

# 6.1. Skład i funkcje krwi

- Zwróć uwagę na:
- składniki i funkcje krwi,
  - proces krzepnięcia krwi,
  - istotę konfliktu serologicznego.

Krew bardzo dobrze obrazuje główną funkcję tkanek łącznych, którą jest spajanie innych tkanek. Ponadto dzięki temu, że transportuje substancje i reguluje parametry fizjologiczne, wpływa na działanie wszystkich narządów.

### Funkcje i główne składniki krwi

Krew jest tkanką płynną, ponieważ w znacznej mierze tworzy ją woda. Jako typowa tkanka łączna krew składa się z różnych **składników komórkowych** (elementów morfotycznych), zawieszonych w dużej ilości substancji międzykomórkowej, którą stanowi **osocze**.

- Do podstawowych funkcji krwi zaliczamy:
- ▶ **funkcję transportową** – krew transportuje m.in. tlen, dwutlenek węgla, substancje pokarmowe, produkty przemiany materii i hormony,
  - ▶ **funkcję regulacyjną** – krew utrzymuje odpowiedni poziom uwodnienia organizmu, optymalne pH i stałą temperaturę ciała,
  - ▶ **funkcję ochronną** – krew ochrania organizm przed infekcjami oraz (dzięki mechanizmowi krzepnięcia) przed nadmierną utratą krwi w przypadku uszkodzenia naczyń krwionośnych.

### Jakie są proporcje poszczególnych składników krwi?

Jeżeli probówkę z krwią umieścimy w wirówce, krew rozdzieli się na kilka warstw. Najwyżej znajdzie się osocze, które stanowi ok. 55% objętości krwi. Środkową, ciekłą warstwę będą stanowiły leukocyty i płytki krwi. Najniżej znajdują się erythrocyty, które stanowią ok. 45% objętości krwi. Są one najgęstsze i dlatego opadają na dno.

**Osocze** – to środowisko, w którym są zawieszone składniki morfotyczne krwi. Transportuje większość substancji przenoszonych przez krew.

#### Składniki komórkowe (elementy morfotyczne):



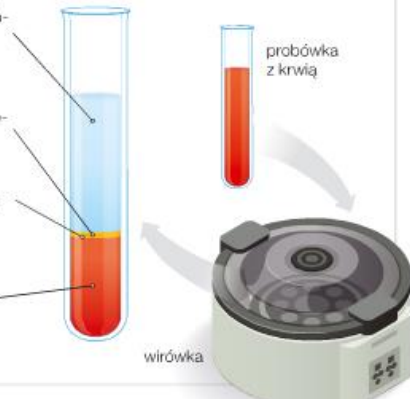
**Płytki krwi** – biorą udział w procesie krzepnięcia krwi.



**Leukocyty** (krwinki białe) – pełnią funkcje obronne, m.in. chronią organizm przed drobnoustrojami chorobotwórczymi.

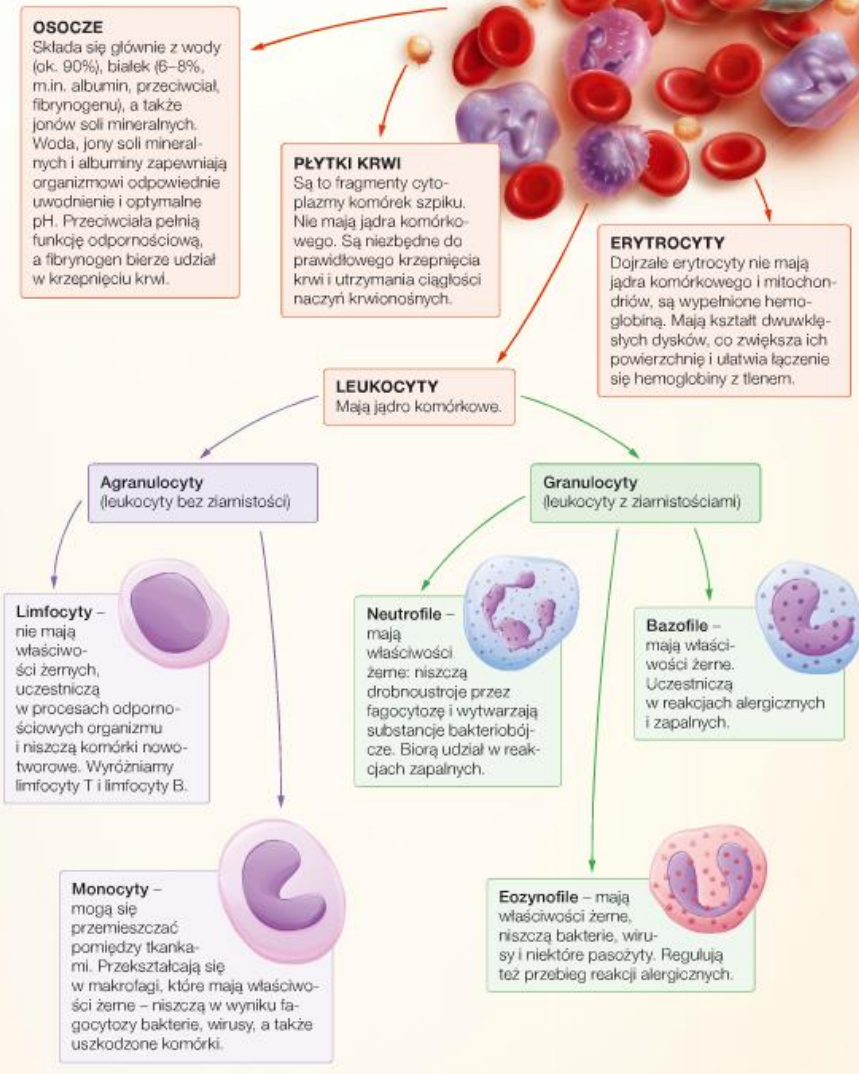


**Erythrocyty** (krwinki czerwone) – transportują gazy oddechowe, głównie tlen, częściowo dwutlenek węgla.



## Charakterystyka składników krwi

Wiesz już, z jakich głównych składników składa się krew. Dzięki poniższej ilustracji poznasz ich rodzaje, budowę, właściwości oraz przystosowania do pełnionych funkcji.

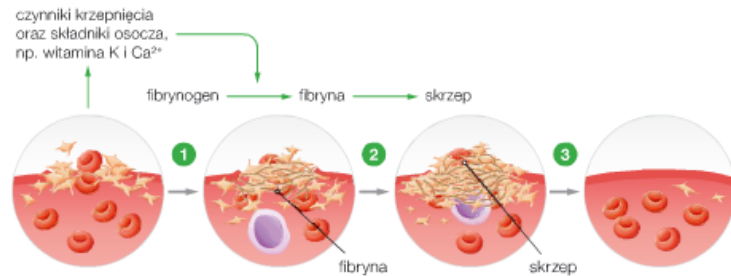


### Na czym polega krzepnięcie krwi?

Krzepnięcie krwi to zespół reakcji prowadzących do powstania skrzepu, który zamyka uszkodzone naczynie krwionośne. W jaki sposób ono przebiega?

Gdy naczynie krwionośne zostanie przewrane, zaczyna się obkurczać i uwalniać tzw. **czynniki krzepnięcia**. Do uszkodzonego miejsca zaczynają przylegać płytki krwi. Są one lepkie i uwalniają do osocza kolejne

czynniki krzepnięcia. W wyniku działania czynników krzepnięcia i niektórych składników osocza, np. jonów  $Ca^{2+}$  i witaminy K, rozpuszczony w osoczu **fibrynogen** przekształca się w długie nici nierozpuszczalnej w wodzie **fibryny**. Fibryna wiąże komórki krwi oraz przylegające do nich płytki krwi – w ten sposób powstaje **skrzep**. Po wytworzeniu skrzepu następuje gojenie się naczyń, a następnie skrzep jest rozpuszczany.



- 1 Uszkodzone naczynie krwionośne obkurcza się, a w miejscu uszkodzenia gromadzą się i zlepiają płytki krwi. Zarówno naczynie, jak i płytki krwi wydzielają czynniki krzepnięcia. Pod wpływem czynników krzepnięcia fibrynogen przekształca się w fibrynę.
- 2 Fibryna wiąże płytki i komórki krwi – powstaje skrzep.
- 3 Naczynie zasklepia się, a skrzep jest rozpuszczany.

### To było w szkole podstawowej!

#### Grupy krwi A, B, AB, 0

Grupy krwi wyróżniamy na podstawie obecności lub braku na błonie erytrocytów specjalnych związków nazywanych **antygenami**. Informacja o grupie krwi jest potrzebna przy transfuzji krwi, ponieważ w osoczu występują **przeciwciała** skierowane przeciwko antygenom innym niż antygeny występujące na naszych erytrocytach.

#### Czynnik Rh

Czynnikiem Rh nazywamy układ antygenów występujących na erytrocytach, z których najważniejszy jest antygen D. Jeśli występuje on na powierzchni erytrocytów, grupę krwi określamy jako **Rh+**, jeśli go nie ma – jako **Rh-**.

#### Przeciwciała i antygeny w grupach krwi A, B, AB, 0

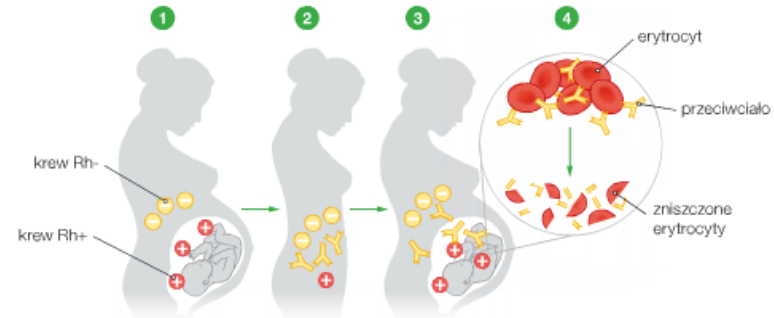
Grupa krwi	Antygen na powierzchni erytrocytu	Przeciwciała w osoczu
A	A	anty-B
B	B	anty-A
AB	A i B	brak
0	brak A i B	anty-A anty-B

### Konflikt serologiczny w zakresie Rh

Konfliktem serologicznym nazywamy taką sytuację, w której przeciwciała matki atakują krwinki płodu. Konflikt serologiczny w zakresie Rh może wystąpić, gdy matka ma grupę krwi Rh-, a dziecko odziedziczyło po ojcu grupę krwi Rh+. Jeżeli w trakcie porodu dojdzie do kontaktu krwi matki z krwią dziecka, organizm matki wytwarza przeciwciała anti-RhD. Podczas kolejnej ciąży wytworzone wcześniej przeciwciała mogą przechodzić przez łożysko do krwi dziecka,

co spowoduje aglutynację (zlepianie się) erytrocytów dziecka.

W ramach profilaktyki kobiety w ciąży powinny przeprowadzić badanie grupy krwi oraz badanie na obecność przeciwciał anti-RhD. Aby zapobiec skutkom konfliktu serologicznego, kobietom o krwi Rh- między 28 a 30 tygodniem ciąży oraz w ciągu 72 godzin od porodu podaje się przeciwciała anti-RhD. Ma to zapobiec wytworzeniu przez kobietę własnych przeciwciał.



- 1 Do wytworzenia przeciwciał anti-Rh dochodzi najczęściej w czasie porodu.
- 2 Pomiędzy ciążami ilość przeciwciał we krwi matki wzrasta.
- 3 W czasie kolejnej ciąży przeciwciała anti-RhD przedostają się do krwi dziecka.
- 4 Następuje aglutynacja i zniszczenie krwinek dziecka.

#### W skrócie

- **Krew** jest tkanką łączną płynną. Składa się z **osocza** (zawierającego głównie wodę, białka i jony) oraz **elementów morfotycznych**, do których należą: **erytrocyty** (krwinki czerwone) transportujące gazy oddechowe, **płytki krwi** niezbędne w procesie krzepnięcia krwi, **leukocyty** (krwinki białe) biorące udział w reakcjach obronnych organizmu.
- **Konflikt serologiczny** występuje, jeżeli matka ma grupę krwi Rh-, a dziecko grupę krwi Rh+.
- **Krzepnięcie krwi** to zespół reakcji prowadzących do powstania **skrzepu**, który zamyka uszkodzone naczynie krwionośne.

#### Polecenia kontrolne

1. Porównaj w tabeli charakterystyczne cechy i funkcje poszczególnych składników krwi.
2. Wyjaśnij, czy dojdzie do konfliktu serologicznego, jeśli matka ma grupę krwi Rh+.
3. Określ, jaką rolę w procesie krzepnięcia krwi odgrywa fibryna.



## 6.2.

# Budowa i funkcje układu krwionośnego

Zwróć uwagę na:

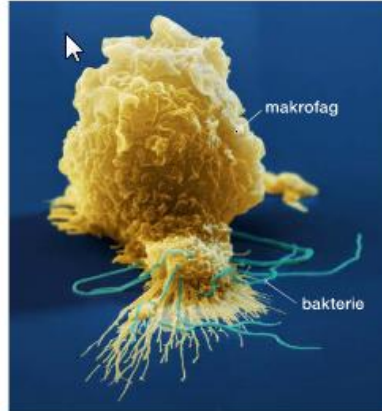
- funkcje układu krwionośnego,
- budowę i funkcje elementów tworzących układ krwionośny,
- cykl pracy serca,
- krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym.

Układ krwionośny możemy porównać do skomplikowanego systemu rur i rurek, w których pompowany jest płyn. W naszym organizmie rurki to naczynia krwionośne, pompa napędowa to serce, a płyn – krew. Dzięki takiej budowie układu krwionośnego substancje transportowane przez krew mogą być rozprowadzane po całym organizmie, który może je maksymalnie wykorzystać. Ponadto budowa ta sprawia, że układ krwionośny spaja działanie wszystkich narządów naszego ciała i umożliwia organizmowi zachowanie homeostazy.

### ■ Funkcje układu krwionośnego

Do najważniejszych zadań układu krwionośnego należą:

- ▶ **dostarczanie tlenu z płuc i substancji pokarmowych** z układu pokarmowego do wszystkich komórek naszego ciała,
- ▶ **transportowanie produktów metabolizmu** (np. dwutlenku węgla i mocznika) z komórek do odpowiednich narządów, które je wydalają (np. płuc, nerek),
- ▶ **rozprowadzanie hormonów** z gruczołów dokrewnych do komórek docelowych,
- ▶ **stabilizacja parametrów fizjologicznych**, takich jak: odpowiednie pH, poziom uwodnienia w organizmie czy temperatura,
- ▶ **zwalczanie infekcji** – obrona organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi,
- ▶ **utrzymanie ciągłości naczyń krwionośnych** – ochrona przed utratą krwi.



Funkcję obronną krew pełni m.in. dzięki krwinkom białym. Na zdjęciu – makrofag atakujący bakterie.

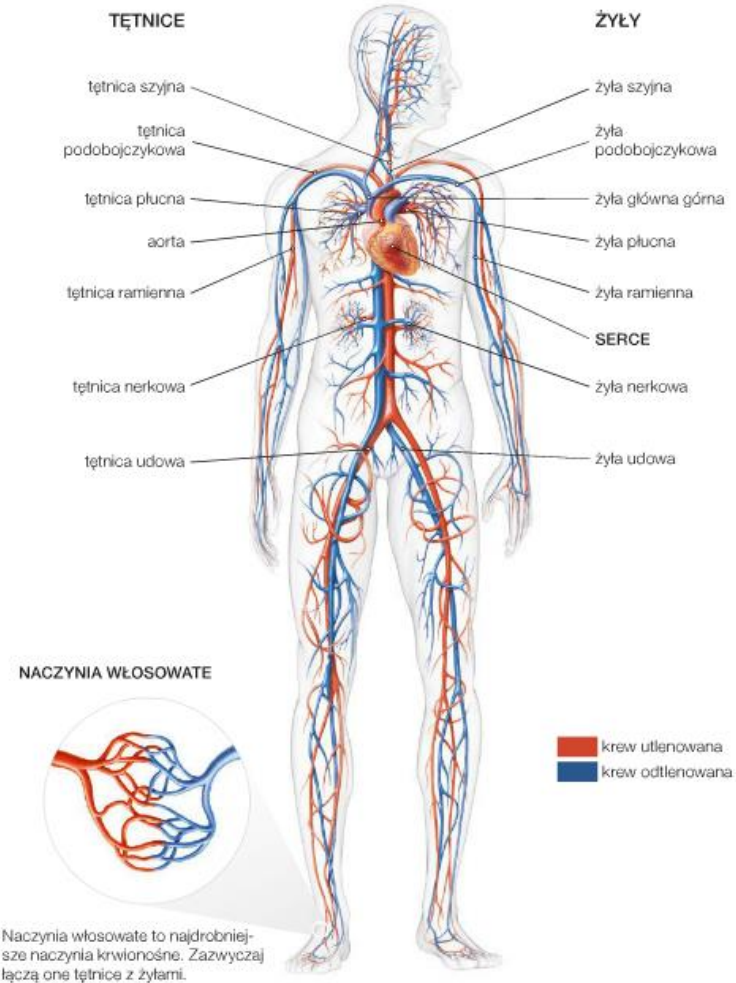
### ■ Elementy układu krwionośnego

Główne elementy budujące układ krwionośny to:

- ▶ czterojamowe **serce** – zbudowane z dwóch przedsionków i dwóch komór,
- ▶ zamknięty układ **naczyń krwionośnych**, w których krąży **krew**. Naczynia krwionośne w zależności od ich funkcji dzielimy na:
  - ▶ **tętnice**, które transportują krew z serca do tkanek,
  - ▶ **żyły**, które transportują krew z tkanek do serca,
  - ▶ **naczynia włosowate**, które umożliwiają wymianę substancji pomiędzy krwią a tkankami.

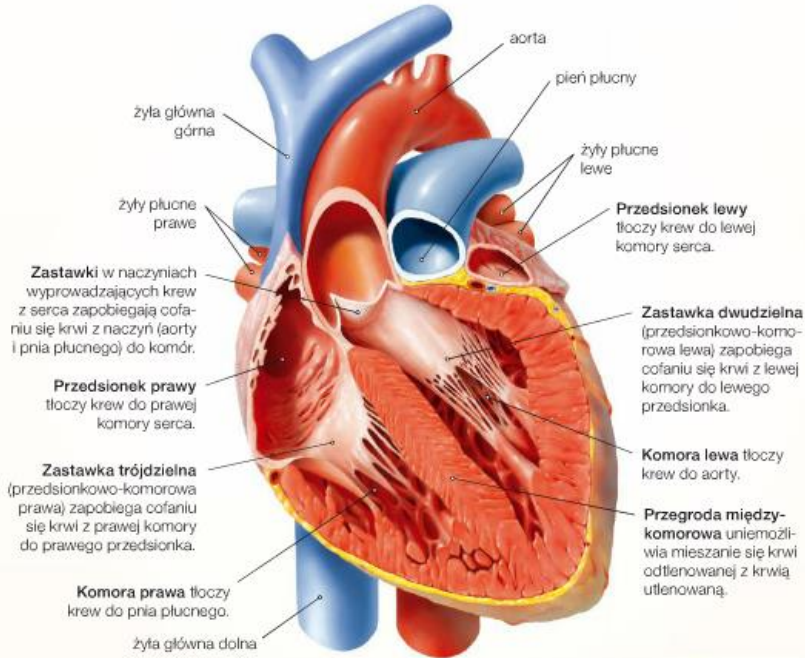
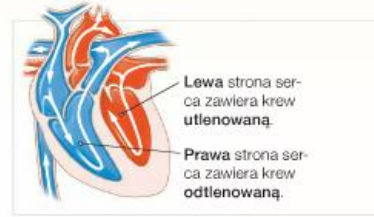
## Budowa układu krwionośnego

Jak już wiesz, nasz układ krwionośny składa się z zamkniętej sieci naczyń krwionośnych, serca i krwi. Serce tłoczy krew, która dostarcza tlen do komórek naszego ciała. Na ilustracji kolorem czerwonym zaznaczyliśmy krew utlenowaną (czyli zawierającą tlen), a kolorem niebieskim – krew odtlenowaną (czyli pozbawioną tlenu).



## Budowa i praca serca

Serce jest zlokalizowane w klatce piersiowej, pomiędzy płucami. Zwykle ma wielkość zaciśniętej pięści. Serce składa się z dwóch przedsionków i dwóch komór rozdzielonych przegrodą międzykomorową na część prawą i lewą. Ściany serca są zbudowane głównie z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej serca, a jego wnętrze wyściela nabłonek. Z zewnątrz serce jest pokryte łącznotkankowym workiem, tzw. osierdziem.



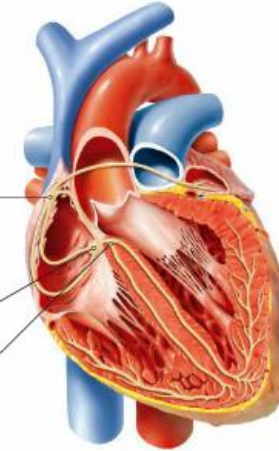
### Naczynia wieńcowe

Naczynia wieńcowe to sieć naczyń krwionośnych, które oplatają serce. Ich zadaniem jest dostarczenie do serca krwi bogatej w substancje pokarmowe i tlen, niezbędne do uzyskania energii, a także usuwanie produktów metabolizmu.



### Na czym polega automatyzm serca?

Serce wyjęte z organizmu i odpowiednio przechowywane może wykonywać rytmiczne skurcze jeszcze przez wiele godzin. Dzieje się tak, ponieważ serce samo wytwarza impulsy elektryczne potrzebne mu do pracy. Właściwość tę nazywamy **automatyzmem serca**. Odpowiada za nią tzw. układ bodźcowo-przewodzący serca. Składa się on ze zmodyfikowanych włókien mięśniowych, które mogą wytwarzać impulsy elektryczne. Włókna te znajdują się w dwóch węzłach: zatokowo-pręsieńkowym i pręsieńkowo-komorowym oraz w pęczku przewodzącym bodźce z pręsieńków do komór, tzw. pęczku Hisa.



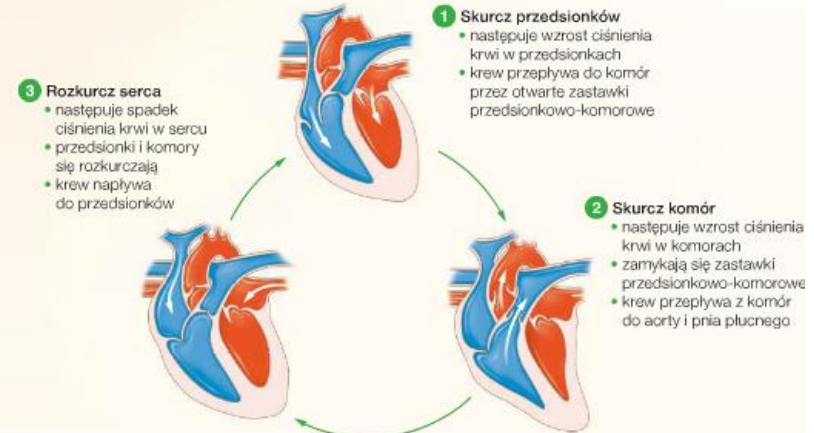
**Węzeł zatokowo-pręsieńkowy** jest nazywany naturalnym rozrusznikiem serca. Inicjuje on pracę serca przez pobudzenie do skurczu komórek mięśniowych pręsieńków serca. Następnie pobudzenie jest przekazywane do węzła pręsieńkowo-komorowego.

**Węzeł pręsieńkowo-komorowy** przekazuje pobudzenie do pęczka Hisa.

**Pęczek Hisa** rozdziela się na dwie odnogi, które przenoszą pobudzenie do komór serca, które się kurczą.

### Cykl pracy serca

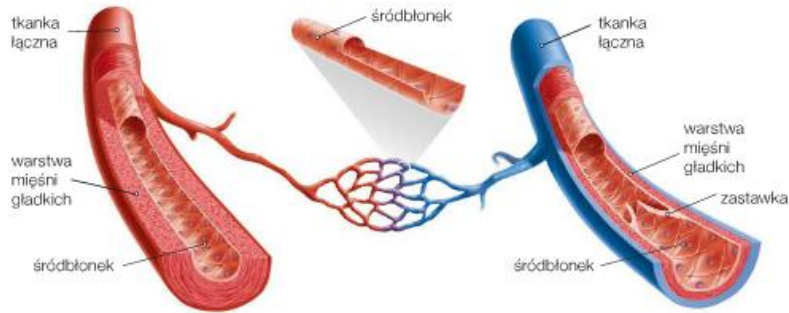
Na pracę serca składa się powtarzająca się seria skurczów i rozkurczów pręsieńków oraz komór. Jeden cykl trwa ok. 0,8 s.





## Budowa naczyń krwionośnych

Poszczególne rodzaje naczyń krwionośnych pełnią różne funkcje, dlatego różnią się budową. **Żyły i tętnice** mają ściany zbudowane z trzech warstw. Zewnętrzną warstwę tych naczyń tworzy ochraniająca je tkanka łączna. Warstwa środkowa jest zbudowana z mięśni gładkich, których skurcze powodują zmianę średnicy naczyń, co pozwala regulować przepływ krwi. Wewnętrzną warstwę ścian wyściela nabłonek nazywany śródbłonkiem. Nitkowate, rozgałęziające się **naczynia włosowate** są zbudowane tylko z jednej warstwy – śródbłonka.



**Tętnice** transportują krew z serca w kierunku tkanek. Ciśnienie płynącej w nich krwi jest duże, dlatego mają elastyczne ściany i grubą warstwę mięśni gładkich, dzięki którym naczynia mogą się kurczyć i zmniejszać swój przekrój. Przekrój tych naczyń jest okrągły.

**Naczynia włosowate** zapewniają wymianę substancji pomiędzy krwią a tkankami, w których naczynia te są zlokalizowane. Są zbudowane tylko z cienkiej warstwy nabłonka, co ułatwia wymianę gazową. Bardzo mały przekrój naczyń obniża tempo przepływu krwi oraz jej ciśnienie.

**Żyły** transportują krew powracającą z tkanek do serca. Ma ona znacznie mniejsze ciśnienie, dlatego ich ściany są wiotkie i mają cienką warstwę mięśni. Wewnątrz żył znajdują się **zastawki**, które uniemożliwiają cofanie się krwi. Przekrój żył jest owalny.

### Sieci naczyń włosowatych

W zależności od połączenia z innymi rodzajami naczyń krwionośnych naczynia włosowate mogą tworzyć trzy typy sieci.



**1 Typowa sieć naczyń włosowatych** to najczęstsze połączenie. Naczynia włosowate występują w niej pomiędzy tętnicami a żyłami.

**2 Sieć dziwna** występuje tylko w niektórych narządach (np. w nerkach). Naczynia doprowadzające i odprowadzające są tego samego typu, np. dwie tętnice.

**3 Układ wrotny** tworzą sieci naczyń włosowatych połączone większym naczyniem. Przykładem jest żyła wrotna łącząca naczynia włosowate jelit i wątroby.

### Obiegi krwi

Sieci naczyń krwionośnych tworzą dwie zamknięte pętle – **krwiobiegi**. Są to: płucny obieg krwi i ustrojowy obieg krwi.

#### Płucny obieg krwi (mały obieg)

Płucny obieg krwi rozpoczyna się w **prawej komorze serca**. Stąd krew płynie do płuc, a z nich do lewego przedsionka serca. Zadaniem tego krwiobiegu jest umożliwienie wymiany gazowej między krwią a pęcherzykami płucnymi. Dzięki temu krew zostaje utlenowana i jednocześnie zostaje z niej usunięty nadmiar dwutlenku węgla.

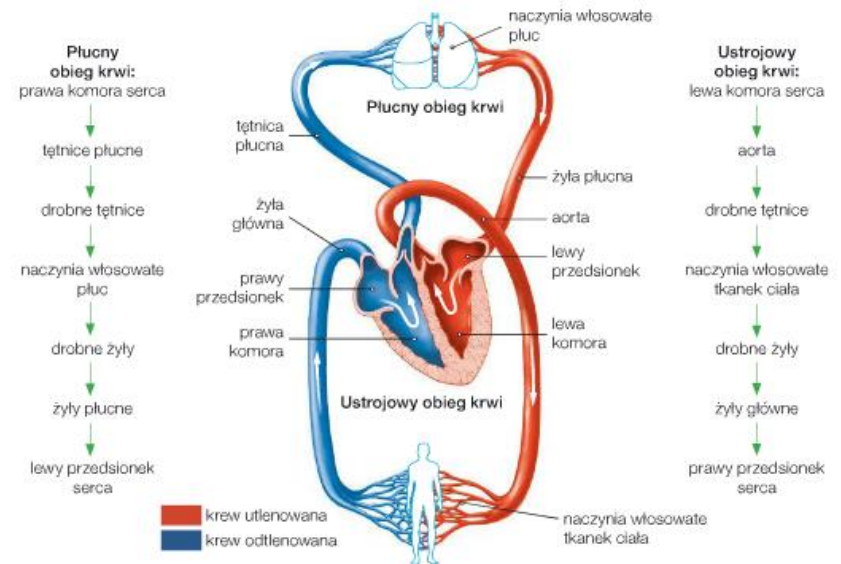
W prawej komorze serca znajduje się krew pozbawiona tlenu, dlatego jest ona kierowana do miejsca utlenowania. Krew tętnicami płucnymi (prawą i lewą) dostaje się do płuc. Tętnice rozgałęziają się na mniejsze tętniczki aż w końcu na sieć naczyń włosowatych oplatających pęcherzyki płucne. Po wymianie gazowej utlenowana krew jest transportowana przez żyły płucne do lewego przedsionka serca.

#### Ustrojowy obieg krwi (duży obieg)

Ustrojowy obieg krwi rozpoczyna się w **lewej komorze serca**. Następnie krew przepływa przez narządy i tkanki ciała, po czym wraca do prawego przedsionka serca. Zadaniem tego krwiobiegu jest doprowadzanie utlenowanej krwi do komórek ciała oraz odbieranie z komórek ubocznego produktu metabolizmu, czyli dwutlenku węgla.

Do lewej komory dostaje się krew, która została już utlenowana w małym obiegu. Największą tętnicą naszego organizmu – **aortą** – krew z lewej komory jest kierowana w stronę wszystkich organów i tkanek naszego organizmu. Aorta dostarcza krew do mniejszych tętnic i ostatecznie do naczyń włosowatych, w których zachodzi wymiana gazowa – krew zostaje odtlenowana.

Z tkanek krew bogata w dwutlenek węgla jest zbierana mniejszymi żyłami, które ostatecznie łączą się i tworzą żyły główne (górną i dolną) uchodzące do prawego przedsionka serca.



## ■ Ciśnienie krwi i tętno

Ściany naczyń krwionośnych, w których krąży krew, są elastyczne, dlatego kiedy serce kurczy się i rozkurcza, ciśnienie płynów (czyli ich nacisk na ściany naczyń) się zmienia. W momencie skurczu serce wypycha krew do tętnic – wtedy panuje w nich największe ciśnienie, które u dorosłego człowieka wynosi zwykle 110–130 mm Hg. Kiedy serce znajduje się w fazie rozkurczu, ciśnienie krwi jest najmniejsze i wynosi zwykle 65–80 mm Hg. Dla zdrowego, dorosłego człowieka optymalna wartość ciśnienia mierzonego na tętnicy ramiennej wynosi 120/80 mm Hg. Zbyt niskie i zbyt wysokie ciśnienie krwi może wynikać ze złego stanu zdrowia.

Fale rytmicznych skurczów i rozkurczów serca pociągające za sobą wzrost ciśnienia i cykliczne rozciąganie się tętnic odczuwane są jako **tętno** (puls). Można je wyczuć np. po wewnętrznej stronie nadgarstka. Częstość i regularność tętna zależy od prawidłowego funkcjonowania organizmu. Tętno w spoczynku wynosi ok. 70 uderzeń na minutę, może się jednak zmieniać w zależności od kondycji, warunków środowiska czy stresu.

### Czy wiesz, że...

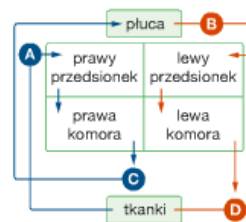
Ilość krwi, którą serce tłoczy w ciągu minuty, nazywamy pojemnością minutową. U dorosłego człowieka jest to ok. 5 l, czyli mniej więcej tyle, ile krwi znajduje się całym jego organizmie.

## W skrócie

- Do podstawowych funkcji układu krwionośnego należą: transport substancji, utrzymywanie stałych parametrów fizjologicznych i ochrona przed infekcjami.
- Układ krwionośny składa się z **serca** oraz **naczyń krwionośnych** (żył, tętnic i naczyń włosowatych) wypełnionych **krwią**.
- **Tętnice** transportują krew z serca do tkanek, a **żyły** transportują krew z tkanek do serca. **Naczynia włosowate** umożliwiają wymianę transportowanych substancji pomiędzy krwią a tkankami.
- Serce jest zbudowane z **dwóch komór** i **dwóch przedsionków** przedzielonych **przegrodą** na prawą i lewą stronę.
- Praca serca jest powodowana przez **układ bodźcowo-przewodzący serca**, który tworzą zmodyfikowane włókna mięśniowe zdolne do wytwarzania impulsów nerwowych. **Cykl pracy serca** składa się z trzech etapów: skurczu przedsionków, skurczu komór i fazy rozkurczu.
- **Płuczny obieg krwi**: prawa komora serca → tętnice płucne → drobne tętnice → naczynia włosowate płuc → drobne żyły → żyły płucne → lewy przedsionek serca
- **Ustrojowy obieg krwi**: lewa komora serca → aorta → drobne tętnice → naczynia włosowate tkanek ciała → drobne żyły → żyły główne → prawy przedsionek serca.

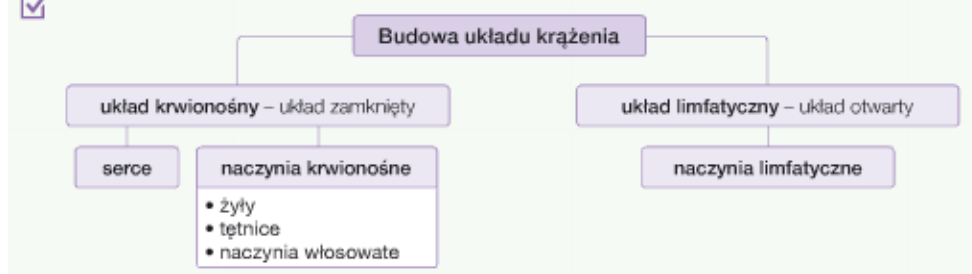
## Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, na czym polega rola układu krwionośnego w utrzymaniu homeostazy organizmu.
2. Schemat przedstawia budowę serca. Podaj nazwy naczyń krwionośnych oznaczonych na schemacie literami A–D.
3. Krwinka czerwona wraz z krwią opuściła prawą komorę serca. Określ, jakimi naczyniami krwionośnymi będzie transportowana w drodze do serca. Podaj stan jej utlenowania na początku oraz na końcu tej wędrowki.



## Temat. Budowa i funkcje układu krwionośnego.

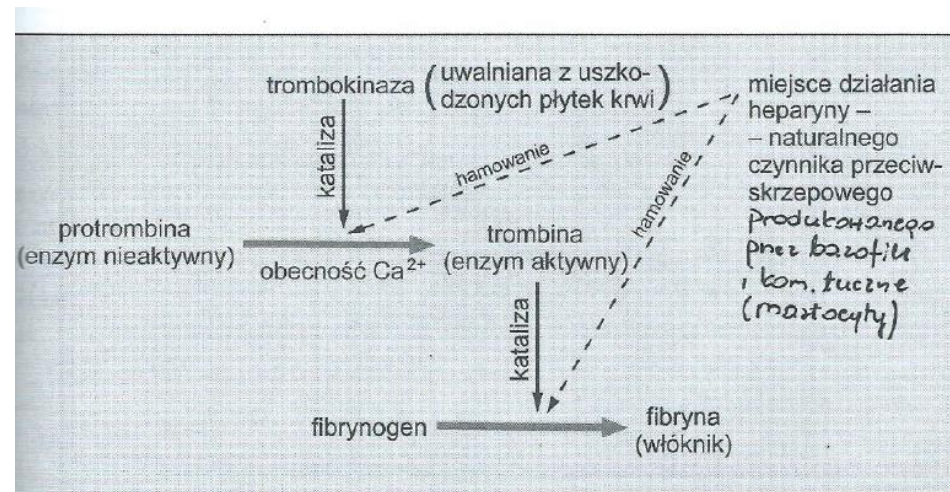
### 1. Układ krwionośny należy do układu krążenia.



2. Skład i funkcje krwi. (Przypomnienie wiadomości wcześniej zdobytych, albo podręcznik Biologia na czasie 2 – wiadomości skopiowane wyżej – rozdział 6.1).

### 3. Krzepnięcie krwi i fibrynoliza.

Po uszkodzeniu śródbłonna naczyń krwionośnych, np. w wyniku zranienia, trombocyty gromadzą się w miejscu uszkodzenia i uwalniają hormon – **serotoninę**, który powoduje skurcz naczyń i w ten sposób hamuje krwawienie. Niezależnie od tego biorą one udział w procesie krzepnięcia krwi, który w uproszczeniu przebiega następująco. Po zranieniu płytki krwi ulegają zlepianiu i dochodzi do ich rozpadu. Z uszkodzonych trombocytów uwalniany jest enzym – **trombokinaza płytkowa**, który katalizuje reakcję aktywacji **nieczynnej protrombiny w trombinę** (protrombina jest wytwarzana w wątrobie i występuje w osoczu). Trombina przeprowadza rozpuszczalny w osoczu **fibrynogen** w **fibrynę = włóknik**, z którego powstaje skrzep. Na proces krzepnięcia ma wpływ witamina K.



**Fibrynoliza** – rozpuszczanie skrzepu i zastępowanie go odpowiednim typem tkanki.

### 4. Grupy krwi.

U człowieka wyróżnia się cztery główne grupy krwi **A, B, AB, 0**. Grupa krwi zależy od obecności na powierzchni erytrocytów odpowiedniego układu **glikoprotein A i B**. Glikoproteiny mają właściwości antygenowe, dlatego w osoczu krwi danej osoby występują jednocześnie **przeciwciała przeciwko obcym glikoproteinom** (tym, których nie ma na powierzchni krwinek). Znajomość grupy krwi ma istotne znaczenie przy transfuzjach krwi, ponieważ przetoczenie krwi o niewłaściwej grupie prowadzi do **aglutynacji** (zlepiania się) krwinek i stanowi zagrożenia dla życia pacjenta. Aglutynacja następuje na skutek kontaktu antygeny z przeciwciałami skierowanymi przeciwko temu antygenowi.



Grupa krwi	Antygen w błonie erythrocytu	Przeciwciała w osoczu krwi	Dawca dla grup krwi	Biorca krwi grupy
A	A	anty- B (beta)	A i AB	A i O
B	B	anty-A (alfa)	B i AB	B i O
AB	A i B	brak przeciwciał anty-A i anty-B (alfa i beta)	AB	AB, A, A, O
O	brak antygenów A i B	anty-A i anty-B	O, A, B, AB	O

#### Możliwość transfuzji krwi.

- **Osoba z grupą krwi O** jest określana mianem **uniwersalnego dawcy**, ponieważ przetoczenie jej krwi nie wywołuje reakcji w organizmie biorcy. Dzieje się tak dlatego, że na powierzchni krwinek z grupy O nie ma antygenów, a przeciwciała dawcy szybko ulegają rozcieńczeniu w krwiobiegu biorcy.
- **Osoba z grupą krwi AB** jest określana mianem **Uniwersalnego biorcy**, ponieważ nie występują u niej przeciwciała przeciwko antygenom A i B. Transfuzja krwi o grupie A lub B nie wywołuje u niej aglutynacji.
- **Osoba z grupą krwi A** może być dawcą krwi dla osób o grupach krwi A i AB, a biorcą krwi- od osób o grupach krwi A i O.
- **Osoba z grupą krwi B** może być dawcą krwi dla osób o grupach krwi B i AB, a biorcą krwi – od osób o grupach krwi B i O.

#### 5. Czynniki Rh, konflikt serologiczny.

Oprócz antygenów A i B w błonach erythrocytów człowieka znajduje się ok. 30 innych antygenów, wśród których dominuje **antygen D**. Ten układ antygenów nazywa się **czynnikiem Rh**. Krew, w której występuje antygen D, określa się jako **Rh+**, natomiast krew pozbawiona antygeny D to krew **Rh-** (**około 15% ludzi ma krew Rh-**)

**Konflikt serologiczny** w zakresie Rh polega na atakowaniu erythrocytów płodu przez przeciwciała matki. Może on wystąpić, gdy **matka** ma grupę krwi **Rh-**, a **dziecko** odziedziczyło po ojcu grupę krwi **Rh+**.

Jeżeli w trakcie porodu dojdzie do kontaktu krwi matki z krwią dziecka, organizm matki wytwarza przeciwciała anty RhD. Podczas kolejnej ciąży wytworzone wcześniej przeciwciała mogą przechodzić przez łożysko do krwi dziecka, co spowoduje aglutynację (zlepianie się) erythrocytów dziecka.

#### 6. Porównanie budowy i funkcji naczyń krwionośnych.

a) Ściany tętnic i żył składają się z trzech warstw: **zewnątrznej**, łącznotkankowej nazywanej przydanką, **środkowej**, utworzonej z mięśni gładkich i włókien sprężystych oraz **wewnętrznej** – nabłonka jednowarstwowego płaskiego nazywanego śródbłonkiem. Naczynia włosowate zbudowane są z jednej warstwy śródbłonka.

Cecha	Tętnice	Naczynia włosowate	Żyły
Ciśnienie krwi	duże	małe	małe
Obecność zastawek	brak	brak	obecne
Struktura ścian naczyń krwionośnych	elastyczne ściany, gruba warstwa mięśni gładkich	cienka warstwa nabłonka	wiotkie ściany, cienka warstwa mięśni
Funkcje	transport krwi z serca w kierunku tkanek	wymiana substancji między krwią a tkankami	transport krwi z tkanek do serca

b) Rodzaje sieci naczyń włosowatych: sieć zwykła, sieć dziwna, układ wrotny.

#### 7. Krążenie krwi.

a) **krwiobieg duży (obwodowy, ustrojowy)** – zaczyna się w lewej komorze – kończy w prawym przedsionku serca. Jego zadaniem jest doprowadzenie tlenu i substancji odżywczych do tkanek oraz odbiór dwutlenku węgla i metabolitów z tkanek.

b) **krwiobieg mały (płucny)** – zaczyna się w prawej komorze – kończy w lewym przedsionku serca. Jego zadaniem jest doprowadzenie odtlenowanej krwi do płuc, gdzie zachodzi wymiana gazowa, a następnie doprowadzenie utlenowanej krwi czterema żyłami płucnymi do przedsionka lewego.



## 8. Budowa serca.

- a) worek osierdziowy (osierdzie)
- b) części serca- dwa przedsionki, dwie komory
- c) zastawki w sercu- uniemożliwiają cofanie się krwi i zapewniają jej jednokierunkowy przepływ w sercu
  - **przedsionkowo- komorowe** - **zastawka dwudzielna** na granicy lewego przedsionka i lewej komory
  - **zastawka trójdzielna** na granicy prawego przedsionka i prawej komory
  - **półksiężycowate** – na granicy lewej komory i aorty oraz na granicy prawej komory i pnia płucnego
- d) budowa ściany serca: nasierdzie, śródserdzie zbudowane z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej serca, wsierdzie
- e) układ wieńcowy serca:- zaopatruje mięsień sercowy w tlen i substancje odżywcze, a odprowadza CO<sub>2</sub> i metabolity
  - 2 tętnice wieńcowe odchodzące od aorty
  - liczne naczynia włosowate
  - żyły wieńcowe uchodzące do zatoki wieńcowej, która wprowadza krew do przedsionka prawego

**9. Automatyzm pracy serca** polega na zdolności komórek mięśniowych do samopobudzania się i wywoływania skurczu bez udziału układu nerwowego.

Skurcz mięśnia sercowego wywołany jest przez impuls powstający w obrębie serca - w sercu znajdują się **zmodyfikowane włókna mięśniowe**, które są zdolne do **inicjowania impulsów elektrycznych** i tworzą **układ przewodzący serca**. Nadrzędną rolę pełni **węzeł zatokowo- przedsionkowy**, nazywany „rozrusznikiem” serca

- węzeł zatokowo – przedsionkowy ( tylna ściana przedsionka prawego)
- węzeł przedsionkowo – komorowy (na granicy przedsionków i komór)
- pęczek przedsionkowo- komorowy (pęczek Hisa) wraz z jego odgałęzieniami (przegroda międzykomorowa)

## 10. Cykl pracy serca.

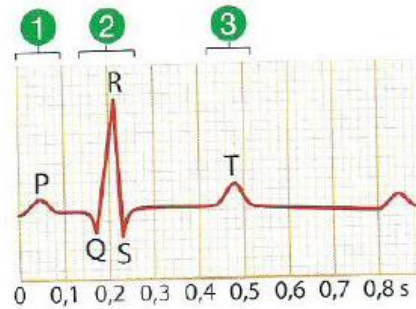
### 11. Regulacja pracy serca i ciśnienia krwi.

Praca serca jest regulowana przez układ przewodzący serca, układ nerwowy i układ hormonalny.. Na przyspieszenie pracy serca wpływają m. in. bodźce płynące z kory mózgu (np. emocje), wysiłek fizyczny oraz wzrost temperatury ciała. Hormonem zwiększającym częstość skurczów serca jest **adrenalina**, uwalniana do krwi w czasie stresu. **Ciśnienie krwi** w naczyniach jest regulowane przez pracę serca, układ nerwowy i układ hormonalny. Zmiana ciśnienia krwi następuje na skutek **zmiany średnicy naczyń krwionośnych**. Zwężenie naczyń prowadzi do wzrostu ciśnienia i zwiększenia przepływu krwi, a rozszerzenie – do obniżenia ciśnienia i spowolnienia przepływu krwi.

### 12. Diagnostyka pracy serca.

Prostym badaniem pracy serca jest **pomiar tętna** (pulsu). **Tętno**, to rytmiczne rozciąganie ścian naczyń tętniczych podczas wypełniania ich krwią wyrzucana z serca w czasie skurczu komór. Fala powstającego w ten sposób w naczyniach tętniczych wzmożonego ciśnienia krwi rozchodzi się ku obwodowi. Pomiar tętna jest najczęściej wykonywany na tętnicy promieniowej przez przyłożenie palca wskazującego i środkowego do skóry i liczenie uderzeń w ciągu minuty.

Podstawową metodą diagnostyczną pracy serca jest **elektrokardiografia**, w której bada się przebieg zjawisk elektrycznych w sercu, odczytując impulsy elektryczne docierające do powierzchni skóry. Ich obrazem jest **elektrokardiogram (EKG)**.



EKG osoby zdrowej pozostającej w stanie spoczynku.

- ❶ Załamek P powstaje podczas skurczu przedsionków.
- ❷ Krzywa QRS obrazuje początek skurczu komór.
- ❸ Załamek T oznacza koniec skurczu komór i początek ich rozkurczu.

Proszę zapisać temat lekcji, notatkę oraz rozwiązać zadania z karty pracy.. Efekty swojej pracy proszę przesać na adres [bozena.stopa@wp.pl](mailto:bozena.stopa@wp.pl) do 17 maja.

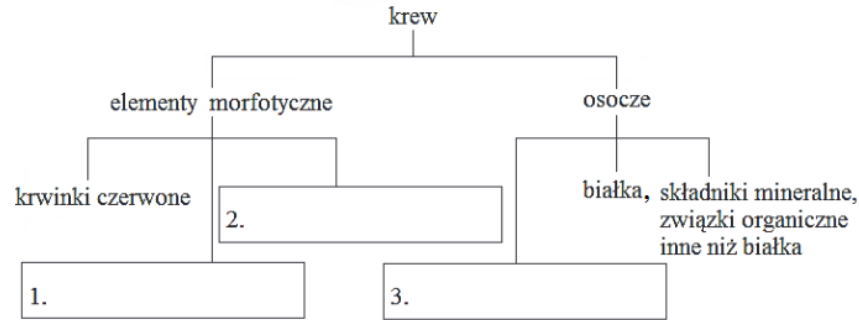


**KARTA PRACY. Budowa i funkcje układu krwionośnego.**

Nazwisko i imię .....

**Zadanie 1 (7 pkt.)**

a) Uzupełnij schemat – w prostokątach oznaczonych numerami 1.–3. wpisz odpowiednio: elementy morfotyczne krwi człowieka oraz składnik chemiczny osocza.



b) Uporządkuj wymienione rodzaje elementów morfotycznych krwi (krwinek) ze względu na ich liczbę we krwi zdrowego człowieka, począwszy od najliczniejszych. trombocyty, erytrocyty, leukocyty. 1..... 2..... 3.....

c) Osocze krwi jest płynem, który transportuje elementy morfotyczne krwi (krwinki) oraz niezbędne składniki odżywcze, a także białka i produkty przemiany materii. **Zaznacz zestaw, który prawidłowo ilustruje udział procentowy osocza i elementów morfotycznych we krwi zdrowego człowieka.**

- A. ok. 80% i 20%      B. ok. 55% i 45%      C. ok. 30% i 70%      D. ok. 35% i 65%

d) Podaj nazwę rodzaju komórek krwi, do którego należą limfocyty. .... Określ rolę limfocytów w organizmie człowieka .....

e) Jednym z badań laboratoryjnych krwi jest oznaczanie hematokrytu. **Hematokryt – to stosunek objętości erytrocytów do objętości pełnej krwi.** Wyrażany jest zwykle w procentach lub w postaci ułamka (tzw. frakcji objętości). Prawidłowe wartości poziomu hematokrytu dla osób dorosłych są następujące: mężczyźni: 40 – 52%; (0,40 – 0,52), kobiety: 36 – 48%; (0,36 – 0,48). Zmiany poziomu hematokrytu mogą być spowodowane różnymi czynnikami, np. anemią, biegunką lub krwotokiem. **Spośród czynników wymienionych w tekście wybierz jeden, który wpływa na podwyższenie poziomu hematokrytu. Odpowiedź uzasadnij.**

Czynnik .....Uzasadnienie .....

**Zadanie 2 (2 pkt.)**

Poniżej zostały wymienione etapy krzepnięcia krwi.

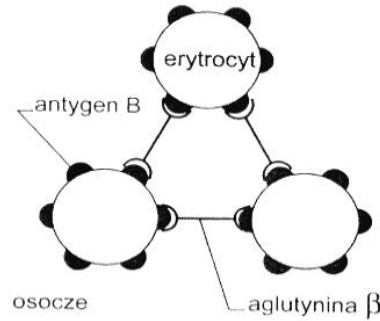
1. przekształcenie fibrynogenu w fibrynę, 2. kurczenie się włókniaka i zasklepienie rany 3. przekształcenie protrombiny w trombinę 4. uwalnianie z płytek krwi czynników krzepnięcia

a) Ustal prawidłową kolejność etapów procesu krzepnięcia krwi. ....

b) Podaj nazwę witaminy oraz nazwę makroelementu niezbędnych w procesie krzepnięcia krwi. ....

**Zadanie 3 (2 pkt.)**

Na schemacie przedstawiono obraz krwi w organizmie biorcy po transfuzji. Widoczne są erytrocyty dawcy zaglutynowane przez aglutyniny (przeciwciała) biorcy. **Dawca ma grupę krwi B.**



a) Jaką grupę krwi może mieć biorca? Wybierz **dwie** poprawne odpowiedzi spośród zaproponowanych poniżej.

A. grupa krwi A

B. grupa krwi B

C. grupa krwi AB

D. grupa krwi 0

b) Uzasadnij swój wybór .....

**Zadanie 4 (1 pkt.)**

Poniżej podano grupy krwi czterech rodzin A-D. Wybierz rodzinę, w której wystąpi konflikt serologiczny.

	Matka	Ojciec	Dziecko
A.	Rh+	Rh-	Rh+
B.	Rh-	Rh+	Rh+
C.	Rh+	Rh-	Rh-
D.	Rh-	Rh+	Rh-

**Zadanie 5 (2 pkt.)**

W układzie krwionośnym człowieka występują trzy rodzaje naczyń krwionośnych: tętnice, żyły i naczynia włosowate. Poniżej przedstawiono zdjęcie preparatu przekroju poprzecznego żyły i tętnicy.



a) Porównaj cechy głównych żył i tętnic – wpisz w odpowiednie komórki tabeli właściwe określenia, wybrane spośród podanych w nawiasach.

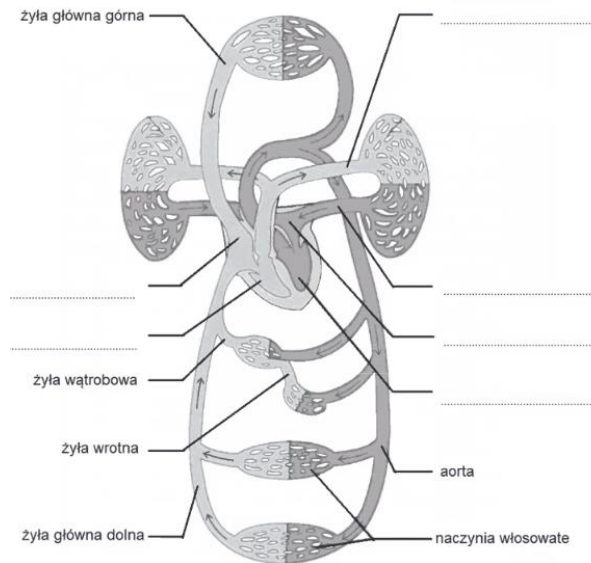


Cechy naczyń	Żyły	Tętnice
ściany naczyń (grube i elastyczne / cienkie i wiotkie)		
obecność zastawek (obecne / brak)		
kierunek transportu krwi (z tkanek do serca / z serca do tkanek)		
ciśnienie krwi (niskie / wysokie)		

b) Podaj przykład funkcji, jaką pełnią włosowate naczynia krwionośne. ....

**Zadanie 6 (4 pkt.)**

Na schemacie przedstawiono układ krwionośny człowieka.



a) Uzupełnij przedstawiony schemat – wpisz w wyznaczone miejsca właściwe nazwy elementów układu krwionośnego człowieka wybrane spośród wymienionych.

*prawy przedsionek   lewy przedsionek   prawa komora   lewa komora   tętnica płucna   żyła płucna*

b) Oceń, czy prawdziwe jest stwierdzenie: „Wszystkie żyły występujące w organizmie człowieka transportują krew odtlenowaną”. Odpowiedź uzasadnij. ....

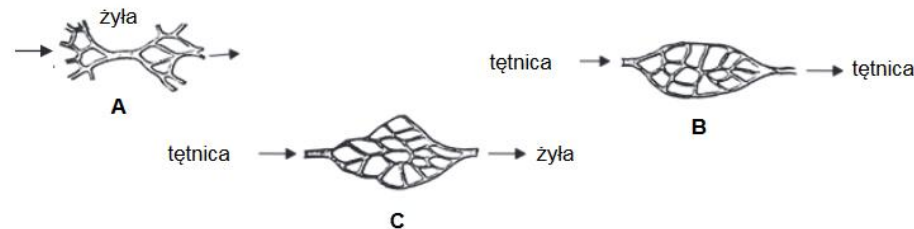
c) Uporządkuj elementy układu krwionośnego człowieka w kolejności, w jakiej przepływa przez nie krew w obiegu płucnym, zaczynając od prawej komory. Wpisz w tabeli numery 2–5.

Element układu krwionośnego	Numer
tętnice płucne	
lewy przedsionek serca	
prawa komora serca	1
żyły płucne	
naczynia włosowate płuc	

d) Wyjaśnij, dlaczego ściany lewej komory serca człowieka są znacznie grubsze od ścian prawej komory. W odpowiedzi uwzględnij różnicę między dużym a małym obiegiem krwi.

**Zadanie 7 (1 pkt.)**

Na rysunkach przedstawiono trzy możliwe sposoby połączeń włosowatych naczyń krwionośnych występujące w organizmie człowieka.

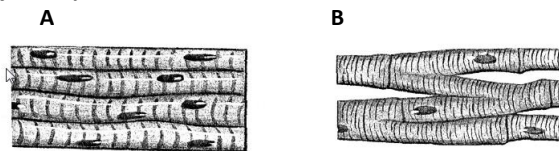


Uzupełnij poniższe zdania – wybierz właściwe rysunki i wpisz ich oznaczenia literowe (A–C) w wyznaczone miejsca.

Sieć naczyń włosowatych w płucach ma postać, którą przedstawiono na rysunku ..... . Naczynia krwionośne jelita cienkiego i wątroby kontaktują się ze sobą tak, jak pokazano na rysunku ..... . Sieć naczyń krwionośnych budującą kłębuszki nerkowe obrazuje rysunek .....

**Zadanie 8 (3 pkt.)**

Poniższe rysunki przedstawiają włókna dwóch rodzajów tkanki mięśniowej.



a) Podaj, z której tkanki (A czy B), zbudowany jest mięsień sercowy. ....

b) Porównując informacje z przedstawionych rysunków, podaj jedną wspólną cechę budowy dla obu rodzajów włókien mięśniowych i jedną cechę różniącą budowę tych włókien.

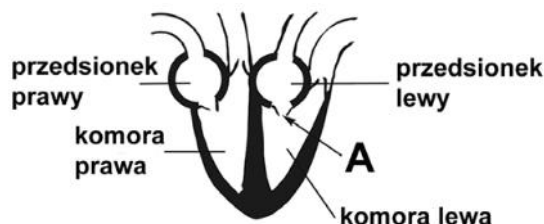
Cecha wspólna: .....

Różnica: .....



**Zadanie 9 (2 pkt.)**

Na schemacie przedstawiono w uproszczony sposób budowę serca człowieka



- a) Podaj nazwę struktury w sercu człowieka oznaczonej na schemacie literą A. ....  
 b) Przedstaw sposób, w jaki struktura A umożliwia sprawny transport krwi przez serce.....

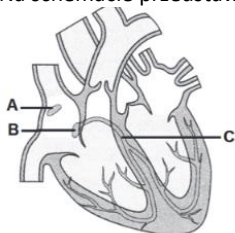
**Zadanie 10 (1 pkt.)**

Oceń prawdziwość informacji dotyczących cyklu pracy serca. Wpisz w prawej kolumnie tabeli literę P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub literę F, jeżeli zdanie jest fałszywe.

		P/F
1.	Podczas skurczu przedsionków krew jest wciągana do komór, a zastawki półksiężycowate pozostają w tym czasie zamknięte.	
2.	Kurczące się ściany komór podnoszą ciśnienie krwi w ich wnętrzu, co skutkuje zamknięciem zastawek przedsionkowo-komorowych w sercu.	
3.	Skurcz prawej komory powoduje tłoczenie krwi do aorty, a skurcz lewej komory wypycha krew do tętnic płucnych.	

**Zadanie 11 (2 pkt.)**

Na schemacie przedstawiono elementy (A–C) układu bodźcowo-przewodzącego serca człowieka.



- a) Wybierz ze schematu i zapisz literę: A, B lub C, którą oznaczono element układu bodźcowo-przewodzącego serca odgrywający rolę nadrzędną, i podaj jego nazwę .....  
 b) Oceń, czy poniższe informacje dotyczące układu bodźcowo-przewodzącego serca są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Praca układu bodźcowo-przewodzącego podlega regulacji ze strony układu nerwowego.	P	F
2.	Układ bodźcowo-przewodzący decyduje o częstotliwości i synchronizacji skurczów całego mięśnia sercowego.	P	F
3.	Praca układu bodźcowo-przewodzącego powoduje, że serce wyjęte z organizmu człowieka i umieszczone w płynie fizjologicznym nadal bije.	P	F