażesz związek między budową naczynia a tempem przepływu krwi.

# Przeczytaj

## Żyły doprowadzają krew do serca, a tętnice wyprowadzają ją z serca

Krew tętnicza często kojarzona jest z jasnoczerwonym kolorem, oznaczającym, że niesie ona tlen, czyli jest natlenowana. Idąc dalej za tym skojarzeniem, odtlenowaną krew żylną rozpoznaje się po barwie ciemnoczerwonej. Takie rozumowanie może prowadzić do mylnego wniosku, że podstawą podziału naczyń krwionośnych na tętnice i żyły jest rodzaj płynącej w nich krwi. Podział ten opiera się jednak na zupełnie innym kryterium, a mianowicie na ich położeniu względem serca. Zgodnie z tą klasyfikacją tętnice to naczynia odprowadzające krew z serca w stronę tkanek ciała, a żyły to naczynia doprowadzające do serca krew napływającą z tkanek. Dokładny opis budowy i funkcji naczyń krwionośnych znajdziesz w e-materiale pt. [Budowa i funkcje naczyń krwionośnych](#).

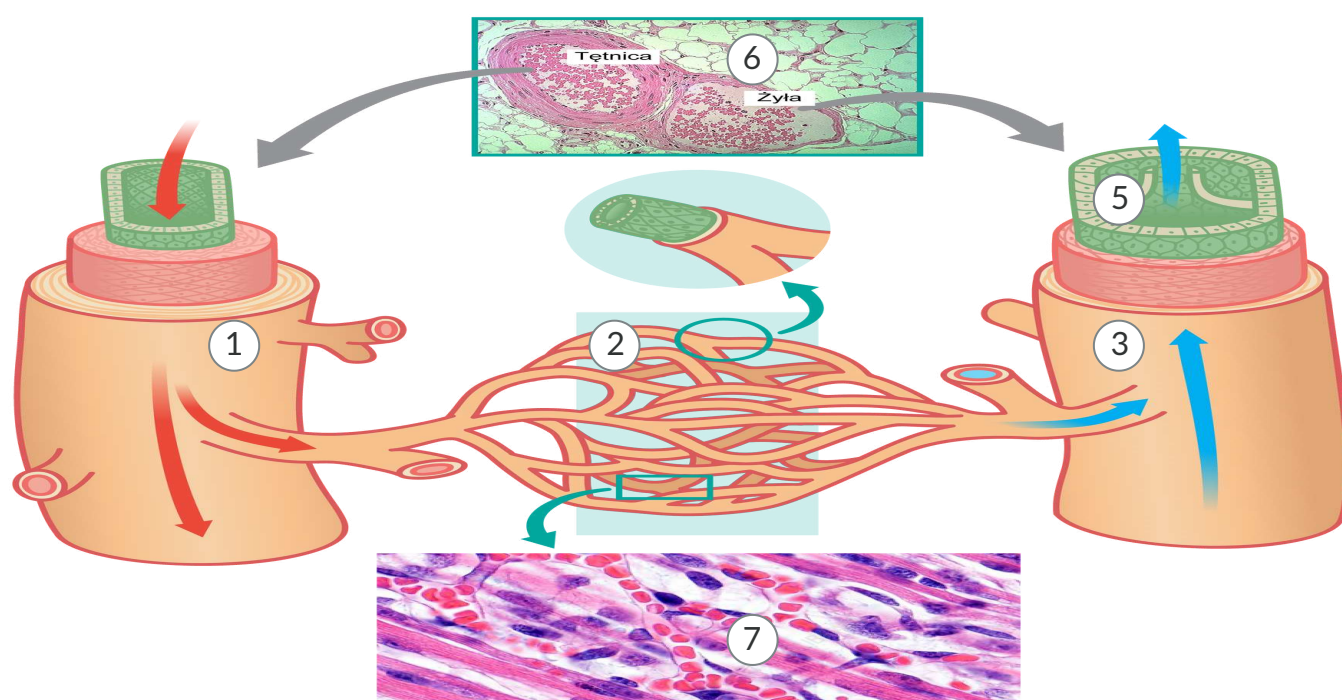


Główne żyły (zaznaczone kolorem niebieskim) i tętnice (zaznaczone kolorem czerwonym) ludzkiego układu krwionośnego.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Krew opuszczająca serce płynie pod bardzo wysokim ciśnieniem, dlatego ściany tętnic muszą być grube, wytrzymałe, ale i elastyczne, by odkształcając się pod wpływem pracy serca, wspomagać przepływ krwi w kierunku tkanek. Takie rytmiczne odkształcanie się ścian tętnic wywołane skurczami (ciśnienie wówczas rośnie)

i rozkurczami serca (ciśnienie spada) to **tętno**. Jeżeli główny rozrusznik serca ulega depolaryzacji co mniej więcej 0,8 s, czyli ok. 70 razy na minutę, to tyle samo lekkich uderzeń w ciągu minuty odczujemy, uciskając palcami wewnętrzną powierzchnię nadgarstka lub szyję z boku, pod żuchwą (w tych miejscach tętnice są łatwo wyczuwalne). Pomiar tętna jest więc łatwą metodą skontrolowania częstości i rytmiczności uderzeń serca.



1

Tętnica

2

Naczynia włosowate

3

Żyła

4

## Zastawka żylna

5

## Zastawka żylna

6

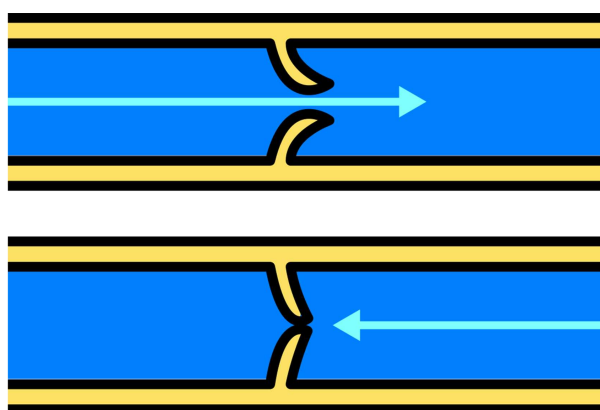
Zdjęcie mikroskopowe przedstawiające tętnicę oraz żyłę. Mikroskop świetlny, powiększenie 40×.

7

Zdjęcie mikroskopowe przedstawiające naczynia włosowate. Mikroskop świetlny, powiększenie 100×.

Budowa tętnicy, żyły i łączącego je naczynia włosowatego. Ściany tętnic i żył zbudowane są z trzech warstw, których grubość w obydwu typach naczyń jest wyraźnie różna. Różnica ta jest szczególnie widoczna w warstwie mięśniówki. Jej skurcze umożliwiają regulację przepływu krwi przez naczynia, a tym samym regulację ciśnienia krwi. Blednięcie skóry pod wpływem silnych emocji to efekt skurczu mięśniówki drobnych naczyń krwionośnych skóry.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., na podstawie: Neil Campbell i in., *Biologia*, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2016, licencja: CC BY-SA 3.0.



Zastawki uniemożliwiają cofanie się krwi.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

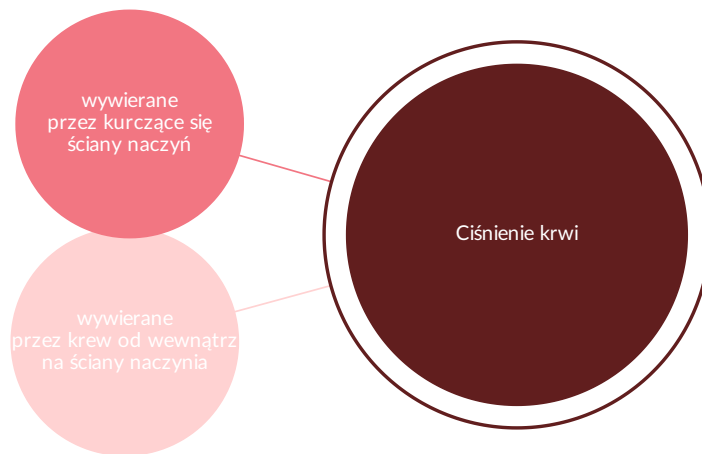


Ciśnienie krwi płynącej żyłami z tkanek do serca jest wyraźnie mniejsze niż ciśnienie krwi w tętnicach, dlatego ściany żył są cieńsze niż ściany tętnic. Zaopatrzone są natomiast w [zastawki](#), ponieważ płynąca pod niskim ciśnieniem krew ma tendencję do cofania się. Zastawki żyłne otwierają się w kierunku serca, dzięki czemu krew w żyłach może płynąć tylko w tę stronę. Duże naczynia



żylne położone są zwykle w pobliżu mięśni szkieletowych, których skurcze wspomagają przepływ krwi. Aktywność fizyczna poprawia więc krążenie krwi, a tym samym zaopatrzenie tkanek (np. mózgu) w tlen.

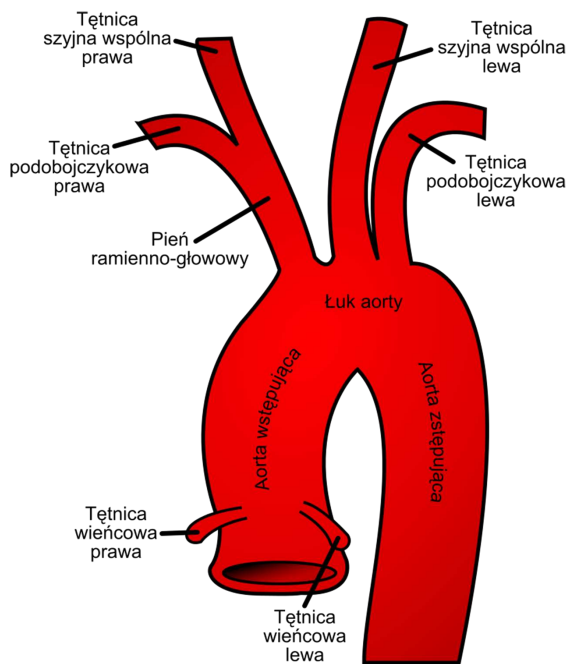
Ciśnienie panujące w tętnicach i żyłach jest skutkiem działania dwóch sił: ciśnienia wywieranego przez krew od wewnątrz na ściany naczynia oraz ciśnienia wywieranego przez kurczące się ściany naczyń, stawiające opór przepływającej krwi.



Czynniki wpływające na ciśnienie krwi w tętnicach i żyłach.

Najwyższe ciśnienie panuje w lewej komorze serca i wychodzącej z niej [aorcie](#), przedstawionej na schemacie poniżej. Natomiast w drobnych naczyniach włosowatych ciała, gdzie tętniczki przechodzą w żyłki, ciśnienie krwi wyraźnie spada, a w żyłach bywa ono nawet zbliżone do zera.

Podobnie jest z szybkością – w miarę oddalania się od serca szybkość przepływu krwi spada, w naczyniach włosowatych jest najmniejsza, a w żyłkach nieco rośnie dzięki skurczom mięśni w ich ścianach.



Wynik pomiaru ciśnienia krwi składa się z dwóch wartości. Pierwsza to tzw. ciśnienie skurczowe, które u zdrowego młodego człowieka wynosi ok. 120 mm Hg; druga to ciśnienie rozkurczowe, wynoszące ok. 80 mm Hg. Liczby te podaje się w postaci ułamka: 120/80. Pomiar ciśnienia krwi jest jednym z podstawowych badań układu krążenia i po osiągnięciu wieku dojrzałego powinno być wykonywane regularnie w ramach profilaktyki chorób tego układu.

Schemat rozgałęzienia aorty.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

## Przepływ krwi w naczyniach włosowatych

Aby obraz budowy i działania układu krwionośnego człowieka był pełny, należy przyrzeć się również najmniejszym naczyniom – włosowatym.

Naczynia włosowate to cienkie rurki, których ściany zbudowane są tylko ze śródbłónki – pojedynczej warstwy komórek spoczywającej na błonie podstawnej. Stanowi ona łatwą do pokonania barierę dla przyniesionych przez krew składników. Dlatego tutaj właśnie, przez ściany naczyń włosowatych, zachodzi dyfuzja glukozy, tlenu i dwutlenku węgla oraz przenikanie wody i komórek krwi zdolnych do aktywnego przemieszczania się. Mimo że średnica naczynia włosowatego jest bardzo mała (są one cienkie „jak włos”) i wynosi ok. 7  $\mu\text{m}$ , ich całkowita długość w ciele dorosłego człowieka osiąga prawie 100 km, a powierzchnia wymiany to ok. 5000  $\text{m}^2$  (więcej niż powierzchnia boiska do piłki nożnej). Cechy te – duża powierzchnia i cienkie ściany – sprawiają, że w naczyniach włosowatych krew spełnia swoje funkcje transportowe, dostarczając do tkanek substancje odżywcze i odbierając z nich zbędne produkty przemiany materii.



Rodzaje sieci naczyń włosowatych. Od lewej: Sieci dziwne (tętniczo-tętnicze) łączą dwie tętnice. Występują w ciałkach nerkowych. Sieci tętniczo-żylne zaczynają się na końcach tętnic i przechodzą w żyły. Ten typ najczęściej występuje w organizmie człowieka. Układy wrotne (sieci żylno-żylne) łączą dwie żyły. Tworzą układ wrotny wątroby.

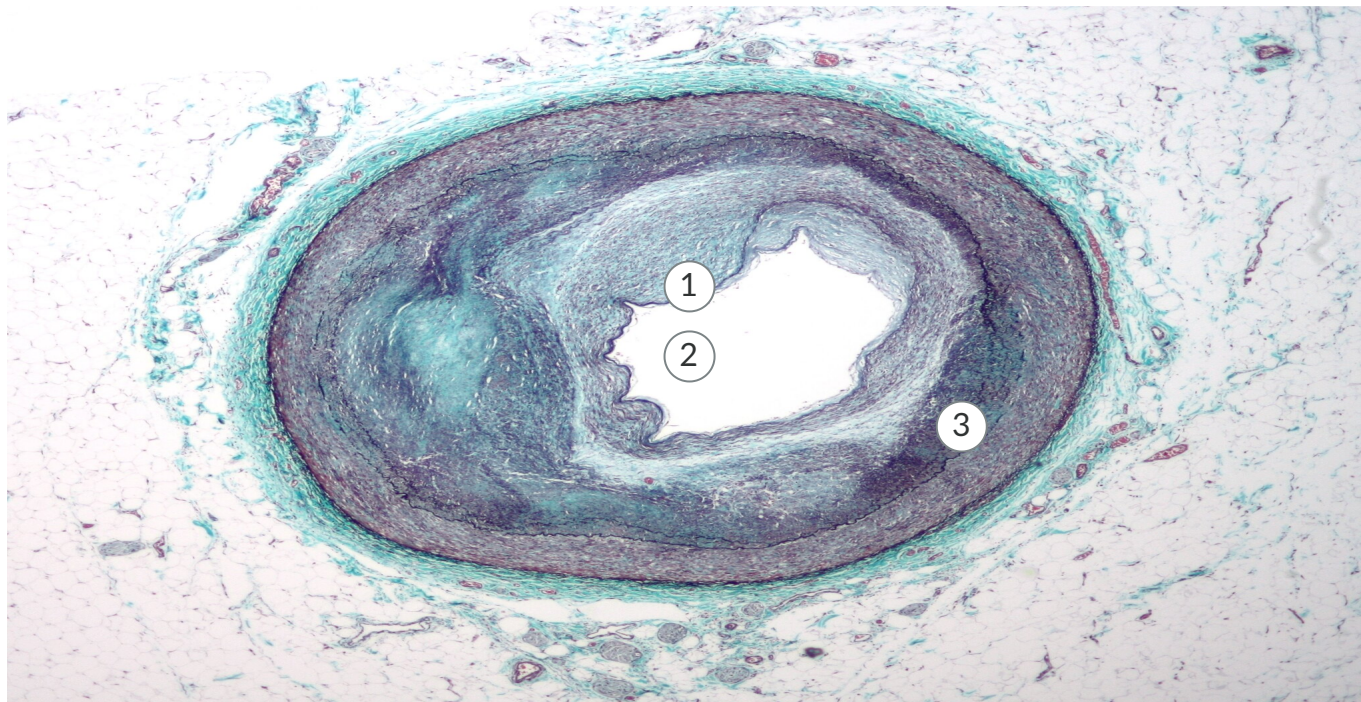
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Zaburzenia przepływu krwi w naczyniach

Gdy zostaje zakłócony prawidłowy przepływ krwi przez tętnice i żyły, choruje nie tylko naczynie, lecz także zaopatrywana przez nie tkanka. Niedostatecznie ukrwiony narząd jest niedotleniony, co może prowadzić do jego poważnego uszkodzenia, a nawet martwicy. Ponadto krew docierająca poprzez naczynia do wszystkich komórek ciała bierze udział w utrzymywaniu równowagi wewnętrznej organizmu: zapewnia stałe wartości pH, temperatury i [ciśnienia onkotycznego](#), transportuje hormony, enzymy i inne związki istotne dla [homeostazy](#). Z tego powodu choroby układu krwionośnego wywołują poważne skutki dla całego organizmu.

Przyczyny zaburzenia przepływu krwi przez naczynia są różne, jednak najczęstszą z nich jest [miażdżyca](#). Choroba ta polega na zwężeniu światła naczynia przez odkładające się w jego ścianach cząsteczki cholesterolu w postaci blaszek. Po pewnym czasie w blaszkach zaczynają się gromadzić związki wapnia, co utrudnia przepływ krwi przez naczynie. Zmniejszenie lub zatrzymanie przepływu krwi jest szczególnie groźne, gdy dotyczy naczyń zaopatrujących w krew mięsień sercowy. Miażdżyca naczyń wieńcowych, zwana **chorobą wieńcową**, stanowi główną przyczynę [zawałów serca](#).

Więcej informacji o chorobach układu krążenia, ich objawach i czynnikach ryzyka znajdziesz w e-materiałach pt. [Choroby układu krążenia jako choroby cywilizacyjne](#)



1

---

Śródbłonek naczynia jest mocno pogrubiony – ma ok. 1–3 mm, podczas gdy zdrowe naczynie ma ok. 10  $\mu$ m (mikrometrów).

2

---

Światło naczynia jest zmniejszone o ok. 25–35%.

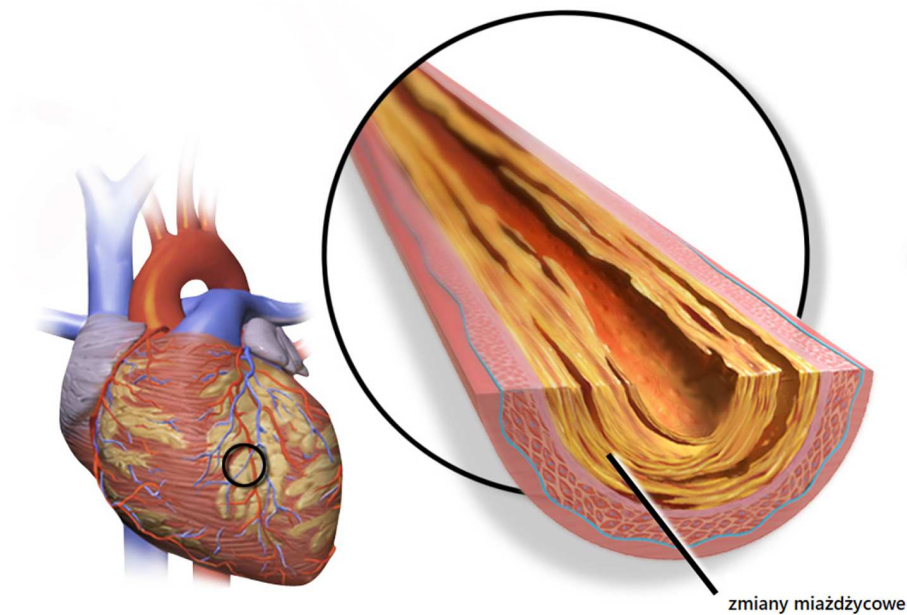
3

---

Widoczne zaburzenie i przerwanie niektórych struktur naczynia.

Przekrój prawej tętnicy wieńcowej objętej miażdżycą. Na ilustracji interaktywnej wskazano wybrane cechy świadczące o chorobie.

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



Choroba niedokrwienna serca to zespół objawów chorobowych, które powstają w wyniku przewlekłego niedotlenienia mięśnia sercowego oraz niedostatecznej ilości składników odżywczych. W powiększeniu pokazano przekrój poprzeczny i podłużny przez tętnicę.

Źródło: Blausen.com staff, *Medical Gallery of Blausen Medical*, „WikiJournal of Medicine” 2014, nr 1(2), licencja: CC BY-SA 3.0.

## Słownik

### **aorta**

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

### **ciśnienie onkotyczne**

ciśnienie osmotyczne wywierane przez roztwór koloidalny białek obecnych w osoczu krwi

### **depolaryzacja**

zmiana potencjału błony komórkowej z  $-80$  mV do  $+10$  mV spowodowana napływem jonów sodu do komórki, co prowadzi do jej pobudzenia

### **homeostaza**

zdolność organizmu do utrzymywania względnie stabilnej równowagi w procesach życiowych; utrzymywanie stałej temperatury ciała, równowagi jonowej w płynach ciała, stałej ilości płynów ustrojowych, utrzymywanie rytmów biologicznych poprzez odpowiednią koordynację i regulację metabolizmu

### **miażdżyca**

przewlekła choroba dużych i średnich tętnic, której główną cechą są złożone zmiany zwyrodnieniowo-wytwórcze w błonie wewnętrznej tych naczyń

### **zastawka**

błoniasty fałd występujący w przegrodzie serca między przedsionkami i komorami oraz w żyłach i naczyniach limfatycznych; wymusza jednokierunkowy przepływ krwi w sercu i naczyniach krwionośnych

### **zawał serca**

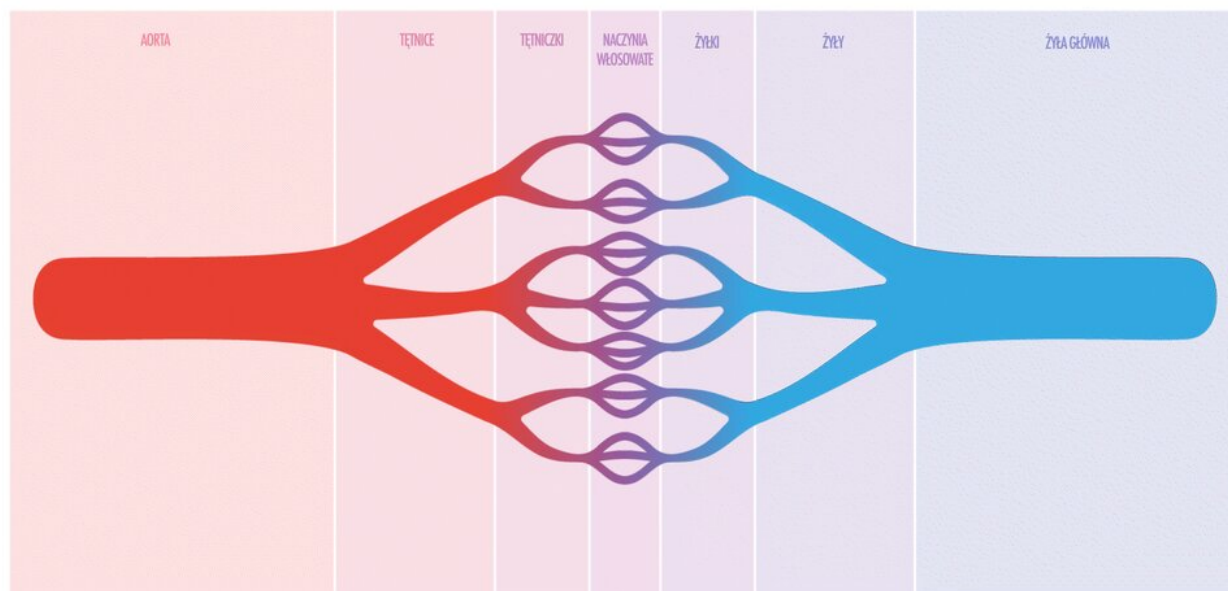
martwica mięśnia sercowego następująca w wyniku jego niedokrwienia

# Symulacja interaktywna

---

## Symulacja 1

Poniższa symulacja przedstawia zmiany szybkości przepływu krwi w zależności od rodzaju naczynia krwionośnego, w którym płynie.



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/RQZxaqeLuFU5E](#)

Film przedstawia przepływ krwi przez naczynia krwionośne.

| Numer | Naczynie krwionośne | Średnica         | Elastyczność |
|-------|---------------------|------------------|--------------|
| 1     | Aorta               | 25 mm            | Wysoka       |
| 2     | Tętnice             | 4 mm             | Wysoka       |
| 3     | Tętniczki           | 30 $\mu\text{m}$ | Wysoka       |
| 4     | Naczynia włosowate  | 1 $\mu\text{m}$  | Niska        |
| 5     | Żyłki               | 2 $\mu\text{m}$  | Niska        |
| 6     | Żyły                | 5 mm             | Niska        |
| 7     | Żyła główna         | 30 mm            | Niska        |

### **Polecenie 1**

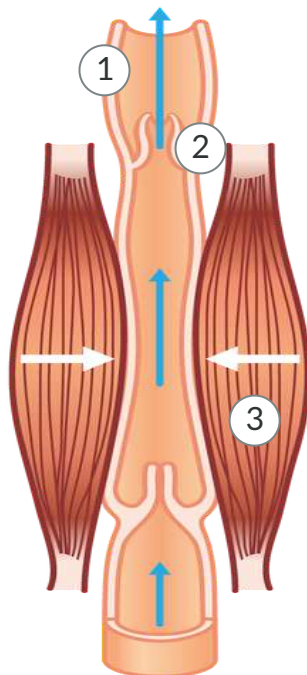
Podaj dwie cechy anatomiczne naczyń krwionośnych, które mogą wpływać na szybkość przepływu.

### **Polecenie 2**

Określ, w którym z wymienionych naczyń ciśnienie krwi jest najniższe, a w którym najwyższe. Odpowiedź uzasadnij.

# Grafika interaktywna

---



1

Naczynie krwionośne

2

Zastawki

3

Mięsień

Mechanizm przepływu krwi w kończynie dolnej człowieka. Strzałką niebieską oznaczono kierunek przepływu krwi w żyłach kończyn dolnych, a strzałką białą skurcz mięśni szkieletowych.

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

### **Polecenie 1**

Wyjaśnij, jaką funkcję spełnia struktura nr 2 (zastawki).

### **Polecenie 2**

Opisz, w jaki sposób mięśnie uczestniczą w przepływie krwi.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** Biologia

**Temat:** Przepływ krwi przez naczynia krwionośne

**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:

9) wykazuje związek między budową i funkcją naczyń krwionośnych;

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:

n) wykazuje związek między budową i funkcją naczyń krwionośnych,

**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):**

- Opisziesz mechanizmy regulacji przepływu krwi w układzie krwionośnym.
- Wykażesz związek między budową naczynia a tempem przepływu krwi.

#### **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

#### **Metody i techniki nauczania:**

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- symulacja;
- analiza grafiki interaktywnej;
- mapa pojęć;
- 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.

## Przed lekcją:

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

## Przebieg lekcji

### Faza wstępna:

1. Nauczyciel wraz z uczniami formułuje cele lekcji i ustala kryteria sukcesu.
2. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel prosi o przypomnienie, czym różnią się tętnice od żył i jakie cechy budowy są dla nich wspólne.

### Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Symulacja interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla symulację interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by wypisali dwie cechy anatomiczne naczyń krwionośnych, które mogą wpływać na szybkość przepływu krwi (polecenie nr 1), i porównali swoje odpowiedzi z osobą z pary. Następnie uczniowie w parach wskazują, w którym z wymienionych naczyń ciśnienie krwi jest najniższe, a w którym najwyższe (polecenie nr 2), i konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą
2. **Praca z drugim multimedium („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy. Prosi podopiecznych, by pracując indywidualnie, wskazali, jaką funkcję spełnia struktura numer 2 zaznaczona na ilustracji – zastawki (polecenie nr 1),

a następnie by wyjaśnili, w jaki sposób mięśnie uczestniczą w przepływie krwi (polecenie nr 2). Chętne/wybrane osoby przedstawiają swoje odpowiedzi.

3. **Mapa pojęć.** Uczniowie, pracując w parach, tworzą mapy pojęć na temat mechanizmów regulacji przepływu krwi w układzie krwionośnym w oparciu o treści z sekcji „Przeczytaj”.

### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie na podstawie e-materiału układają pytania do quizu dla innych par. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi).  
Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską parę.
2. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

### **Praca domowa:**

1. Wyobraź sobie, że masz okazję przeprowadzić wywiad z naukowcem – specjalistą w dziedzinie, której dotyczy e-materiał. Sformułuj pytania, które chcesz mu zadać.

### **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 „Symulacja interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.

