

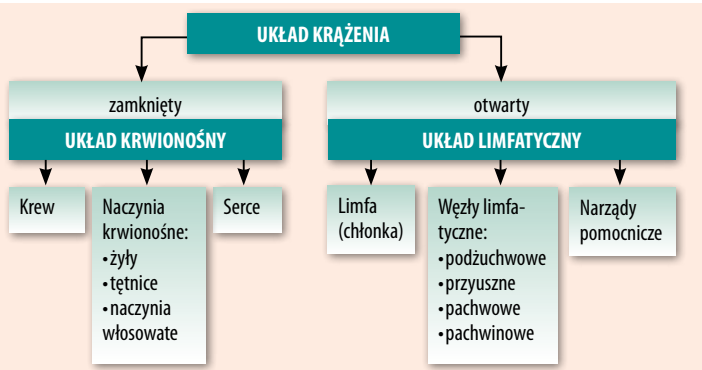
# DZIAŁ IV TRANSPORT I OCHRONA

## 9. Układ krążenia odpowiada za transport

W skład **układu krążenia** wchodzi **układ krwionośny** i **układ limfatyczny** (ryc. 9.1). Układ krwionośny człowieka to **układ zamknięty**, czyli krew krąży w zamkniętym systemie naczyń krwionośnych, natomiast układ limfatyczny jest otwarty (limfa wypełnia także przestrzenie międzykomórkowe ciała). Układ krążenia spełnia wiele bardzo ważnych funkcji związanych z transportem rozmaitych substancji pomiędzy różnymi narządami ciała człowieka. Bierze udział w transporcie: substancji odżywczych, tlenu i dwutlenku węgla, zbędnych produktów przemiany materii, hormonów i innych związków. Chroni organizm przed mikroorganizmami chorobotwórczymi oraz pomaga w utrzymaniu równowagi płynów ustrojowych.

### WAŻNE POJĘCIA:

**układ zamknięty,**  
**osocze,**  
**fibrynogen,**  
**erytrocyty,**  
**hemoglobina,**  
**leukocyty,**  
**trombocyty,**  
**krzepnięcie krwi,**  
**grupy krwi,**  
**aglutynacja,**  
**transfuzja,**  
**czynnik Rh,**  
**konflikt serologiczny.**



Ryc. 9.1

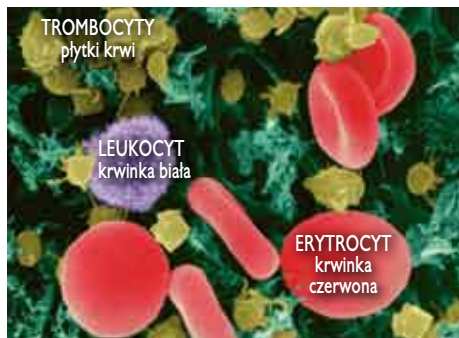
Składowe  
układu krążenia

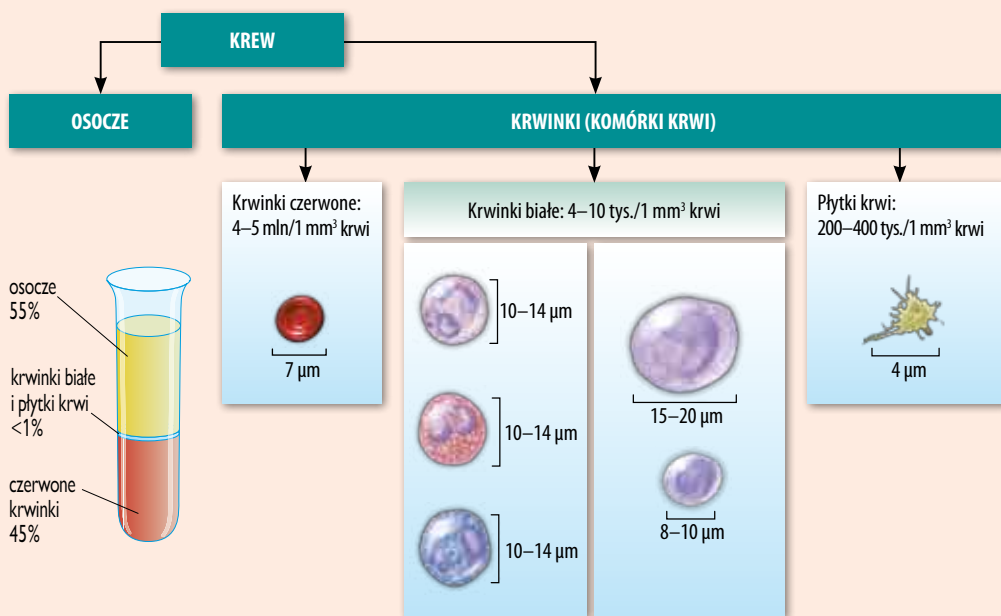
### 9.1. Budowa i rola krwi

Krew jest **tkanką łączną**, która składa się z osocza (płynnej substancji międzykomórkowej) i elementów komórkowych (ryc. 9.2). Do elementów komórkowych krwi zaliczamy krwinki czerwone, białe oraz płytki krwi (ryc. 9.3).

Ryc. 9.2

Komórki wchodzące w skład krwi





Ryc. 9.3 Składniki krwi

## OSOCZE KRWI

Podstawowym składnikiem krwi jest **osocze** zawierające niemal 90% wody. Na pozostałe 10% składa się wiele substancji nieorganicznych (jony sodu, wapnia, potasu) oraz organicznych. Wśród substancji organicznych osocza ważną grupę stanowią białka pełniące ważne funkcje w organizmie. Jednym z nich jest **fibrynogen**, który bierze udział w procesie krzepnięcia krwi. Inne białka osocza pełnią istotne funkcje w procesach odpornościowych organizmu. Regulują zawartość wody w krwi i płynach tkankowych, odpowiadają za transport hormonów, leków, dwutlenku węgla i wielu innych substancji. Skład osocza krwi jest regulowany przez wątrobę i nerki. Jego podstawową funkcją jest rozprawdzanie po całym organizmie różnorodnych substancji i jednocześnie zbieranie produktów przemiany materii, które muszą zostać usunięte z organizmu.

## KRWINKI CZERWONE

Najliczniej występującymi we krwi elementami komórkowymi są **krwinki czerwone** – **erytrocyty** (ryc. 9.4). Jest ich około 4–5 milionów w 1 mm<sup>3</sup> krwi, przy czym kobiety posiadają ich mniej niż mężczyźni. Podobnie jak u innych ssaków, erytrocyty człowieka mają kształt dwuwklęsłego dysku i nie posiadają jąder komórkowych.



Ryc. 9.4

Krwinki czerwone – erytrocyty

Podstawowa funkcja erytrocytów to transport tlenu. Jest on możliwy dzięki obecności w nich czerwonego barwnika – **hemoglobiny**. Hemoglobina wiąże się z tlenem, tworząc nietrwały związek – oksyhemoglobinę. Proces ten nazywamy utlenowaniem. Ma to miejsce w czasie wymiany gazowej w płucach. Tlen oddany zostaje w tkankach, gdzie jego stężenie jest niskie. Hemoglobina bierze niewielki udział w transporcie dwutlenku węgla, a większą jego ilość transportuje osocze.

## KRWINKI BIAŁE

Krwinki białe, czyli **leukocyty** (ryc. 9.5), są największymi elementami komórkowymi krwi. Jest ich dużo mniej niż krwinek czerwonych. Dorosły, zdrowy człowiek posiada ich od 4 do 10 tysięcy w  $1 \text{ mm}^3$  krwi. Są to najbardziej zróżnicowane krwinki – mają odmienny kształt (zazwyczaj kulisty i owalny), wielkość, kształt jądra komórkowego. Leukocyty są bezbarwne i posiadają wszystkie organella komórkowe. Generalnie leukocyty pełnią rozmaite funkcje związane z odpornością organizmu. Chronią organizm przed drobnoustrojami chorobotwórczymi i czynnikami powodującymi alergię oraz rozkładają fragmenty uszkodzonych tkanek.



Ryc. 9.5 Krwinka biała – leukocyt

## PŁYTKI KRWI

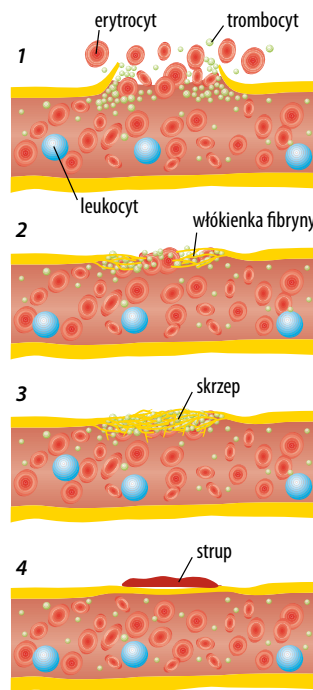
Najmniejsze krwinki w krwi człowieka to **płytki krwi**, czyli **trombocyty** (ryc. 9.6). Są one bezbarwne, różnokształtne i pozbawione jądra komórkowego. W  $1 \text{ mm}^3$  krwi człowieka znajduje się około 200–400 tysięcy trombocytów. Krwinki te odpowiadają za bardzo złożony proces krzepnięcia krwi. Dbają, aby krew krążyła w naczyniach krwionośnych, a w momencie uszkodzenia naczynia i wydostania się krwi na zewnątrz, powodują jej krzepnięcie i zahamowanie krwotoku. Płytki krwi przywierają bowiem do ścian uszkodzonego naczynia, powodują jego obkurczenie, co skutecznie zmniejsza wypływ krwi przez



Ryc. 9.6 Płytki krwi – trombocyty



Ryc. 9.7 Włókna fibryny wiążące erytrocyty podczas krzepnięcia krwi



Ryc. 9.8 Etapy krzepnięcia krwi

uszkodzone miejsce. W procesie **krzepnięcia krwi** bierze udział wiele substancji wytwarzanych przez płytki krwi i znajdujących się w osoczu krwi. Rozpoczyna się ciąg reakcji, które w konsekwencji prowadzą do przemiany rozpuszczalnego białka osocza – **fibrinogenu** – w formę nierozpuszczalną – **fibrinę**. Włókienka fibryny zlepiają uszkodzone naczynie, a na powstałej sieci osadzają się krwinki krwi (ryc. 9.7), tworząc **skrzep**. Do procesu krzepnięcia krwi niezbędne są także jony wapnia i witamina K. Skrzep rozpuszcza się zazwyczaj po kilku dniach, w momencie, kiedy ściana naczynia została już zregenerowana (ryc. 9.8).

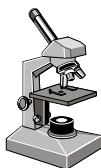
### ĆWICZENIE 9.1

### Erythrocyty, leukocyty i naczynia...

*czyli obserwacje mikroskopowe krwi i naczyń krwionośnych człowieka.*

#### MATERIAŁY I PRZYRZĄDY:

- *mikroskopy,*
- *preparaty trwałe krwi człowieka lub kręgowców,*
- *preparaty trwałe przekroju przez żyły i tętnice,*
- *przybory do rysowania.*

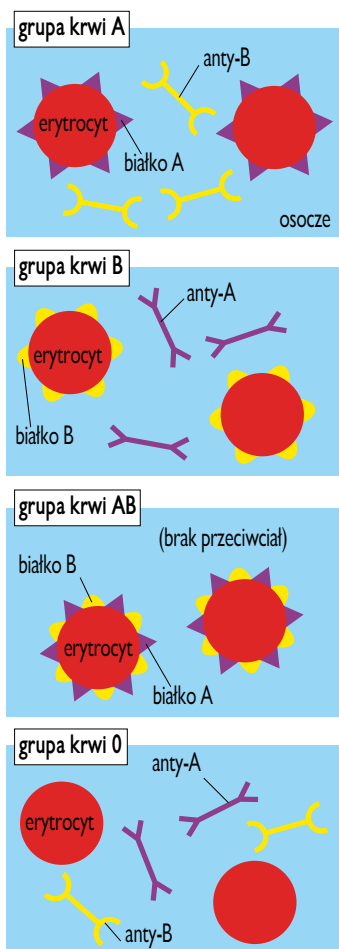


#### POSTĘPOWANIE:

1. *Przypomnij sobie zasady mikroskopowania.*
2. *Dokonaj obserwacji preparatów trwałych krwi i naczyń krwionośnych.*
3. *Jeśli w pracowni nie ma preparatów tkanek człowieka, możesz obserwować tkanki kręgowców.*
4. *Przypomnij sobie zasady wykonywania schematycznego rysunku biologicznego.*
5. *Wykonaj rysunki wszystkich obserwowanych obiektów.*
6. *Pamiętaj o odpowiednim podpisie i opisie rysunku (także o stopniu powiększenia w mikroskopie).*

### GRUPY KRWI

Błony komórkowe czerwonych krwinek zawierają specyficzne białka, które warunkują grupy krwi człowieka. Możemy wyróżnić cztery **grupy krwi: A, B, AB i 0**. Każdy człowiek dziedziczy określoną grupę krwi od swoich rodziców. Osoba o grupie krwi A posiada w błonach erytrocytów **białko A**, podobnie osoba z grupą krwi B – **białko B**. W przypadku osób z grupą krwi AB w błonach krwinek czerwonych znajdują się oba białka, natomiast osoby z grupą krwi 0 nie posiadają ani białka A, ani białka B w błonach erytrocytów. W osoczu krwi odpowiedniej grupy znajdują się zawsze naturalne przeciwciała, odwrotne do białek zawartych w krwinkach. Osoba z grupą krwi A posiada **przeciwciała anty-B**, z grupą krwi B – **przeciwciała anty-A**, z grupą krwi 0 – przeciwciała anty-A i anty-B, natomiast osoba z grupą krwi AB nie ma tych przeciwciał w osoczu. Jeśli przeciwciała anty-A zetkną się z białkiem A, powoduje to zlepianie się erytrocytów, czyli ich **aglutynację** (ryc. 9.11). To bardzo niebezpieczne dla organizmu. Ważne jest więc, aby każdy znał swoją grupę krwi, gdyż w stanach zagrożenia życia przeprowadza się



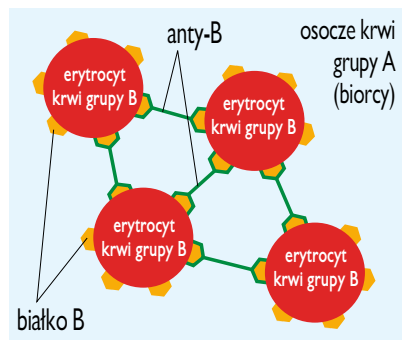
Ryc. 9.10 Białka erytrocytów i przeciwciała w różnych grupach krwi ludzkiej

**transfuzję krwi**, która polega na dostarczeniu pacjentowi dodatkowej krwi pochodzącej od dawcy. Podawana krew zawsze musi być odpowiednio dobrana. Pacjent mający grupę krwi A może otrzymać krew grupy A lub O, podobnie pacjent mający grupę krwi B może otrzymać jedynie krew grupy B lub O. Teoretycznie osoba z grupą krwi AB może otrzymać krew każdej grupy – jest to tzw. uniwersalny biorca. Natomiast osoby z grupą krwi O zwane są uniwersalnymi dawcami, gdyż ich krew może być przetoczona osobom z dowolną grupą krwi. W praktyce jednak podczas transfuzji niemal zawsze stosuje się krew tej samej grupy, jaką ma pacjent.

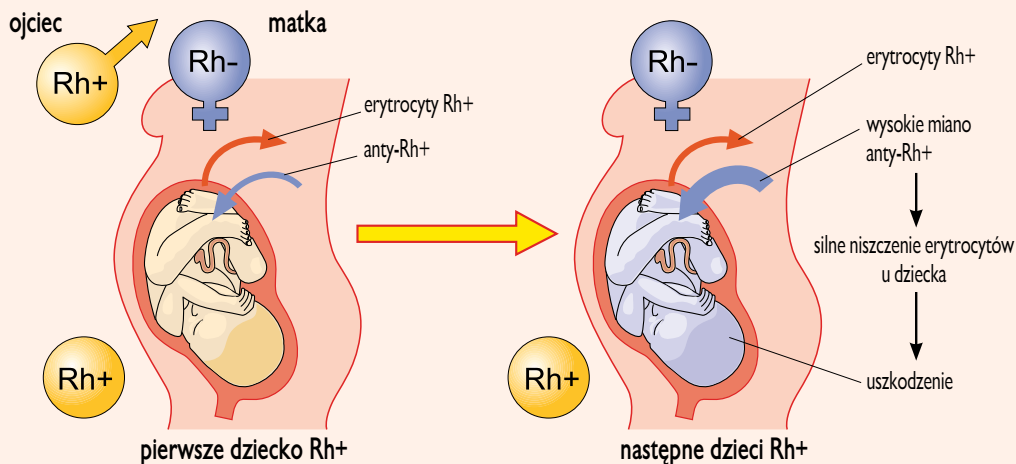
W błonach krwinek czerwonych znajdują się też inne białka, które warunkują obecność **czynnika Rh**. Około 85% ludzi ma takie białka i określamy ich krew jako Rh+. Natomiast krew osób nieposiadających tych białek określamy jako Rh-. Po przedostaniu się krwi osoby z czynnikiem Rh+ do krwi osoby z czynnikiem Rh- dochodzi do wytworzenia u niej przeciwciał anty-Rh. Jest to szczególnie niebezpieczne w przypadku kobiet z czynnikiem Rh-, które są w ciąży, a ich dziecko odziedziczyło po ojcu czynnik Rh+. Mówi się wówczas o **konflikcie serologicznym** (ryc. 9.12). Niewielka ilość krwi dziecka może przedostać się do krwi matki i powoduje rozpoczęcie produkcji przeciwciał anty-Rh, które przenikają przez łożysko do krwi dziecka i mogą spowodować uszkodzenie płodu.

GRUPA KRWI	BIAŁKO W BŁONIE KOMÓRKOWEJ ERYTOCYTÓW	PRZECIWCIAŁA OSOCZA	MOŻE BYĆ DAWCĄ DLA CZŁOWIEKA Z GRUPĄ KRWI:	MOŻE BYĆ BIORCĄ OD CZŁOWIEKA Z GRUPĄ KRWI:
<b>A</b>	A	anty-B	A, AB	A, O
<b>B</b>	B	anty-A	B, AB	B, O
<b>AB</b>	A, B	brak	AB	AB, A, B, O
<b>O</b>	brak	anty-A, anty-B	O, A, B, AB	O

Tab. 9.1 Grupy krwi człowieka i ich charakterystyka



Ryc. 9.11 Niezgodność grup krwi prowadzi do aglutynacji – przeciwciała anty-B wiążą się z białkami B (dawca: grupa B, biorca: grupa A)



Ryc. 9.12 Konflikt serologiczny

## BADANIA KRWI

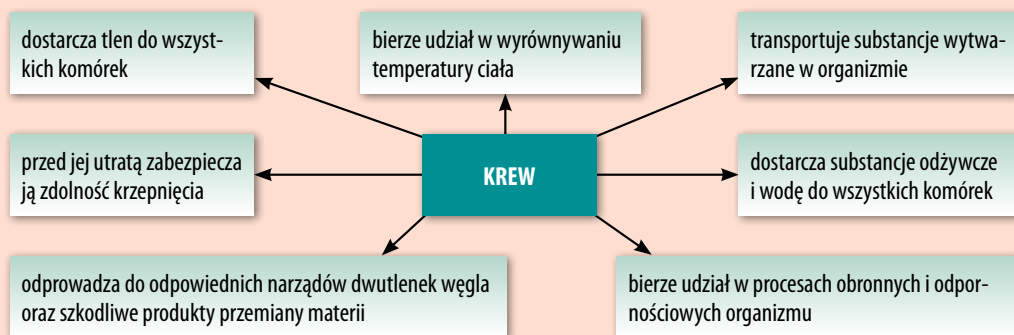
Jednym z podstawowych badań diagnostycznych w medycynie jest **badanie krwi**. Pozwala ono w dużej mierze dosyć wcześnie rozpoznać i zdiagnozować różne stany chorobowe (np. zapalenia, zatrucia) organizmu. Szczegółowe badania biochemiczne umożliwiają też określenie zawartości hormonów, enzymów, innych białek, różnych pierwiastków itp., co daje możliwość oceny stanu sprawności większości narządów ciała człowieka. Z tych też względów każda zdrowa osoba powinna profilaktycznie wykonać raz w roku analizę krwi. Wyniki należy pokazać lekarzowi, który w uzasadnionych wypadkach zleci bardziej szczegółowe badania lub dobierze odpowiednią kurację. Wizyta u lekarza jest konieczna, nawet jeśli na pozór wydaje nam się, że wyniki analizy naszej krwi są prawidłowe. Podstawowe parametry badane w profilaktycznych badaniach krwi przedstawia tab. 9.2. Innymi często wykonywanymi badaniami krwi są badania na zawartość cholesterolu, cukru, mocznika, kreatyniny i tzw. próby wątrobowe.

PARAMETRY	NORMA		UWAGI
	U KOBIET	U MĘŻCZYZN	
Erytrocyty (RBC) [mln/mm <sup>3</sup> ]	4,0–5,5	4,5–6,0	ich spadek może wskazywać na niedokrwistość (anemię)
Hemoglobina (HGB) [g/100 ml]	12–16	14–18	zbyt mała jej ilość może świadczyć o niedokrwistości (anemii)
Hematokryt (HCT) [%]	40–51	40–54	jest to stosunek objętości erytrocytów do objętości całej krwi; zbyt niski poziom może świadczyć o przewodnieniu organizmu lub niedokrwistości; zbyt wysoki poziom wskazuje na odwodnienie lub jest wynikiem nadprodukcji erytrocytów
Płytki krwi (PLT) [tys./mm <sup>3</sup> ]	140–450		zła ich zawartość jest przyczyną problemów związanych z krzepiwością krwi
Leukocyty (WBC) [tys./mm <sup>3</sup> ]	4,0–10,0		zwiększona ich liczba świadczy np. o silnej infekcji różnego pochodzenia, stanach zapalnych, obecności nowotworów itp.
Ob – po 1 godzinie [mm]	2–9		jest to tzw. opad, czyli opadanie krwinek po jednej godzinie; zbyt wysoki opad (powyżej 20) świadczy o występowaniu stanu zapalnego w organizmie

Tab. 9.2 Prawidłowe wyniki badań krwi

## PODSUMOWANIE

- *Krew jest tkanką łączną zbudowaną z osocza i komórek krwi: erytrocytów, leukocytów i trombocytów.*
- *Osocze składa się z wody oraz związków nieorganicznych i organicznych, które rozprawdza po całym organizmie.*
- *Czerwone krwinki (erytrocyty) posiadają czerwony barwnik – hemoglobinę – która nietrwale łączy się z tlenem i transportuje go do wszystkich komórek.*
- *Białe krwinki (leukocyty) są bardzo zróżnicowane pod względem wielkości, kształtu i budowy; chronią organizm przed drobnoustrojami, alergenami i rozkładają fragmenty uszkodzonych tkanek.*
- *Płytki krwi (trombocyty) warunkują krzepliwość krwi. Oprócz nich w procesie tym bierze udział wiele czynników – jony Ca, witamina K, fibrynogen przekształcający się w fibrynę (włóknik).*
- *U ludzi wyróżniamy 4 grupy krwi: A, B, AB i 0. Są one uwarunkowane genetycznie. Przynależność krwi do danej grupy zależy od obecności lub braku w błonie komórkowej erytrocytów białka A lub B oraz w osoczu – przeciwciał anty-A, anty-B. Człowiek z grupą krwi AB to uniwersalny biorca, a z grupą krwi 0 – uniwersalny dawca.*
- *Podczas transfuzji stosuje się zawsze krew o pełnej zgodności.*
- *Podczas transfuzji bierze się także pod uwagę czynnik Rh, który jest warunkowany obecnością lub brakiem białka Rh w błonie erytrocytu.*
- *Konflikt serologiczny powstaje wówczas, gdy kobieta nie posiada czynnika Rh, a płód odziedziczy go po ojcu.*
- *Badania aktualnego składu krwi dostarczają informacji o funkcjonowaniu organizmu i pozwalają zdiagnozować różne choroby.*



Ryc. 9.13 Funkcje krwi

## 9.2. Rodzaje naczyń krwionośnych

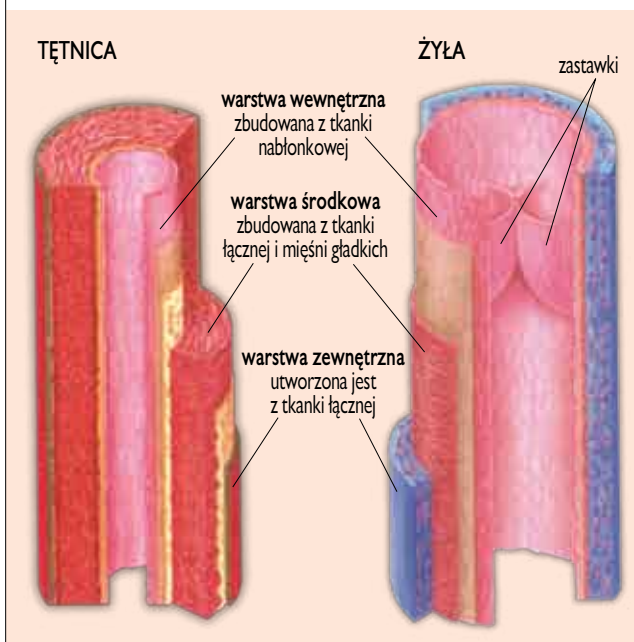
W układzie krwionośnym człowieka możemy wyróżnić trzy rodzaje **naczyń krwionośnych**: **tętnice**, **żyły** i **naczynia włosowate**. Mimo, że tworzą jeden zamknięty system, różnią się budową i funkcją (ryc 9.14, 9.15).

### WAŻNE POJĘCIA:

**tętnice**,  
**żyły**,  
**naczynia włosowate**,  
**zastawki**.

### TĘTNICE I ŻYŁY

Ściany tętnic i żył zbudowane są z trzech warstw, które utworzone są z tkanki łącznej, mięśni gładkich i nabłonka. Mięśnie gładkie – znajdujące się w ścianach naczyń krwionośnych – kurcząc się lub rozkurczając, powodują zmniejszenie lub zwiększenie światła naczynia. Wpływa to na przepływ krwi przez naczynie, a tym samym może być regulowana ilość krwi (dostarczanej np. do danego narządu) oraz jej ciśnienie w naczyniach. Kontrolą napięcia mięśni naczyń i zarazem kontrolą odpowiedniego ukrwienia narządów ciała zajmuje się układ nerwowy.



Ryc. 9.14 Budowa tętnicy i żyły



Ryc. 9.15 Naczynia krwionośne widziane pod mikroskopem (przekrój)

**Tętnice** są odpowiedzialne za rozprawdzanie krwi z serca. Ciśnienie płynącej w nich krwi jest znacznie większe niż w pozostałych naczyniach krwionośnych, dlatego ich ściany są najgrubsze i zarazem najbardziej elastyczne. W miarę oddalania się od serca tętnice rozgałęziają się i przechodzą w tętnice o coraz mniejszej średnicy, tzw. **tętniczki**.





**Ryc. 9.16** Mechanizm działania zastawek żylnych



**Ryc. 9.17** Budowa naczynia włosowatego

**Żyły** doprowadzają krew do serca. Ich ściany są zbudowane podobnie jak ściany tętnic, lecz są cieńsze. Wewnątrz posiadają **zastawki**, które zapobiegają cofaniu się krwi i umożliwiają jej przepływ tylko w kierunku serca (ryc. 9.16). Zastawki są rozmieszczone na całej długości żył. Bliżej serca żyły łączą się ze sobą, tworząc naczynia o coraz większej średnicy.

### NACZYNIA WŁOSOWATE

**Naczynia włosowate** mają bardzo małą średnicę, a ich ściany są zbudowane z jednej warstwy komórek tkanki nabłonkowej (ryc. 9.17). Taka budowa pozwala im na wymianę substancji pomiędzy przepływającą przez nie krwią a komórkami ciała. Sieć naczyń włosowatych gęsto oplata wszystkie tkanki, a szczególnie narządy, w których dokonuje się intensywna wymiana różnych substancji, np. płuca czy jelito cienkie.

Ogólny schemat przepływu krwi w naczyniach krwionośnych jest następujący:

**tętnice → tętniczki → naczynia włosowate → żyłki → żyły**

Czasami jednak można obserwować nieco inny schemat przepływu krwi:

**żyły → naczynia włosowate → żyły (np. w wątrobie) lub tętniczka → naczynia włosowate → tętniczka (nerki)**

### PODSUMOWANIE

- W układzie krwionośnym wyróżniamy trzy rodzaje naczyń krwionośnych: żyły, tętnice i naczynia włosowate.
- Ściany tętnic i żył zbudowane są z 3 warstw: zewnętrznej, środkowej (utworzonej z tkanki łącznej i mięśni gładkich) oraz wewnętrznej (wystanej tkanką nabłonkową).
- Ściany żył są cieńsze niż ściany tętnic, gdyż krew płynie w nich pod mniejszym ciśnieniem. Cofaniu się krwi w żyłach zapobiegają zastawki.
- Tętnice wyprowadzają krew z serca.
- Żyły doprowadzają krew do serca.
- Ściany naczyń włosowatych zbudowane są z jednej warstwy komórek tkanki nabłonkowej. Warunkują wymianę substancji pomiędzy krwią a poszczególnymi komórkami ciała.

**SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ**

1. *Opisz skład i rolę krwi.*
2. *Skonstruuj tabelę, w której porównasz informacje dotyczące komórek krwi, ich kształtu, barwy, ilości w  $1\text{ mm}^3$ , funkcji, obecności jądra komórkowego.*
3. *Narysuj kolejne etapy krzepnięcia krwi i do każdego rysunku dopisz komentarz.*
4. *Z plasteliny ulepij komórki krwi i nadaj im odpowiednie kształty. Spróbuj zachować proporcjonalne wielkości.*
5. *Wymień funkcje komórek krwi i podaj cechy budowy, które umożliwiają im pełnienie danych funkcji.*
6. *Przeprowadź wywiad w swojej rodzinie, dowiedz się, jaką grupę krwi mają twoi najbliżsi. Napisz, jakie grupy krwi można im podać podczas transfuzji.*
7. *Podaj zalety banków krwi i krwiodawstwa.*
8. *Opisz, w jakim przypadku istnieje niebezpieczeństwo konfliktu serologicznego oraz dlaczego jest on niebezpieczny przy drugiej ciąży.*
9. *Wyjaśnij, dlaczego krew jest „darem życia” i jakie jest znaczenie krwiodawstwa dla jednostki i społeczeństwa.*
10. *Wykaż znaczenie badań krwi w diagnostyce chorób.*
11. *Wyjaśnij, w jaki sposób krew transportuje gazy oddechowe.*
12. *Porównaj budowę ścian i funkcję tętnic, żył i naczyń włosowatych.*



**Ryc. 9.18** Honorowy krwiodawca oddaje krew w specjalnie do tego celu przystosowanym autobusie

### 9.3. Budowa i praca serca

**Serce** człowieka jest niezwykle sprawnym i intensywnie działającym narządem. Ma wielkość zaciśniętej pięści, a zasadniczą jego funkcją jest **pompowanie krwi**. W ciągu około 75 lat życia człowieka serce kurczy się i rozkurcza około 2,5 miliarda razy, przepompowując około 300 milionów litrów krwi.

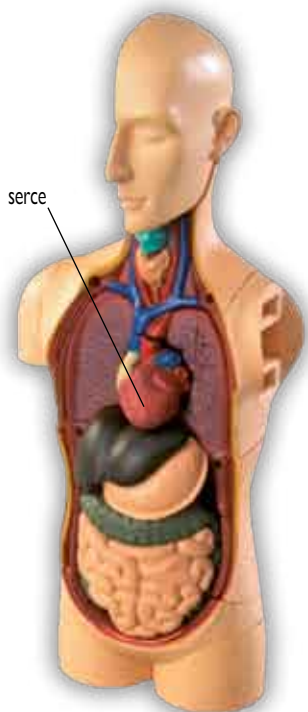
#### BUDOWA SERCA

Serce położone jest w klatce piersiowej, za mostkiem (ryc. 9.18). Po bokach sąsiaduje z płucami, a od tyłu – z przełykiem. Zbudowane jest z **tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej sercowej**, która kurczy się niezależnie od naszej woli. Serce posiada własną sieć naczyń krwionośnych, dostarczających mu niezbędne substancje odżywcze i tlen. Część naczyń krwionośnych oplata serce dookoła, stąd układ krążenia serca nazwano **układem wieńcowym**. Od zewnątrz serce otoczone jest cienką, łącznotkankową błoną – **osierdziem** (ryc. 9.19), wewnątrz którego w tzw. **jamie osierdziowej** znajduje się niewielka ilość **płynu**. Płyn ten zapobiega tarciu serca podczas jego pracy.

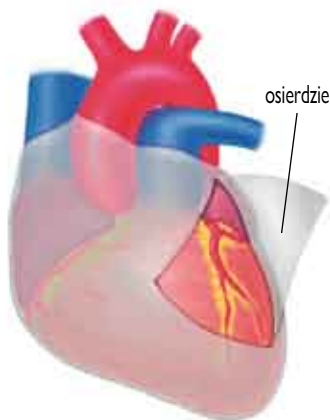
Serce człowieka jest zbudowane z czterech części: **dwóch przedsionków** i **dwóch komór** (ryc. 9.20 i 9.21). Pionowa przegroda całkowicie oddziela prawą część serca od lewej. Przedśionki są mniejsze od komór, a ściany je budujące – cieńsze. Najgrubsza jest ściana lewej komory serca. Pomiędzy przedśionkami a komorami

#### WAŻNE POJĘCIA:

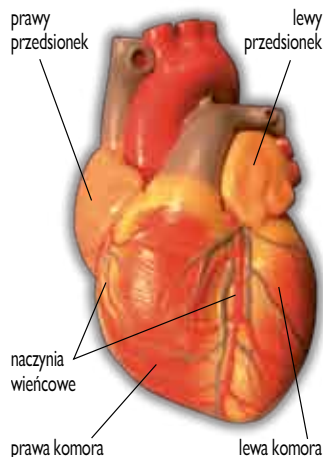
**serce, układ wieńcowy, osierdzie, przedsionki, komory, zastawki przedsionkowo-komorowe, zastawki półksiężycowate, aorta, pień płucny, żyła główna dolna, żyła główna górna, żyły płucne, praca serca, skurcz serca, rozkurcz serca, pauza, tętno (puls), ciśnienie krwi.**



Ryc. 9.18 Umiejscowienie serca w ciele człowieka

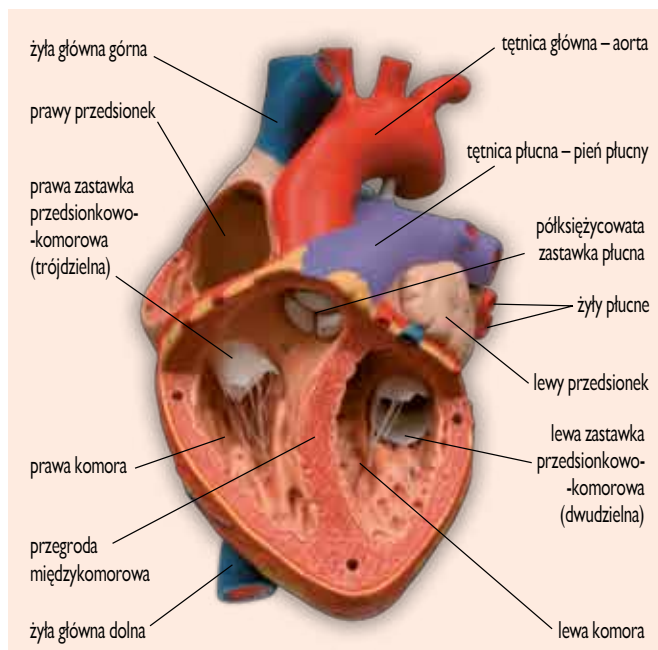


Ryc. 9.19 Serce otoczone jest błoną – osierdziem



Ryc. 9.20 Serce ludzkie

znajdują się automatycznie zamykające się **zastawki przedsionkowo-komorowe**: prawa (trójdzielna) i lewa (dwudzielna). Zastawki zapobiegają cofaniu się krwi, a tym samym gwarantują jednokierunkowy przepływ krwi w sercu. Jest to możliwe dzięki możliwości odchyłania się płatków zastawek tylko w jednym kierunku i blokowania się ich w przypadku, gdyby krew chciała się cofać. Drugi rodzaj zastawek – **zastawki półksiężycowate** – znajdują się pomiędzy komorami a wychodzącymi z nich tętnicami.



Ryc. 9.21 Przekrój przez serce

Od lewej komory odchodzi tętnica główna – **aorta**. Jest to bardzo gruba tętnica, która po wyjściu z serca rozgałęzia się na mniejsze tętnice. Cofaniu się krwi z aorty zapobiega zastawka półksiężycowata. W prawej komorze ujście swe ma tętnica płucna – jest to tzw. **pień płucny**, odgraniczony od komory także zastawką półksiężycowatą. Do przedsionków dochodzą żyły: **żyła główna dolna** i **żyła główna górna** do prawego przedsionka oraz cztery **żyły płucne** do przedsionka lewego.

## PRACA SERCA

Rytmiczne skurcze i rozkurcze serca składają się na jego **pracę**. Przeciętnie serce uderza 70 razy na minutę i pracuje nieprzerwanie przez całe życie człowieka. W cyklu jego pracy możemy wyróżnić: **skurcz**, **rozkurcz** i **pauzę**. Cykl trwa około 0,8 sekundy. W fazie skurczu kurczą się komory, a rozkurczają przedsionki. Wówczas zamykają się zastawki przedsionkowo-komorowe, a otwierają zastawki półksiężycowate i krew wypchnięta jest do tętnic. W fazie rozkurczu komory się rozkurczają, natomiast kurczą się przedsionki. Zamykają się wówczas zastawki półksiężycowate, co zapobiega cofaniu się krwi z tętnic, natomiast otwierają się zastawki przedsionkowo-komorowe i krew napływa z przedsionków do komór. Ostatnia faza pracy serca to pauza, w której rozkurczone są komory i przedsionki, czyli jest to swoisty odpoczynek serca. W fazie tej serce wypełnia się krwią, czyli krew z żył napływa do przedsionków, a także z przedsionków do komór. Serce działa automatycznie i jest niezależne od naszej woli.

## ĆWICZENIE 9.2

**Skurcz, rozkurcz i pauza...***czyli zrozumieć pracę własnego serca.*

## POSTĘPOWANIE:



1. Wyciągnij przed siebie ręce i umieść równoległe jedną dłoń nad drugą.
2. Dłoń znajdująca się u góry obrazuje przedsionek serca, natomiast dolna dłoń – komorę.
3. Zapoznaj się dokładnie z cyklem pracy serca.
4. Postaraj się zobrazować poszczególne jego fazy, zaciskając dłoń, co będzie obrazować skurcz danej części serca.
5. Podczas fazy skurczu powinieneś mieć zaciśniętą w pięść dolną dłoń (skurcz komór), a zwolnioną dłoń górną (rozkurcz przedsionków).
6. Podczas fazy rozkurczu zaciśnij dłoń górną (skurcz przedsionków).
7. W czasie pauzy obie dłonie powinny pozostać niezaciśnięte.
8. Jeśli już nauczysz się odpowiednich ruchów obrazujących pracę serca, postaraj się dostosować proporcjonalnie czas trwania danej fazy do zobrazowania jego pracy.
9. Czy jest możliwe, aby zobrazować w ten sposób choćby jeden cykl pracy serca w czasie rzeczywistym?
10. Zapisz wnioski na temat pracy, jaką wykonuje twoje serce.

**TĘTNO, TONY SERCA I CIŚNIENIE KRWI**

Kiedy lewa komora pompuje krew do aorty, powoduje to rozciąganie się jej ścian. Skurcz rozprzestrzenia się jak fala wzdłuż aorty i dociera do wszystkich większych tętnic. Jest to wyczuwalne w postaci **tętna (pulsu)**, który możemy mierzyć, przykładając palce w okolicach odpowiednio grubych tętnic. Najczęściej tętno mierzy się na nadgarstku lub na szyi. Tętno dorosłego człowieka wynosi około 70 uderzeń na minutę (tyle, ile rytm pracy serca), natomiast u dzieci jest szybsze.

Zamykające się zastawki serca wydają specyficzne dźwięki, które możemy usłyszeć jako tzw. **tony serca**. Wsłuchując się w nie za pomocą stetoskopu (tzw. słuchawek lekarskich), lekarz może ocenić pracę zastawek.

Krew wywiera na naczynia krwionośne ciśnienie. W dużej mierze zależy ono od siły skurczów serca: im silniejsze skurcze serca, tym więcej krwi jest wtłaczanej do tętnic, a tym samym wyższe jest jej ciśnienie w naczyniach krwionośnych. Zatem **ciśnienie krwi** rośnie w tętnicach w czasie skurczu komór i spada w czasie ich rozkurczu. Ciśnienie skurczowe i rozkurczowe możemy zmierzyć przy pomocy odpowiednich aparatów, zwanych ciśnieniomierzami. Zwykle badamy je w tętnicy ramiennej. Prawidłowe ciśnienie skurczowe dorosłego człowieka wynosi 120 mm słupa rtęci (mm Hg), natomiast rozkurczowe – 80 mm Hg. Zapisuje się je zwykle, podając najpierw wartość ciśnienia skurczowego, a następnie wartość ciśnienia rozkurczowego, na przykład: 120/80 mm Hg.

**5. Faza spadku ciśnienia krwi.**

Krew z żył wpływa do rozkurczonych przedsionków. Zastawki przedsionkowo-komorowe otwierają się, gdy ciśnienie w komorach spada poniżej ciśnienia w przedsionkach; krew wpływa wówczas do komór i cykl powtarza się.

**1. Skurcz przedsionków.**

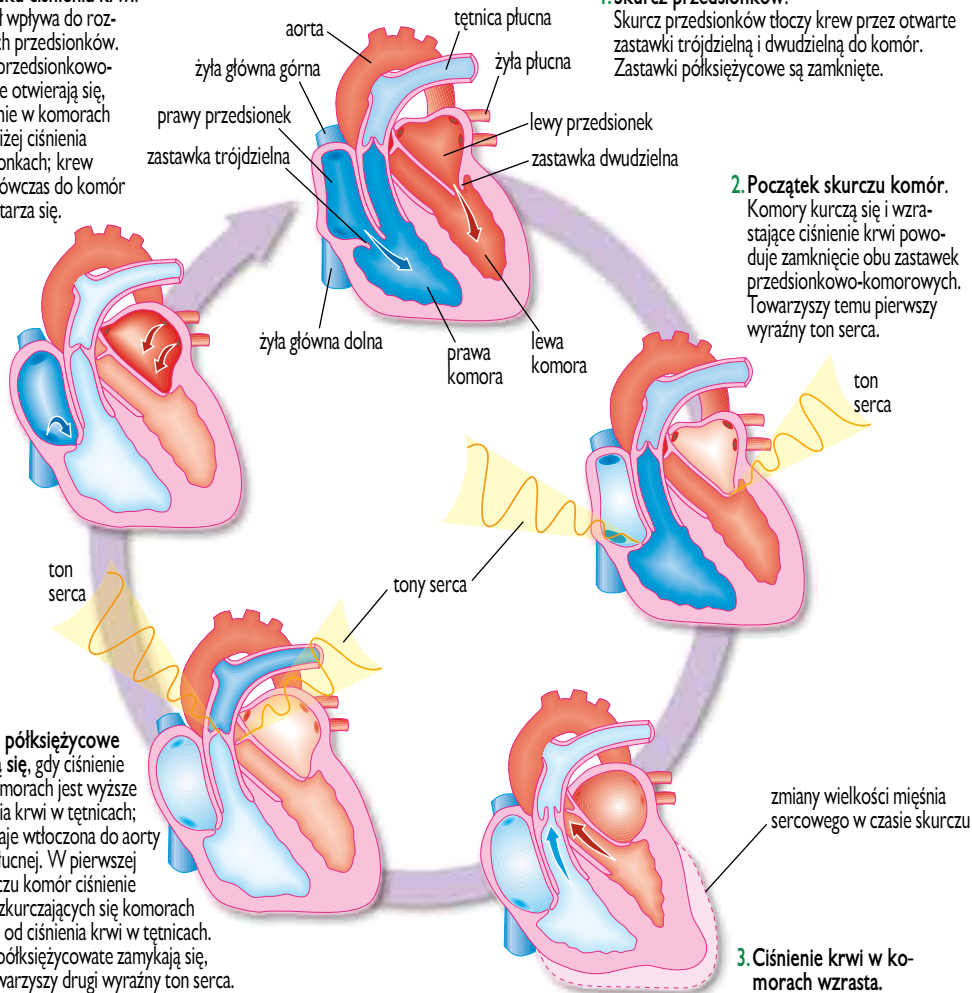
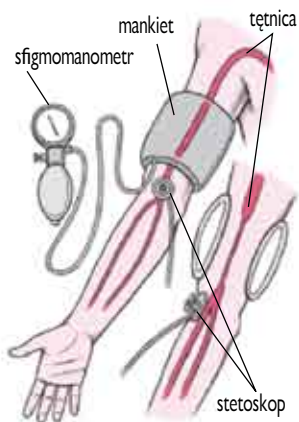
Skurcz przedsionków tłoczy krew przez otwarte zastawki trójdzielną i dwudzielną do komór. Zastawki półksiężycowe są zamknięte.

**2. Początek skurczu komór.**

Komory kurczą się i wzrastające ciśnienie krwi powoduje zamknięcie obu zastawek przedsionkowo-komorowych. Towarzyszy temu pierwszy wyraźny ton serca.

**4. Zastawki półksiężycowe otwierają się,**

gdy ciśnienie krwi w komorach jest wyższe od ciśnienia krwi w tętnicach; krew zostaje wtłoczona do aorty i tętnicy płucnej. W pierwszej fazie skurczu komór ciśnienie krwi w rozkurczających się komorach jest niższe od ciśnienia krwi w tętnicach. Zastawki półksiężycowe zamykają się, czemu towarzyszy drugi wyraźny ton serca.

**3. Ciśnienie krwi w komorach wzrasta.****Ryc. 9.22** Cykl pracy serca**Ryc. 9.23** Lekarz dokonuje pomiaru ciśnienia i tętna**Ryc. 9.24** Prawidłowo umieszczony aparat do pomiaru ciśnienia krwi

**ĆWICZENIE 9.3****Stuku-puku...**

*czyli badamy tętno i ciśnienie krwi w spoczynku i po wysiłku.*

**MATERIAŁY I PRZYRZĄDY:**

- stoper,
- stetoskop,
- aparat do mierzenia ciśnienia krwi.

**POSTĘPOWANIE:**

1. Ćwiczenie wykonujemy parami.
2. Za pomocą opuszek dwóch palców (wskazującego i środkowego) uciśnij wewnętrzną powierzchnię przedramienia w okolicy nadgarstka kolegi (na tętnicy promieniowej).
3. Postaraj się wyczuć tętno, a następnie włącz stoper i licz ilość uderzeń serca w ciągu 30 sekund. Badanie powtórz trzy razy, a wynik uśrednij.
4. Uzyskany wynik pomnóż przez 2, wówczas uzyskasz tętno kolegi.
5. Zamień się z kolegą rolami, teraz on zbada twoje tętno.
6. Przy pomocy aparatu do mierzenia ciśnienia i pod kontrolą nauczyciela dokonajcie pomiaru ciśnienia krwi.
7. Wykonaj 10 przysiadów i niezwłocznie po ich wykonaniu zmierz tętno oraz ciśnienia krwi.
8. Porównaj wyniki badań uzyskane w stanie spoczynku i po wysiłku.
9. Zapisz wnioski.

**PODSUMOWANIE**

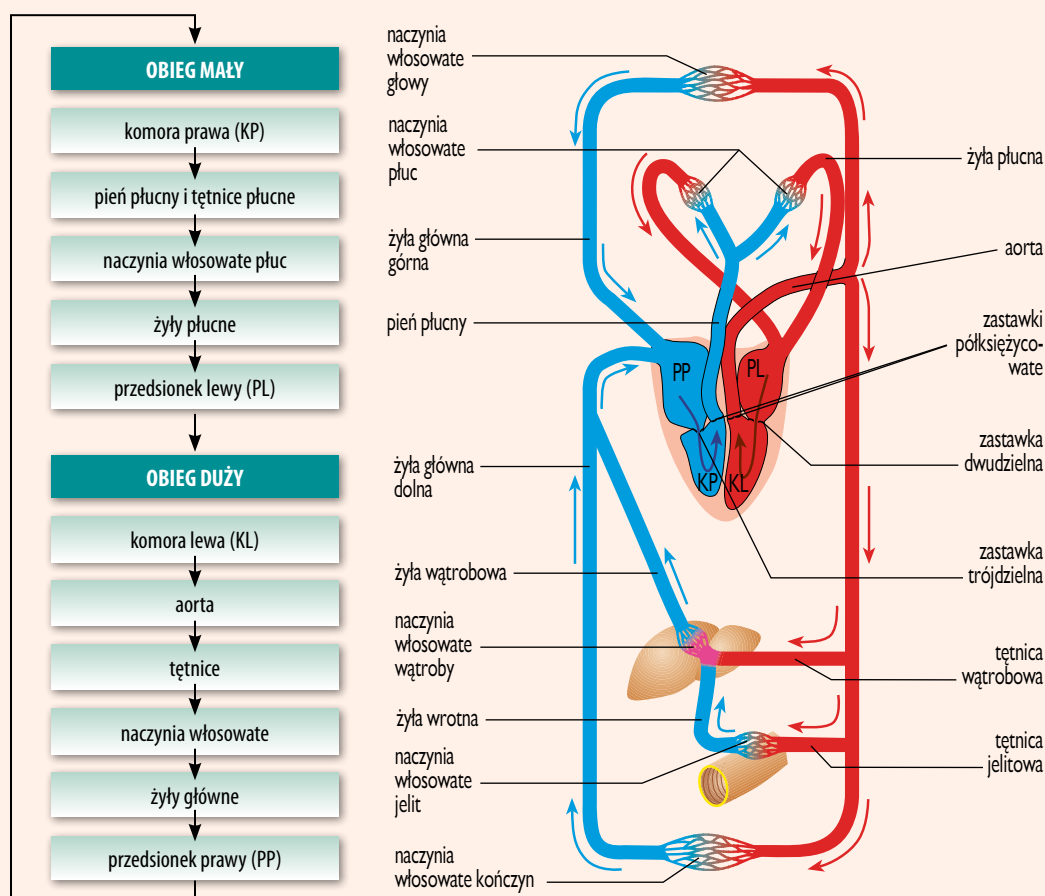
- Serce umożliwia pompowanie krwi. Jego ściany zbudowane są z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej serca. Działa automatycznie, niezależnie od naszej woli.
- Serce leży w klatce piersiowej i otoczone jest workiem osierdziowym.
- Serce posiada własną sieć naczyń wieńcowych, które dostarczają mu niezbędne substancje odżywcze i tlen.
- Serce składa się z czterech jam: dwóch przedsionków i dwóch komór. Pomiędzy przedsionkami a komorami znajdują się zastawki: trójdzielna – po prawej stronie i dwudzielna – po lewej. Komory łączą się z tętnicami, lewa komora – z aortą, prawa – z pniem płucnym. Do przedsionków wpadają żyły: żyła główna dolna i górna – do prawego, 4 żyły płucne – do lewego.
- Praca serca polega na rytmicznym, naprzemiennym kurczeniu i rozkurczaniu przedsionków i komór. Na pracę serca składają się trzy fazy: skurcz, rozkurcz i pauza.
- Tętno (puls) u dorosłego człowieka wynosi około 70 uderzeń na minutę. Powstaje przez rozciąganie ścian tętnic pod wpływem skurczu komór.
- Tętno serca powstają w czasie zamykania się zastawek. Można je usłyszeć, używając słuchawek lekarskich (stetoskopu), i ocenić prawidłowość pracy zastawek. Wszelkie uszkodzenia zastawek negatywnie wpływają na pracę serca i słyszane są w postaci szmerów.
- Prawidłowe ciśnienie krwi wynosi 120/80 mm Hg – pierwsza wartość (120) to ciśnienie panujące w tętnicach podczas skurczu komór, a druga (80) to ciśnienie podczas ich rozkurczu.

## 9.4. Krążenie krwi

Krew krąży w ciele człowieka w **dwóch obiegach**: **dużym** i **małym**. Obiegi te tworzą odrębne, zamknięte systemy, które mają połączenie w sercu (ryc. 9.25).

### WAŻNE POJĘCIA:

**mały obieg krwi (płucny)**,  
**duży obieg krwi (obwodowy)**,  
**krążenie wieńcowe**,  
**zawał serca**, **krążenie wrotne**.



Ryc. 9.25 Schemat układu krążenia człowieka

### KRWIOOBIEG MAŁY

**Mały obieg krwi (obieg płucny)** rozpoczyna się w prawej komorze serca. Krew napływająca z prawego przedsionka do prawej komory jest uboga w tlen, ponieważ powróciła z tkanek i narządów ciała. Skurcz komory powoduje wypchnięcie krwi do dużej tętnicy, która następnie rozgałęzia się na **tętnicę płucną prawą i lewą**. Tętnice te kierują krew do odpowiedniego płuca, gdzie rozgałęziają się one na coraz mniejsze tętnice i tętniczki. Te z kolei przechodzą w naczynia włosowate. Odpowiednia budowa naczyń



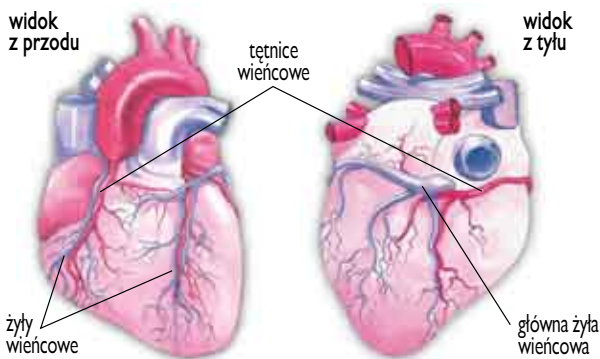
włosowatych (jedna warstwa komórek w ich ścianach) pozwala na swobodną wymianę gazową pomiędzy krwią a powietrzem zawartym w pęcherzykach płucnych. Naczynia włosowate przechodzą następnie w żyły, które łącząc się, tworzą żyły o coraz większej średnicy. Krew zawierająca dużą ilość tlenu wypływa z płuc **żyłami płucnymi**. Z każdego płuca wychodzą po dwie żyły płucne, które następnie łączą się z lewym przedsionkiem, kierując do niego bogatą w tlen krew. W małym obiegu krwi krew uboga w tlen płynie tętnicami, natomiast krew bogata w tlen – żyłami.

## KRWIOOBIEG DUŻY

Dostarczona do lewego przedsionka krew bogata w tlen jest przepompowywana do lewej komory serca. Rozpoczyna się w ten sposób **duży obieg krwi (obwodowy)** prowadzący krew do tkanek i narządów ciała. Skurcz lewej komory wtłacza krew do aorty, największej tętnicy człowieka. Po wyjściu z serca aorta zakręca, tworząc łuk aorty. Zaczynają tu odchodzić od niej liczne tętnice prowadzące krew do poszczególnych części ciała lub konkretnych narządów, np. do serca, mózgu, kończyn górnych, nerek, jelit, kończyn dolnych itp. Następnie rozgałęziają się one na coraz drobniejsze tętnice, które przechodzą w sieć naczyń włosowatych umożliwiających ukrwienie i odpowiednią wymianę gazową. Naczyniami tymi dostarczane są także substancje odżywcze do każdego narządu i do każdej tkanki. Krew powraca do serca z odpowiednich części ciała żyłami, które łączą się następnie w dwie duże żyły. Są to żyły główne: górna i dolna, które zbierają krew odpowiednio z górnej i dolnej części organizmu. Żyły te łączą się z prawym przedsionkiem, do którego wprowadzona została krew uboga w tlen.

## KRAŻENIE KRWI W MIĘŚNIU SERCOWYM I WĄTROBIE

Ważną rolę w dużym obiegu krwi pełni **krażenie wieńcowe**, czyli krażenie zasilające serce. Tuż po wyjściu aorty z serca odchodzą od niej **tętnice wieńcowe**, które prowadzą krew do mięśnia sercowego. Rozgałęziają się one na coraz mniejsze tętniczki i następnie przechodzą w **naczynia włosowate ścian serca**. Po dostarczeniu substancji odżywczych i tlenu oraz odebraniu dwutlenku węgla i produktów przemiany materii naczynia włosowate przechodzą w coraz to większe żyły wieńcowe. Tworzą one jedną wielką

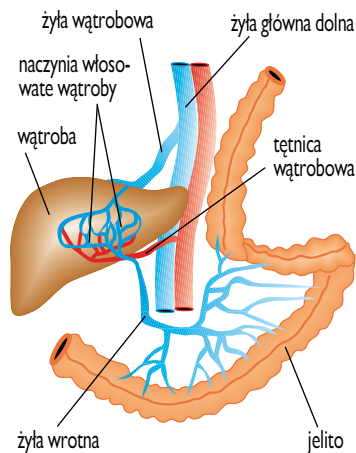


**żyłę wieńcową**, która wpada bezpośrednio do prawego przedsionka. Jeśli jakaś część serca zostanie pozbawiona krwi, np. poprzez zatkanie tętnicy, wówczas mięsień obumiera i tkanka mięśniowa w tej okolicy przestaje pracować. O człowieku, u którego część serca została nagle pozbawiona krwi mówimy, że doznał

Ryc. 9.26 Naczynia wieńcowe

**zawału serca.** Wymaga on natychmiastowej pomocy lekarskiej, gdyż prawidłowa praca serca jest istotna dla wszystkich organów człowieka.

Duże znaczenie i nieco odmienny przebieg ma tzw. **krążenie wrotne wątroby** (ryc. 9.27). Bogata w substancje odżywcze krew płynie z jelit i wprowadzana jest **żyłą wrotną** do wątroby. Tu żyła ta rozgałęzia się i następnie małe żyłki przechodzą w **system naczyń włosowatych wątroby**. Po odebraniu substancji odżywczych przez komórki wątroby krew wypływa z niej **żyłą wątrobową**, która łączy się następnie z żyłą główną dolną. Tlen do wątroby doprowadzany jest wraz z krwią przez **tętnicę wątrobową**.



Ryc. 9.27 Krążenie wrotne

### PODSUMOWANIE

- Krew krąży w dwóch obiegach: dużym (obwodowym) i małym (płucnym).
- Mały obieg krwi – czyli płucny – umożliwia natlenianie krwi. Krew krąży pomiędzy sercem a płucami. Uboga w tlen krew wypływa z prawej komory i płynie tętnicami do płuc, natomiast bogata w tlen powraca żyłami do lewego przedsionka serca.
- Duży obieg krwi (obwodowy) umożliwia rozprowadzenie tlenu i substancji odżywczych po całym ciele, do każdej komórki organizmu. Krew bogata w tlen i substancje odżywcze wypływa z lewej komory aortą, następnie dociera tętnicami do każdej komórki ciała i powraca żyłami głównymi górną i dolną do lewego przedsionka serca.
- W obrębie dużego obiegu krwi występuje krążenie wrotne wątroby. Bogata w substancje odżywcze krew wypływająca z jelit płynie żyłą wrotną do wątroby. W wątrobie część substancji zostaje odebrana z krwi i krew zostaje wyprowadzona z wątroby żyłą wątrobową, która łączy się z żyłą główną dolną.

### SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Narysuj schemat budowy serca człowieka i zaznacz na nim elementy budowy oraz naczynia łączące się z nim.
2. Sporządź rysunek komórek mięśnia poprzecznie prążkowanego serca, przypomnij cechy jego budowy i działania.
3. Omów jeden cykl pracy serca.
4. Oceń wartość ćwiczeń fizycznych dla sprawności serca.
5. Napisz, dlaczego naczynia wieńcowe są nazywane „systemem złotych naczyń”. Jak ich prawidłowa praca wpływa na funkcjonowanie serca?
6. Przedstaw w postaci schematu drogę krwi:
  - a) od lewej komory do prawego przedsionka,
  - b) od prawej komory do lewego przedsionka.
7. Co to jest krążenie wrotne?
8. Dlaczego twierdzenie, że wszystkie tętnice transportują krew utlenowaną, a żyły odtlenowaną nie jest prawidłowe?

## 9.5. Budowa i funkcje układu limfatycznego

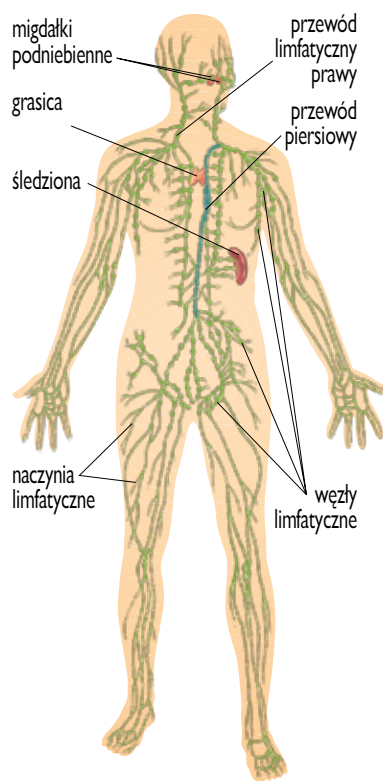
Człowiek posiada także **układ limfatyczny**. W przeciwieństwie do układu krwionośnego jest to **układ otwarty**. Funkcje tego układu są związane z mechanizmami obronnymi organizmu, wchłanianiem tłuszczów z przewodu pokarmowego i ich transportem oraz gromadzeniem i przekazywaniem do krwi płynu tkankowego.

Układ limfatyczny jest zbudowany z sieci **naczyń limfatycznych**, w których krąży **limfa** oraz **tkanki limfatycznej**, która występuje w postaci większych lub mniejszych skupień – **węzłów limfatycznych** (ryc. 9.28).

Limfa jest płynem stale przesączanym z naczyń włosowatych i komórek ciała do przestrzeni międzykomórkowych. W skład limfy wchodzi: woda, sole mineralne, białka, tłuszcze oraz białe ciała krwi. Z **przestrzeni międzykomórkowych** limfa przemieszcza się do bardzo licznych **włosowatych naczyń limfatycznych**. Naczynia limfatyczne łączą się w coraz większe naczynia, które prowadzą limfę do **węzłów limfatycznych chłonnych**. W węzłach zostaje ona oczyszczona z różnych elementów, np. z drobnoustrojów. Następnie coraz większymi **naczyniami limfatycznymi** transportowana jest do dwóch głównych **przewodów limfatycznych: piersiowego i limfatycznego prawego**. W okolicach barków oba przewody łączą się z układem krwionośnym, uchodząc do odpowiednich żył. Przewód limfatyczny prawy zbiera limfę z prawej górnej części ciała, natomiast przewód piersiowy zbiera limfę z całej dolnej i lewej górnej części ciała. Schemat przepływu limfy przedstawia się następująco:

### WAŻNE POJĘCIA:

**układ limfatyczny (chłonny),  
układ otwarty,  
limfa (chłonka),  
naczynia limfatyczne (chłonne),  
węzły limfatyczne (chłonne),  
przewód limfatyczny piersiowy,  
przewód limfatyczny prawy.**



Ryc. 9.28 Układ limfatyczny

**przestrzenie międzykomórkowe → włosowate naczynia limfatyczne → drobne naczynia limfatyczne → węzły chłonne → naczynia limfatyczne → przewody limfatyczne (piersiowy i limfatyczny prawy) → odpowiednie żyły**

**Ruch limfy** w układzie limfatycznym odbywa się dzięki skurczom ścian naczyń limfatycznych, które wzmagane są podczas skurczu mięśni i ucisku np. tętnic. Zachodzi on zawsze w jednym kierunku – do żyły podobojczykowej. Tempo przepływu limfy jest zmienne i dużo mniejsze od tempa przepływu krwi. Uszkodzenia naczyń limfatycznych i zaburzenia w krążeniu limfy mogą powodować powstanie obrzęków, które są wynikiem gromadzenia się dużych ilości płynu tkankowego w przestrzeniach międzykomórkowych.

Poza oczyszczaniem limfy węzły chłonne produkują także niektóre białe ciała krwi. Największe z nich to **węzły: podżuchwowe, przyuszne, pachowe i pachwinowe**. Przy silnym zainfekowaniu organizmu węzły nabrzmiewają i są wyczuwalne dotykiem. Zatykane są wówczas naczynia limfatyczne i w węzłach gromadzi się limfa. W czasie przepływu limfy przez sieć naczyń limfatycznych jest ona oczyszczana przez kilka kolejnych grup węzłów chłonnych tak, aby dostając się do krwi limfa była zupełnie pozbawiona drobnoustrojów.

W skład układu limfatycznego wchodzi także zbudowane głównie z tkanki limfatycznej: **migdałki podniebienne, grasica i śledziona**.

#### PODSUMOWANIE

- Układ limfatyczny zbudowany jest z limfy (chłonki), naczyń limfatycznych i węzłów chłonnych.
- Limfa jest płynem stale odsączanym z naczyń włosowatych i komórek ciała do przestrzeni międzykomórkowych. Składa się z wody, soli mineralnych, białek, tłuszczów i białych krwinek.
- Naczynia limfatyczne zbudowane są podobnie jak żyły, ale posiadają wzdłuż więcej zastawek.
- Limfa z przestrzeni międzykomórkowych dostaje się do naczyń limfatycznych włosowatych, przepływa następnie przez system naczyń limfatycznych przenikających przez węzły chłonne i kolejnymi naczyniami limfatycznymi wpływa do żył, łącząc się z krwią.
- Ruch limfy odbywa się zawsze w jednym kierunku – do żyły podobojczykowej. Następuje to dzięki skurczom ścian naczyń limfatycznych, które wzmacniane są podczas skurczu mięśni szkieletowych, będących w ich pobliżu.
- Węzły chłonne (limfatyczne) produkują białe krwinki i oczyszczają przepływającą przez nie limfę z drobnoustrojów.
- Układ limfatyczny uczestniczy w mechanizmach obronnych organizmu, transportuje tłuszcze z jelit do krwioobiegu oraz gromadzi i przekazuje płyn tkankowy do krwi.

## 9.6. Higiena i choroby układu krążenia

Dobrze funkcjonujący układ krążenia ma kluczowe znaczenie dla zdrowia, a nawet życia człowieka. Złej pracy układu krążenia sprzyjają: wrodzone wady różnych jego części, skłonności genetyczne i niehigieniczny styl życia (złe odżywianie, mała aktywność ruchowa, stres, palenie tytoniu, picie alkoholu). **Choroby sercowo-naczyniowe** są najczęstszą przyczyną zgonów w krajach wysoko rozwiniętych.

### PROFILAKTYKA CHORÓB UKŁADU KRWIONOŚNEGO

Podstawą profilaktyki jest ograniczanie czynników ryzyka związanych ze stylem życia poprzez:

- prawidłowe odżywianie, przestrzeganie odpowiedniej diety – nienadużywanie soli i alkoholu, ograniczenie spożywania tłuszczów),
- utrzymanie prawidłowej masy ciała,
- unikanie lub zaprzestanie palenia tytoniu,
- zwiększenie aktywności fizycznej i wyrobienie nawyków aktywnego wypoczynku,
- okresowe badania lekarskie (podstawowe badania krwi, zawartości cholesterolu i cukru we krwi, pomiar ciśnienia krwi, EKG).

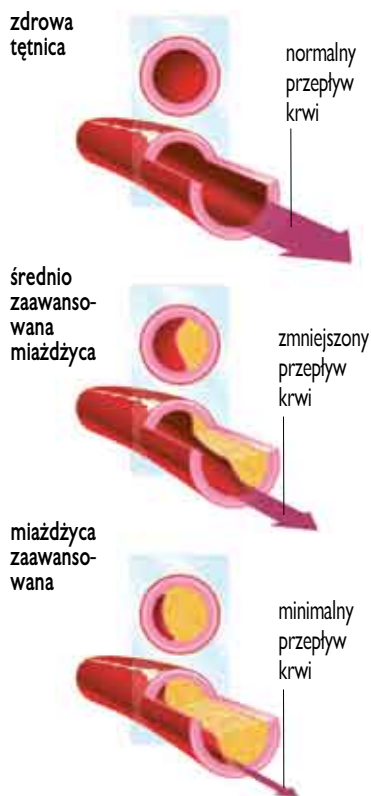
### MIAŻDŻYCA

Jedną z najgroźniejszych chorób jest **miażdżycę**. Do głównych czynników zwiększających ryzyko wystąpienia tej choroby zalicza się: zwiększony poziom **cholesterolu** związany ze złym odżywianiem, nadciśnienie tętnicze, palenie tytoniu, stres, brak ćwiczeń fizycznych, otyłość, cukrzyce oraz predyspozycje wrodzone.

Choroba ta polega na odkładaniu się na wewnętrznej ścianie tętnic przede wszystkim cholesterolu, który następnie wiąże wapń (ryc. 9.29). Tworzą się grube, sztywne ściany tętnic, a ich światło się zmniejsza. Przez częściowo zatkane tętnice do narządów dociera mniej krwi, co często

#### WAŻNE POJĘCIA:

**miażdżycę, udar mózgu, choroba niedokrwienna serca, zawał mięśnia sercowego, choroba nadciśnieniowa, żyłaki, anemia (niedokrwistość), białaczka, obrzęk limfatyczny, wady serca, krwotok.**



Ryc. 9.29 Stadia rozwoju miażdżycy

powoduje ich niedokrwienie. Miażdżycza może rozwijać się we wszystkich tętnicach, ale najczęściej dotyka aortę, tętnice wieńcowe i mózgowie. Zaburzenia ukrwienia mózgu mogą prowadzić do przejściowego lub trwałego jego uszkodzenia, np. do **udar mózgu**. Zwązające się tętnice wieńcowe mogą prowadzić do **choroby niedokrwiennej serca** i w konsekwencji do **zawału mięśnia sercowego**.

## NADCIŚNIENIE

Bardzo groźna jest **choroba nadciśnieniowa**. Jest ona związana z utrzymywaniem się zbyt wysokiego ciśnienia skurczowego i rozkurczowego serca (powyżej 140/90 mm Hg). Przyczyny powstawania tej choroby nie są do końca wyjaśnione. W większości przypadków jest ona warunkowana dziedzicznie, ale może być też związana z chorobami nerek, układu krążenia i układu dokrewnego. Za jedną z przyczyn jej nasilenia uważa się zwiększone spożycie zwykłej soli kuchennej. Do chwili wystąpienia powikłań choroba nadciśnieniowa przebiega bezobjawowo. Częste dolegliwości towarzyszące zwiększonemu ciśnieniu to: bóle głowy, łatwe męczenie się, nadmierna pobudliwość, bezsenność, uczucie kołatania serca, okresowe zaczerwienienia skóry w okolicach szyi. Konsekwencjami choroby mogą być: uszkodzenie nerek, układu krążenia, choroby układu nerwowego.

## INNE CHOROBY UKŁADU KRWIONOŚNEGO

Częsta choroba żył to tzw. **żylaki** (ryc. 9.30). Są one powodowane przez zatrzymywanie się krwi w workowatych poszerzeniach żył. Zwykle możemy je obserwować na kończynach dolnych. Żylaki prowadzą do przewlekłej niewydolności żyłnej.

Do **chorób krwi** zaliczamy **białaczkę** i **anemię**. **Anemia (niedokrwistość)** jest związana ze spadkiem liczby erytrocytów i stężenia hemoglobiny we krwi. Jej przyczyny mogą być różne: znaczna utrata krwi, brak witaminy B<sub>12</sub> i kwasu foliowego w pożywieniu lub problemy z ich wchłanianiem, niedobór żelaza.

**Białaczka** to choroba nowotworowa, spowodowana niekontrolowanym namnażaniem się białych krwinek. Mimo że jest ich bardzo dużo, nie dojrzewają i dlatego nie spełniają swych funkcji obronnych.



Ryc. 9.30 Żylaki

Zastój limfy może powodować tzw. **obrzęk limfatyczny** (ryc. 9.31). Skrajnym jego przykładem jest opuchlizna kończyn dolnych zwana słoniowatością. Kończyny dolne stają się tak nabrzmięte i tak grube, że przypominają nogi słonia. Jest to następstwem zatkania się włosowatych naczyń limfatycznych przez pasyżujące w nich nicienie.

U ludzi zdarzają się również nieprawidłowości w budowie anatomicznej serca – **wady serca**. Prowadzi do złego funkcjonowania tego organu. Wady serca mogą być wrodzone lub nabyte i polegają przede wszystkim na: nieprawidłowych połączeniach pomiędzy poszczególnymi częściami serca lub na nieprawidłowej budowie i funkcji zastawek serca. Przyczyną wad nabytych są zazwyczaj choroby (zapalenia) bakteryjne serca oraz choroba nadciśnieniowa.



Ryc. 9.31 Obrzęk limfatyczny

## KRWOTOKI I ICH TAMOWANIE

**Krwotok** polega na utracie krwi w wyniku choroby lub urazu naczyń krwionośnych. Może on być **zewnątrzny** (krew wydostaje się na zewnątrz ciała) lub **wewnętrzny** (krew nie uchodzi poza organizm, np. wylew krwi do mózgu). Ze względu na miejsce, z którego następuje krwawienie, krwotoki dzielimy na: sercowe, aortalne, tętnicze, żyłne, włosniczkowe (z naczyń włosowatych) i mięszone (krwawienie z naczyń włosowatych w obrębie dużej partii uszkodzonego narządu).

Krwotok **żylny** charakteryzuje się powolnym, jednostajnym wypływem ciemnoczerwonej krwi. Przy uszkodzeniu **tętnicy**, jasnoczerwona krew wypływa silnym, pulsującym strumieniem. **Pierwsza pomoc** w przypadku krwotoków polega na:

- ucisku poprzez jałowy opatrunek miejsca krwotoku w celu zmniejszenia lub całkowitego zahamowania wypływu krwi,
- założeniu ciasnego opatrunku uciskowego powyżej miejsca krwotoku,
- uniesieniu zranionej kończyny w górę i jej unieruchomieniu,
- zapewnieniu pomocy lekarskiej.



Ryc. 9.32

Sposób tamowania krwotoku

**PODSUMOWANIE**

- *Do chorób sercowo-naczyniowych zaliczamy: miażdżycę, udar mózgu, chorobę niedokrwienną serca, zawał mięśnia sercowego, chorobę nadciśnieniową, żylaki, obrzęk limfatyczny. Choroby krwi to anemia i białaczka.*
- *Główną przyczyną chorób układu krwionośnego są wady wrodzone, skłonności genetyczne, a także niewłaściwy styl życia (zła dieta, brak aktywności fizycznej, stres, przepracowanie, zaburzenia snu, spożywanie używek).*
- *Urazy naczyń krwionośnych bądź choroby mogą powodować krwotoki zewnętrzne lub wewnętrzne. Krwotoki żylny charakteryzują się powolnym, jednostajnym wypływem ciemnoczerwonej krwi, natomiast tętnicze – silnym, pulsującym strumieniem jasnoczerwonej krwi.*

**SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ**

1. *Wymień choroby układu krwionośnego. Podkreśl te, które są spowodowane niewłaściwym stylem życia.*
2. *W jaki sposób powstają zmiany miażdżycowe w tętnicach i jakie mogą być ich następstwa dla funkcjonowania innych narządów?*
3. *Uzasadnij, dlaczego miażdżycy zyskała sobie miano „skrytego mordercy”.*
4. *Sporządź tabelę. W jednej kolumnie wymień czynniki wpływające na powstawanie miażdżycy, a w drugiej napisz, jak uniknąć zachorowania na nią, nawiązując do wcześniej wymienionych przyczyn.*
5. *Wiedząc, jakie są przyczyny chorób układu krwionośnego, zastanów się, czy któremuś z twoich rodziców one nie zagrażają. Zaplanuj ulotkę, w której przedstawiś rodzicom zasady postępowania, dzięki którym zmniejszą ryzyko zachorowania na te choroby. Zawieś ją w widocznym miejscu w domu.*
6. *Opisz zasady postępowania przy krwotoku.*
7. *Opisz negatywny wpływ alkoholu i dymu tytoniowego na układ krwionośny.*
8. *Wymień przykłady dwóch chorób serca i układu krwionośnego. Określ przyczyny ich powstawania.*
9. *Porównaj budowę oraz zadania układu krwionośnego i limfatycznego.*
10. *Czym jest limfa i jaką pełni funkcję?*
11. *Wymień największe węzły chłonne i podaj ich funkcje.*
12. *Dlaczego śledziona, migdałki podniebienne i grasicca zaliczane są do narządów układu limfatycznego?*



## 10. Skóra jest tarczą ochronną człowieka

Całe ciało człowieka pokryte jest **skórą**, która chroni jego wnętrze przed środowiskiem zewnętrznym. Aby spełniać funkcję tarczy obronnej, posiada ona odpowiednią budowę i jest wyposażona w struktury, które pomagają w odpowiednim utrzymaniu ciała w stanie równowagi. Skóra jest największym narządem człowieka – jej powierzchnia to 1,5–2 m<sup>2</sup>, a ciężar wynosi 5–6 kg. Posiada bardzo duże zdolności regeneracyjne, co jest ważne dla zachowania jej w dobrym stanie. Utrzymanie zdrowej i dobrze funkcjonującej skóry jest zasadniczym warunkiem zachowania zdrowia całego organizmu.

### WAŻNE POJĘCIA:

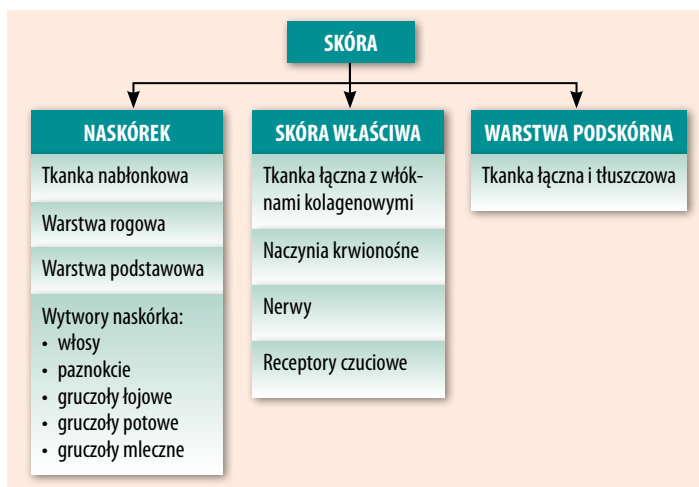
**skóra,**  
**naskórek,**  
**warstwa rogowa,**  
**warstwa podstawowa,**  
**melanina,**  
**wytwory naskórka,**  
**włosy,**  
**gruczoły łojowe,**  
**łój,**  
**gruczoły potowe,**  
**pot,**  
**gruczoły mleczne,**  
**skóra właściwa,**  
**receptory czuciowe,**  
**warstwa podskórna.**

### 10.1. Budowa i funkcje skóry

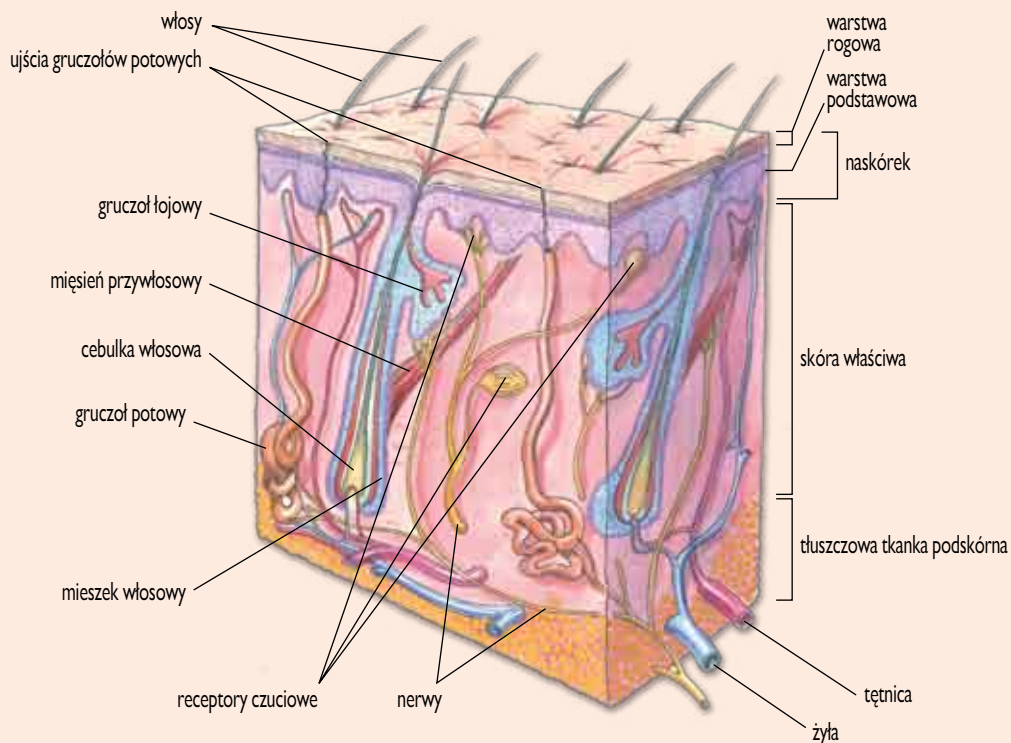
**Skóra** człowieka ma budowę warstwową. Składa się z naskórka, skóry właściwej i tkanki podskórnej (ryc. 10.1 i 10.2).

#### NASKÓREK

Pierwszą, najbardziej zewnętrzną warstwę stanowi **naskórek**. Jest on barierą dla wody i innych czynników zewnętrznych – chroni głębiej położone i bardziej delikatne tkanki ciała. Naskórek jest zbudowany z warstw nabłonka płaskiego. Komórki każdej warstwy ściśle do siebie przylegają, natomiast poszczególne warstwy zachodzą na siebie. Taka budowa jest doskonałą ochroną, a jednocześnie daje możliwość zmian kształtu skóry podczas poruszania się. Najbardziej na zewnątrz położona jest **warstwa rogowa naskórka**. Komórki tej warstwy obumierają, rogowacieją i złuszczają się. Najgłębszą warstwą naskórka jest **warstwa podstawowa**, której komórki stale dzielą się. Powoduje to powstawanie nowych warstw nabłonka, a jednocześnie



Ryc. 10.1 Struktura skóry



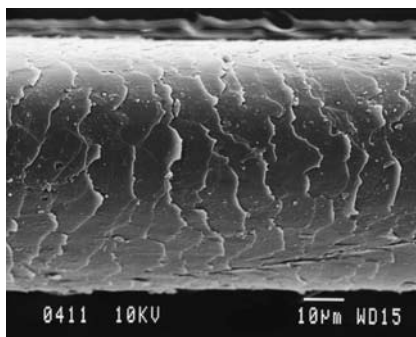
**Ryc. 10.2** Budowa skóry

ku górze wypychane są starsze warstwy nabłonka, które kolejno stają się warstwą rogową i się złuszcza. Komórki warstwy podstawowej produkują także brązowy barwnik skóry – **melanine**, który chroni ją przed promieniowaniem ultrafioletowym. Promieniowanie to wchodzi w skład światła słonecznego i jest bardzo szkodliwe dla organizmu.

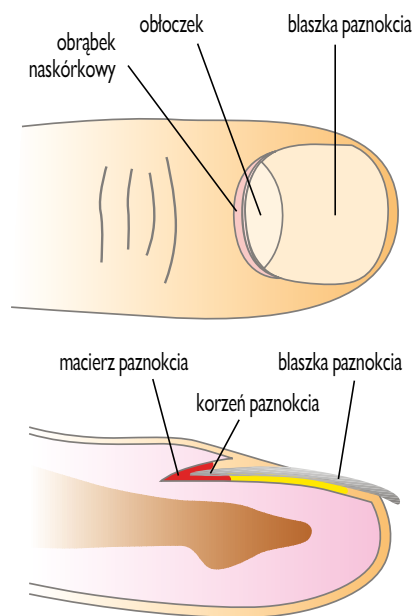
### WYTWORY NASKÓRKA

W skórze umieszczonych jest wiele **wytworów naskórka**. Należą do nich: włosy (ryc. 10.3), paznokcie (ryc. 10.4), gruczoły łojowe, potowe i mleczne (ryc. 10.5). Mimo, że stanowią one wytwory naskórka, przeważnie są osadzone w skórze, a miejscami sięgają jeszcze pod tkankę podskórną.

**Włosy** są to nitkowate twory wyrastające z zagłębień w skórze, do których uchodzą przewody gruczołów łojowych. Barwa włosów jest zależna od ilości zgromadzonej w nich melaniny – im więcej barwnika, tym ciemniejsze włosy. Podstawowa substancja budująca włosy to białko. Ciało człowieka jest owłosione nierównomiernie, a włosy nie odgrywają ważnej funkcji w procesach związanych z termoregulacją organizmu.



Ryc. 10.3 Włos widziany pod mikroskopem elektronowym



Ryc. 10.4 Paznokieć – jeden z wytworów skóry

ków azotowych. Jeśli ich stężenie jest większe, wówczas pot pachnie bardziej intensywnie. Pocenie się jest bardzo ważne w procesach regulacji temperatury ciała i utrzymaniu jej na tym samym poziomie, wydalaniu produktów przemiany materii oraz w mechanizmach obronnych ustroju, gdyż pot ma właściwości bakteriobójcze.

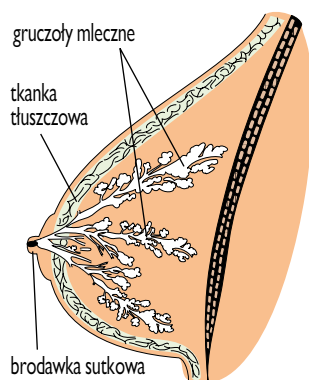
Na drodze przemian ewolucyjnych z gruczołów potowych powstały **gruczoły mleczne** – największe gruczoły ciała człowieka. Są one umieszczone symetrycznie

Najbardziej owłosiona jest skóra głowy, nieco mniej intensywne owłosienie znajduje się w okolicach pachowych, na nogach, rękach, w okolicach narządów płciowych. Owłosieniem są także rzęsy i brwi. U mężczyzn owłosienie ciała jest obfitsze, a dodatkowo występuje na twarzy w postaci zarostu. Całe ciało (z wyjątkiem wewnętrznych powierzchni dłoni, stóp oraz zgięć stawów) pokrywają bardzo drobne, często niewidoczne włosy zwane meszkiem.

Opuszki palców człowieka są chronione przez zrogowaciałe blaszki – **paznokcie**. Dzięki nim opuszki są bardziej wrażliwe na dotyk. Zdrowe paznokcie powinny być gładkie i lekko wypukłe.

**Gruczoły łojowe** produkują **łój** – substancję składającą się przede wszystkim z kwasów tłuszczowych, wosków i cukrów. Zasadniczą funkcją łoju jest natłuszczenie włosów i naskórka oraz ochrona przed drobnoustrojami. Gruczoły łojowe znajdują się na całej powierzchni skóry, z wyjątkiem stóp i dłoni, a ich zagęszczenie jest różnicowane.

Kolejne gruczoły znajdujące się w skórze człowieka to **gruczoły potowe**. Są one równomiernie rozmieszczone na powierzchni całej skóry, choć nieco więcej znajduje się ich na dłoniach i stopach. **Pot** to wydzielina składająca się głównie z wody (98%) oraz chlorku sodu i zbędnych produktów przemiany materii. Charakterystyczny zapach potu spowodowany jest obecnością w nim zwią-



Ryc. 10.5

Gruczoły mleczne – największe gruczoły ciała człowieka

na klatce piersiowej, po brzusznej stronie ciała. Gruczoły te są czynne tylko u kobiet i to w okresie karmienia. Wówczas produkują specyficzną wydzielinę – mleko – którym w początkowym okresie życia odżywia się potomstwo.

## SKÓRA WŁAŚCIWA

Kolejna, najgrubsza warstwa skóry to **skóra właściwa**. Buduje ją tkanka łączna. Jest ona elastyczna i wiotka, a jednocześnie bardzo wytrzymała. Warstwa ta jest silnie ukrwiona i unerwiona. Umieszczone są w niej wytwory naskórka oraz **receptory czuciowe**: dotyku, ucisku, bólu, ciepła oraz zimna. Rozmieszczenie i zagęszczenie receptorów w skórze jest zróżnicowane. Najbardziej wrażliwe obszary to opuszki palców, czubek nosa, wargi, sutki oraz narządy płciowe, najmniej – ramiona, uda, grzbiet i pośladki.

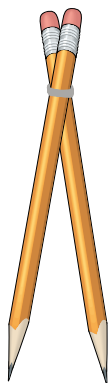
### ĆWICZENIE 10.1

### Czuję, boli...

*czyli badamy gęstość rozmieszczenia receptorów czuciowych w skórze człowieka.*

#### MATERIAŁY I PRZYRZĄDY:

- dwa dobrze zatemperowane, jednakowej długości ołówki, połączone ze sobą przy pomocy gumki receptorurki (lub innej, np. do włosów) – mają stworzyć coś w rodzaju cyrkla,*
- linijka lub papier milimetrowy.*



#### POSTĘPOWANIE:

1. Ćwiczenie wykonujemy parami lub w większych grupach.
2. Wyznaczamy osobę badaną, której zasłaniamy oczy.
3. Wyznaczamy miejsca badania: opuszki palców, dłoni, nadgarstek, przedramię, plecy.
4. Skórę dotykamy przy pomocy złączonych ołówków jednocześnie dwoma końcami rysików, rozstawionymi na pewną odległość.
5. Osoba badana określa, czy odczuwa jedno ukłucie, czy dwa.
6. Zwiększamy lub zmniejszamy odległość pomiędzy rysikami ołówków do tego momentu, kiedy osoba badana odczuwa osobne ukłucia.
7. W ten sposób wyznaczamy najmniejszą odległość pomiędzy receptorami czucia w skórze.
8. Mierzymy odległość pomiędzy rysikami.
9. W każdej okolicy skóry powtarzamy badanie kilkakrotnie.
10. Wyniki zapisujemy w skonstruowanej wcześniej tabeli i wyliczamy średnie zagęszczenie receptorów w danej okolicy skóry.
11. Wysnuwamy wnioski dotyczące rozmieszczenia i zagęszczenia receptorów w skórze człowieka.

## WARSTWA PODSKÓRNA

Pod skórą właściwą znajduje się **warstwa podskórna**. Jest ona zbudowana z tkanki łącznej i tłuszczowej. Stanowi bardzo dobrą podściółkę skóry i warstwę izolacji termicznej, chroniącej ciało przed utratą ciepła, a także przed niską temperaturą środowiska zewnętrznego. Gromadząc tłuszcz, stanowi magazyn energii dla organizmu. Rozłożenie tkanki tłuszczowej i jej grubość nie są równomierne na całej powierzchni skóry i zależą od wielu czynników. Tkanka podskórna łączy skórę z głębiej położonymi narządami, głównie mięśniami i kośćmi.

## FUNKCJE SKÓRY

Skóra pełni w organizmie człowieka następujące funkcje:

- stanowi izolację środowiska wewnętrznego od zewnętrznego (osłona mechaniczna);
- chroni organizm przed wnikaniem drobnoustrojów chorobotwórczych;
- chroni przed negatywnym wpływem promieniowania ultrafioletowego (melanina);
- odbiera bodźce ze środowiska zewnętrznego poprzez receptory;
- bierze udział w procesach termoregulacji;
- pomaga w regulacji zawartości wody w organizmie;
- bierze udział w wydalaniu zbędnych produktów przemiany materii;
- wspomaga organizm w zabezpieczeniu odpowiedniej ilości witaminy D<sub>3</sub> (syntetyzuje ją pod wpływem światła);
- bierze udział w gospodarce tłuszczowej organizmu.

## PODSUMOWANIE

- *Pokrycie naszego ciała stanowi skóra. Jest ona największym narządem organizmu, będącym jego tarczą obronną.*
- *Skóra składa się z trzech warstw: naskórka, skóry właściwej i warstwy podskórnej.*
- *Naskórek zbudowany jest z wielowarstwowego nabłonka tworzącego warstwę rogową oraz warstwę podstawową. Do wytworów naskórka zaliczamy: włosy, paznokcie, gruczoły potowe, łojowe i mleczne, które tkwią głęboko w skórze właściwej.*
- *Skóra właściwa to najgrubsza warstwa, zbudowana z tkanki łącznej. Jest bardzo elastyczna, sprężysta i wytrzymała, silnie ukrwiona i unerwiona. Tkwią w niej wytwory naskórka oraz licznie rozmieszczone receptory czuciowe, dzięki którym skóra odbiera wiele bodźców: ciepło, zimno, dotyk i ucisk.*
- *Warstwa podskórna zbudowana jest z tkanki łącznej i tłuszczowej. Stanowi warstwę izolacji termicznej i jest magazynem energii, a także łączy skórę z głębiej położonymi narządami, mięśniami i kośćmi.*
- *Skóra pełni ważne funkcje w organizmie: chroni przed szkodliwymi czynnikami zewnętrznymi, odbiera bodźce, bierze udział w termoregulacji, w regulacji ilości wody, wydala zbędne produkty przemiany materii i wytwarza witaminę D.*

## 10.2. Higiena i choroby skóry

Rozliczne funkcje pełnione przez skórę warunkowane są przede wszystkim dobrym jej stanem. Jest to zasadniczy powód, dla którego należy przestrzegać podstawowych zasad higieny. Na wygląd i kondycję skóry wpływa wiele czynników, przede wszystkim czynniki genetyczne, płeć, wiek, tryb życia, stan zdrowia oraz środowiska. Skóra jest stale narażona na zanieczyszczenie, czemu sprzyja gromadzenie się na jej powierzchni potu i łoju. Pot i łój spełniają ważne funkcje, ale ich nadmiar jest szkodliwy. Zasady zachowania zdrowej skóry są bardzo proste i stanowią w dużej mierze podstawowe **zasady higieny osobistej** człowieka. Należy zatem:

- regularnie myć całe ciało ciepłą wodą i mydłem,
- starannie wytrzeć ciało po umyciu, co zapobiega wysuszeniu i pękaniu naskórka,
- stosować odpowiednie do rodzaju skóry kosmetyki i środki higieny,
- nie korzystać z cudzych ręczników i przyborów kosmetycznych,
- zmieniać codziennie bieliznę i prać przepocone ubrania,
- zapobiegać przegrzewaniu i nadmiernemu oziębieniu skóry,
- stosować na przemian zimne i ciepłe prysznice, co poprawia ukrwienie skóry,
- zapobiegać wszelkim otarciom naskórka, ubierać niezbyt ciasne ubrania i odpowiednio dopasowane buty,
- przebywać odpowiednią ilość czasu na świeżym powietrzu i świetle słonecznym.

### WAŻNE POJĘCIA:

zasady higieny osobistej, choroby skóry, grzybice, opryszczka, oparzenia, odmrożenia.

### BAKTERYJNE I GRZYBICZNE CHOROBY SKÓRY

Na skórze człowieka znajduje się stale duża liczba różnych bakterii, jednak groźne są tylko bakterie chorobotwórcze. Wiele jest **chorób skóry** związanych z wnikaniem poprzez jej uszkodzenia bakterii chorobotwórczych i powodowanych miejscowym **stanem zapalnym**.

Zmiany skórne mogą być także powodowane przez grzyby chorobotwórcze, co prowadzi do powstawania tzw. **grzybicy** (ryc. 10.6). Są to choroby zakaźne, przenoszone najczęściej poprzez kontakt z osobą chorą lub jej przedmiotami osobistymi. Grzybica może dotyczyć każdej części skóry, ale najczęściej grzyby rozwijają się w fałdach skóry oraz na stopach i dłoniach, między palcami, a także w miejscach owłosionych.



**Ryc. 10.6** Szczególną postacią grzybicy skóry jest grzybica paznokci. Cechy charakterystyczne tej grzybicy to: rogowacenie pod paznokciowe, żółte zabarwienie paznokci, zgrubienia, przebarwienia, łamliwość paznokci, rozwarstwianie, częściowe wykruszanie, nadmierne rogowacenie, bruzdy na płytkach paznokciowych



**Ryc. 10.7** Łupież – choroba skóry głowy objawiająca się złuszczeniem zrogowaciałej warstwy naskórka



**Ryc. 10.8** Grudki naskórkowe – brodawki



**Ryc. 10.9** Opryszczka pospolita



**Ryc. 10.10** Wesz wywołuje chorobę pasożytniczą zwaną wszawicą



**Ryc. 10.11** Roztocze kurzu domowego – jego odchody i chityna są powszechnymi alergenami w domach

Jedną z chorób skóry głowy jest **łupież**, objawiający się złuszczeniem nadmiernie zrogowaciałego naskórka (ryc. 10.7). Nieleczony łupież może spowodować wypadanie włosów.

### CHOROBY WIRUSOWE SKÓRY

Wirusy mogą powodować zmiany skórne w postaci **brodawek** oraz **opryszczkę** (ryc. 10.8 i 10.9). Brodawki mogą występować na różnych częściach skóry i mimo że zazwyczaj nie są groźne, mogą być uciążliwe i szpecące. Opryszczka polega na powstaniu ropnych pęcherzy, którym towarzyszy pieczenie i ból. Tworzą się one w okolicy ust (czasami również nosa) – **opryszczka pospolita** – lub na narządach płciowych – **opryszczka narządów płciowych**. Choroba ta jest bardzo trudna do wyleczenia i bardzo często nawraca.

### PASOŻYTY SKÓRY

Na skórze człowieka mogą występować pasożyty, powodując stany chorobowe i różnego rodzaju zmiany skórne. Należą do nich **wszawice**, spowodowane wszami żywiącymi się krwią (ryc. 10.10). Zakażenie wszawicą następuje w wyniku używania wspólnych przyborów lub nakryć głowy oraz przez kontakt z osobą zakażoną. Najczęściej choroba ta szerzy się wśród przedszkolaków i młodzieży szkolnej, a także wśród osób nieprzestrzegających podstawowych zasad higieny osobistej.

### INNE CHOROBY SKÓRY

Do częstych chorób u ludzi należą **choroby alergiczne skóry**. Powodowane są one przez różnorodne czynniki alergenne, prowadzące do powstania: pokrzywki, zapalenia skóry, wszelkiego rodzaju wyprysków. Przyczyny alergii określa się zwykle poprzez wykonywanie tzw. **testów alergicznych**. Osoby uczulone poddaje się kuracji odpowiednimi lekami, ale przede wszystkim muszą one unikać czynnika wywołującego reakcję alergiczną organizmu.

W okresie dojrzewania częste wśród młodzieży jest **łojotokowe zapalenie skóry**, zwane **trądzikiem pospolitym** lub **młodzieńczym** (ryc. 10.12). Jest ono powodowane przez nadmiernie działające gruczoły łojowe. Ujścia tych gruczołów zatykają się, a gromadzący się tam łój i zrogowaciałe komórki naskórka tworzą tzw. zaskórniki. Są one niezapalną postacią trądziku. Jeśli zaskórnik zostanie zainfekowany bakteriami, wówczas powstaje miejscowy stan zapalny, powodujący powstanie czerwonej, bolesnej, często zropiałej grudki. Trądzik należy leczyć u dermatologa i przede wszystkim zachować odpowiednio wysoką higienę skóry, a także korzystać z zabiegów w wyspecjalizowanych gabinetach kosmetycznych.



Ryc. 10.12 Trądzik pospolity

Na skórze mogą również powstawać różnego rodzaju **nowotwory**. Bardzo często ich przyczyną jest kontakt skóry z substancją lub czynnikiem rakotwórczym. Wiele z nich może tworzyć się w wyniku zbyt intensywnego działania promieni słonecznych. Pod ich wpływem komórki produkują coraz więcej melaniny, a skóra staje się okresowo ciemniejsza lub brązowa (opalenizna). Jeśli skórę przestanie się wystawiać na działanie promieniowania, wówczas nie produkuje już większych ilości melaniny, a warstwa z dużą jej ilością zostaje w końcu złuszczone. Barwa skóry powraca do stanu naturalnego. Nie można jednak narażać skóry na zbyt intensywne działanie promieni słonecznych, gdyż możemy spowodować uszkodzenia głębszych warstw skóry (oparzenia słoneczne), a tym samym zwiększamy ryzyko zachorowania na nowotwory skóry. Dlatego też ze względów zdrowotnych nie powinniśmy opalać się zbyt często i intensywnie. Jednym z najgroźniejszych nowotworów skóry jest **czerniak złośliwy**.

## URAZY SKÓRY

Skóra człowieka może podlegać różnym **urazom** w wyniku działania jakiegoś czynnika mechanicznego, chemicznego lub termicznego. Następuje wówczas przerwanie ciągłości skóry, czyli **rana** lub **skaleczenie** – rana jest bardziej rozległa niż skaleczenie (ryc. 10.13). Taki uraz sięga do skóry właściwej lub nawet do tkanki podskórnej. Jeśli uszkodzeniu ulega tylko warstwa naskórka, mówimy wówczas o **otarciach**.



Ryc. 10.13 Skaleczenie – przerwanie ciągłości skóry



## OPARZENIA

Wysoka temperatura powoduje uszkodzenia skóry zwane **oparzeniami**. Stopień uszkodzenia tkanek jest zależny od działającej na nie temperatury i czasu jej działania. Najczęstszymi przyczynami oparzeń są: nieprzestrzeganie zasad bezpieczeństwa, nieostrożność, pośpiech, stały kontakt z ogniem i substancjami gorącymi w pracy, używanie uszkodzonych urządzeń elektrycznych, nadmierne opalanie się. Najlepszym sposobem zapobiegania im jest unikanie sytuacji ryzykownych, stosowanie przepisów przeciwpożarowych i zasad bezpieczeństwa w szkole, pracy i w domu.

### Pierwsza pomoc w przypadku oparzeń polega na:

- natychmiastowym ochłodzeniu oparzonej powierzchni zimną, najlepiej bieżącą wodą, co zmniejszy zakres uszkodzenia skóry;
- założeniu jałowego opatrunku;
- uniesieniu np. kończyny nieco wyżej niż reszta ciała, co zmniejszy obrzęk;
- podaniu środków przeciwbólowych;
- podaniu dużej ilości ciepłych napojów;
- zapewnieniu pomocy lekarskiej.

## ODMROŻENIA

Wskutek działania niskiej temperatury może dojść do uszkodzeń skóry i tkanek głębszych, czyli **odmrożeń**. Na działanie niskiej temperatury najbardziej narażone są odstające części ciała: policzki, nos, uszy, palce kończyn. Ryzyko odmrożeń zwiększa się w przypadku: wcześniejszego spożycia alkoholu lub środków narkotycznych, chorób krążenia, podeszłego wieku oraz nieodpowiedniego ubrania. Należy zatem pamiętać o stosownym ubieraniu się (sucha, ciepła odzież), zabezpieczeniu odsłoniętych części ciała (np. twarzy) przez używanie kremów ochronnych, unikaniu przebywania dłuższy czas w zbyt niskiej temperaturze, poruszaniu (np. palcami) w celu poprawy ukrwienia.

### Pierwsza pomoc w przypadku odmrożeń polega na:

- stopniowym rozgrzewaniu odmrożonej powierzchni zimną, a następnie coraz cieplejszą wodą;
- założeniu jałowego opatrunku;
- zabezpieczeniu po ogrzaniu odmrożonych części ciała przed utratą ciepła;
- podaniu środków przeciwbólowych;
- podaniu dużej ilości ciepłych, słodkich napojów;
- zapewnieniu pomocy lekarskiej.

**PODSUMOWANIE**

- Dla zachowania dobrego stanu skóry ważne jest przestrzeganie zasad higieny osobistej, która także uchroni nas przed niektórymi chorobami skóry.
- Choroby skóry wywołuje wiele czynników: bakterie, wirusy, grzyby chorobotwórcze, pasożyty oraz liczne czynniki powodujące alergie.
- Skóra podlega różnym urazom, do których zaliczamy: skaleczenia, rany, otarcia, oparzenia i odmrożenia.
- Przy oparzeniach i odmrożeniach trzeba zachowywać się zgodnie z zasadami udzielania pierwszej pomocy.

**SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ**

1. Narysuj schemat przekroju skóry człowieka i zaznacz elementy jej struktury. Podaj nazwy tkanek, które je tworzą.
2. Opisz budowę i funkcje poszczególnych warstw skóry.
3. Wymień wytwory naskórka i wyjaśnij, dlaczego tkwią one głęboko w skórze właściwej.
4. Sporządź tabelę, w której umieścisz wszystkie funkcje skóry. Następnie przy każdej funkcji wskaż elementy z budowy skóry umożliwiające jej pełnienie.
5. Wykonaj ulotkę propagującą zasady higieny skóry.
6. Napisz, jakie niebezpieczeństwa wynikają z działania nadmiernych dawek promieniowania ultrafioletowego na organizm ludzki.
7. Wymień trzy choroby skóry i podaj ich przyczyny. Napisz, jak należy postępować, aby ich uniknąć.
8. Opisz, jaki jest związek pomiędzy budową skóry a jej funkcją termoregulacyjną.
9. Wymień przyrządy niezbędne do udzielenia pierwszej pomocy przy oparzeniach.
10. W jaki sposób udzielisz pierwszej pomocy przy odmrożeniach?

# 11. System odpornościowy odpowiada za ochronę organizmu

Ciało człowieka podlega ciągłemu atakowi organizmów i czynników chorobotwórczych – zwanych **patogenami**. Powodowane przez nie choroby osłabiają nasz organizm, często prowadząc do wycieńczenia i śmierci. Powstało więc wiele struktur i mechanizmów odpowiedzialnych za ochronę organizmu człowieka, które nazwano **systemem odpornościowym**.

Patogeny dostają się do organizmu człowieka różnymi drogami: poprzez powietrze, uszkodzoną skórę, wraz z pokarmem i wodą. **Odporność organizmu** to umiejętność rozpoznawania elementów obcych, niebędących jego częścią, a także skuteczna walka z nimi. Na powierzchni każdej komórki znajdują się cząsteczki białek DNA, RNA i niektórych węglowodanów zwane **antygenami**. Gdy pojawiają się ciała obce organizm zaczyna wytwarzać specyficzne białka – **przeciwciała** – które biorą udział w ich niszczeniu.

## WAŻNE POJĘCIA:

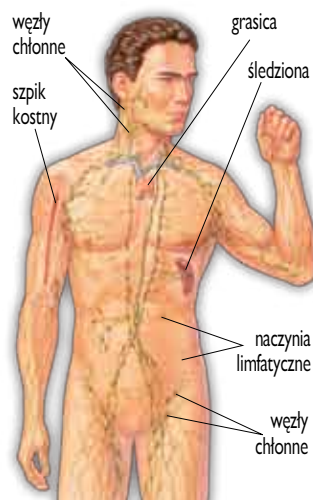
**system odpornościowy człowieka, odporność organizmu, antygen, patogen, przeciwciało, grasica, śledziona, węzły chłonne.**

## 11.1. Budowa i funkcje elementów układu odpornościowego

**Układ odpornościowy** „uczy się” i „zapamiętuje” niebezpieczne dla organizmu patogeny, co pomaga w walce z nimi w przypadku ponownego ich wtargnięcia. W trakcie życia człowieka jego układ odpornościowy rozwija się i dojrzewa. Wraz z wiekiem człowiek nabywa większą odporność, gdyż jego układ odpornościowy posiada więcej informacji i dużo sprawniej działa.

### NARZĄDY UKŁADU ODPORNOŚCIOWEGO

Na układ odpornościowy składają się narządy i tkanki, które wchodzą w skład innych narządów ciała człowieka. Bardzo ważną rolę odgrywa tu krew, a szczególnie **krwinki białe – leukocyty** – oraz układ limfatyczny, którego jedną z zasadniczych funkcji jest ochrona organizmu. Jeden z rodzajów leukocytów to limfocyty, które są szczególnie ważne dla odporności organizmu. Narządy układu odpornościowego, w których powstają lub działają ważne komórki tego układu, to: **szpik kostny, grasica, śledziona, węzły chłonne, migdałki podniebienne** (ryc. 11.1).



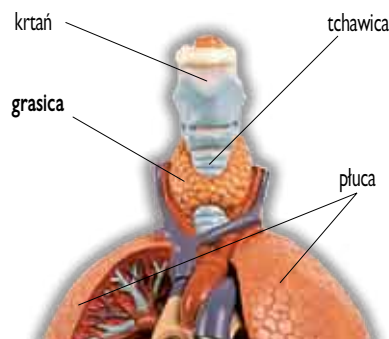
Ryc. 11.1 Elementy układu odpornościowego

**Grasica** jest to gruczoł znajdujący się w klatce piersiowej, tuż za mostkiem (ryc. 11.2). Spełnia najważniejszą funkcję w dojrzewaniu limfocytów, stąd zwana jest centralnym narządem limfatycznym. Grasica powiększa się do 2. roku życia, pozostaje duża do okresu dojrzewania, a potem się zmniejsza. Pełni ona bardzo ważną rolę w funkcjonowaniu układu limfatycznego w początkowym okresie życia. Później grasica może nawet zostać usunięta, a układ ten będzie bez problemu funkcjonować. Niektóre rodzaje limfocytów dojrzewające w niej, specjalizują się i nabierają właściwości niezbędnych do rozpoznawania i niszczenia ciał obcych w organizmie. Grasica wytwarza także hormony, które wpływają na czynności limfocytów i mobilizują mechanizmy obronne ustroju.

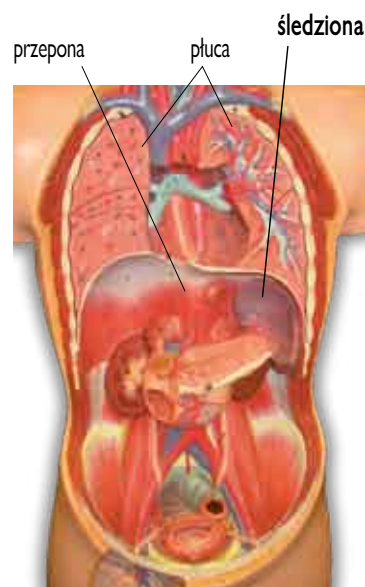
Największym narządem limfatycznym człowieka jest **śledziona** (ryc. 11.3). Znajduje się ona w lewej części jamy brzusznej, pod przeponą. Funkcje śledziony to: magazynowanie krwi i krwinek, niszczenie uszkodzonych lub starych krwinek czerwonych, białych i płytek krwi. Pełni też ona bardzo ważne funkcje związane z odpornością organizmu – wytwarzanie i dojrzewanie limfocytów oraz produkcja przeciwciał. Śledziona nie jest niezbędna do życia – po usunięciu wiele jej czynności przejmuje wątroba.

**Migdałki podniebienne** to parzyste skupiska tkanki limfatycznej, które umiejscowione są w gardle (ryc. 11.4). Uczestniczą one w wytwarzaniu limfocytów i stanowią ważny element obrony przed drobnoustrojami.

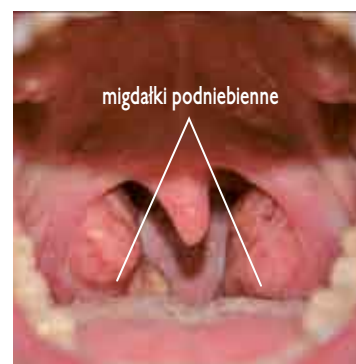
Na szlaku przebiegu naczyń limfatycznych leżą **węzły chłonne**. Zasadniczą ich funkcją jest filtracja limfy i zatrzymywanie zawartych w niej komórek nowotworowych, antygenów, drobnoustrojów oraz wytwarzanie limfocytów i udział w mechanizmach reakcji odpornościowej.



Ryc. 11.2 Umiejscowienie grasicy



Ryc. 11.3 Umiejscowienie śledziony



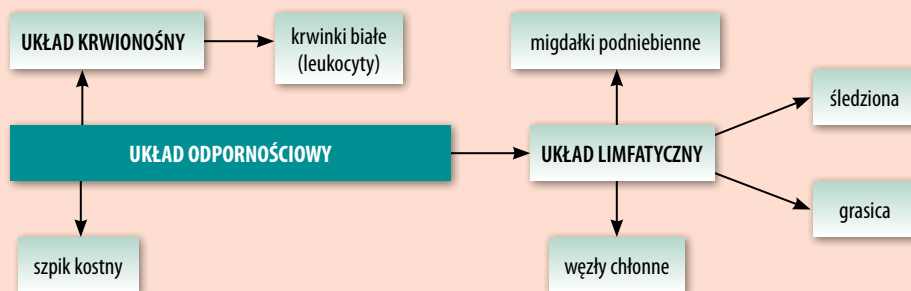
Ryc. 11.4 Migdałki podniebienne

## KOMÓRKI UKŁADU ODPORNOŚCIOWEGO

Niezmiernie ważne dla funkcjonowania układu odpornościowego są **białe komórki krwi – leukocyty**. Wyróżniamy kilka ich rodzajów, a każdy z nich pełni nieco odmienną rolę. Jedne z nich mają zdolność pochłaniania i niszczenia drobnoustrojów, inne produkują różne substancje biorące udział w reakcjach odpornościowych, niszczą obce białka powodujące np. alergie, oraz produkują przeciwciała. Niektóre leukocyty rozpoznają obce komórki w naszym ciele (także komórki nowotworowe) i niszczą je.

### PODSUMOWANIE

- *Odporność jest to umiejętność rozpoznawania przez organizm elementów obcych, niebędących jego częścią.*
- *Układ odpornościowy (immunologiczny) ochronia organizm przed patogenami. W trakcie życia człowieka rozwija się, dojrzewa i nabywa większą odporność.*
- *Na układ odpornościowy składają się: szpik kostny, leukocyty i układ limfatyczny – grasica, migdałki podniebienne, śledziona, węzły chłonne.*
- *Grasica odpowiada za dojrzewanie limfocytów, ich specjalizowanie się i nabieranie właściwości niezbędnych do rozpoznawania i niszczenia obcych ciał.*
- *Śledziona odpowiedzialna jest za wytwarzanie i dojrzewanie limfocytów, monocytów oraz produkowanie przeciwciał.*
- *Węzły chłonne wytwarzają limfocyty, filtrują limfę z obcych antygenów i komórek nowotworowych oraz biorą udział w mechanizmach reakcji odpornościowej.*
- *Leukocyty odgrywają bardzo ważną rolę w funkcjonowaniu układu odpornościowego. Biorą udział w mechanizmach alergicznych organizmu, chronią przed drobnoustrojami oraz niszczą obce białka. Niektóre z nich pochłaniają duże ilości bakterii. Także rozpoznają i hamują działanie obcych antygenów oraz produkują przeciwko nim przeciwciała.*



Ryc. 11.5 Schemat układu odpornościowego człowieka

## 11.2. Rodzaje odporności

Wyróżniamy dwa rodzaje **odporności**: **wrodzoną** – nieskierowaną przeciwko określonemu zagrożeniu – i **nabytą** – skierowaną przeciwko określonemu antygenowi (ryc. 11.6).

### ODPORNÓŚĆ WRODZONA

**Odporność wrodzona** polega na zapobieganiu wnikania do ustroju organizmów chorobotwórczych, a w przypadku ich wniknięcia na szybkim ich niszczeniu, co zapobiega rozprzestrzenianiu się infekcji. Możemy wyróżnić bariery mechaniczne i chemiczne (tab. 11.1).

#### WAŻNE POJĘCIA:

**odporność wrodzona,**  
**odporność nabyta,**  
**przeciwciała,**  
**kompleks antygen-przeciwciała,**  
**szczepionka,**  
**uodpornienie,**  
**szczepienia ochronne,**  
**surowica odpornościowa,**  
**odporność bierna,**  
**choroba nowotworowa,**  
**alergie,**  
**wirus HIV, AIDS.**

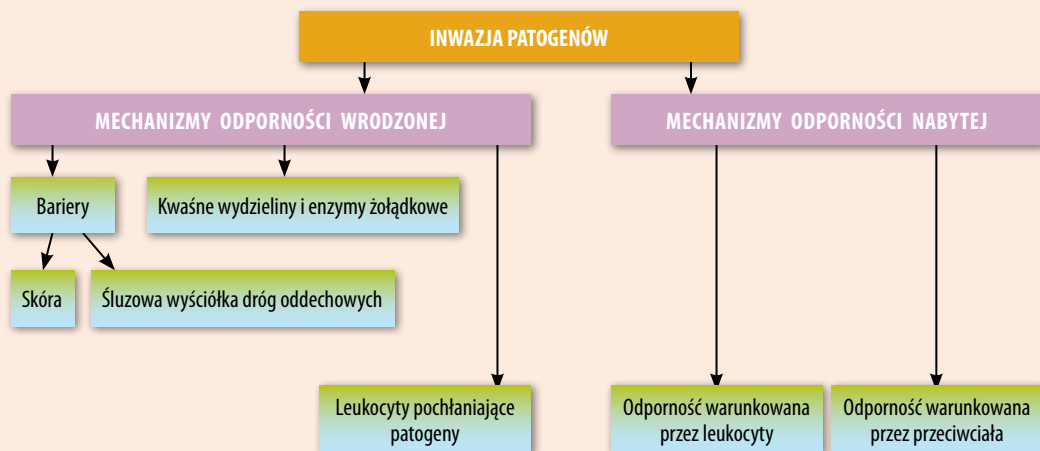
#### BARIERY MECHANICZNE I CHEMICZNE WNIKANIA I UNIESZKODLIWIANIA DROBNOUSTROJÓW

SKÓRA:	UKŁAD POKARMOWY:	UKŁAD ODDECHOWY:
Pierwotna bariera mechaniczna i chemiczna	Niszczenie drobnoustrojów w żołądku przez kwas solny i enzymy	Nabłonek migawkowy
Pot i łój zawierają związki bakteriobójcze	Bakterie jelitowe współpracują z organizmem i nie są przez niego niszczone; natomiast skutecznie konkurują z mikroorganizmami zakaźnymi	Śluz wydzielany przez drogi oddechowe, w których następuje unieszkodliwianie drobnoustrojów
W pocie (także w łzach i ślinie) znajdują się specyficzne substancje rozkładające ściany bakterii		

**Tab. 11.1** Bariery mechaniczne i chemiczne wnikania i unieszkodliwiania drobnoustrojów

Jedną z ważniejszych funkcji w mechanizmach odporności wrodzonej spełniają leukocyty pochłaniające całe patogeny (np. bakterie) i unieszkodliwiające je.

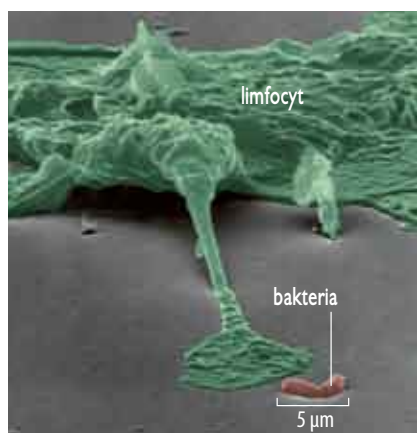
Białe krwinki pochłaniające patogeny nie są wyspecjalizowane do niszczenia konkretnego typu wirusa czy jakiegoś gatunku bakterii. Chronią organizm przed wszystkim, co uznają za obce. Odporność jaką posiadamy dzięki nim, to odporność wrodzona, gdyż jest ona nastawiona na każdego „wroga” i dlatego nie zawsze przynosi oczekiwany skutek. Jest to początkowa linia obrony organizmu, pozwalająca powstrzymać infekcję przez pierwsze dni. Te kilka dni to czas potrzebny na wytworzenie bardziej precyzyjnej i skuteczniejszej obrony. Odporność wrodzona funkcjonuje przez całe życie człowieka.



Ryc. 11.6 Wrodzone i nabyte mechanizmy odpornościowe

## ODPORNOŚĆ NABYTA

**Odporność nabyta** polega na rozpoznaniu i zwalczaniu konkretnych patogenów. Jest ona uruchamiana nawet po kilku dniach od infekcji, ale za to jest bardzo skuteczna. Wyróżniamy dwa rodzaje odporności nabytej: warunkowaną przez komórki i warunkowaną przez przeciwciała. Odporność warunkowana przez komórki polega na bezpośrednim ataku limfocytów na patogeny. W drugim przypadku leukocyty produkują odpowiednie przeciwciała, które następnie niszczą patogeny. Limfocyty biorące udział w odporności nabytej są wyspecjalizowane do rozpoznawania konkretnych patogenów i unieszkodliwiania ich (ryc. 11.7). Inne produkują odpowiednie, skierowane też przeciwko konkretnemu patogenowi przeciwciała. Po wytworzeniu takich komórek organizm zachowuje je zazwyczaj przez całe życie, co znacznie ułatwia walkę z danym



Ryc. 11.7 Limfocyt zbliżający się do bakterii, która zostanie przez niego wciągnięta i zniszczona

patogenem w przyszłości. Po ponownym jego wniknięciu wyspecjalizowane komórki od razu mogą go niszczyć lub produkować przeciwciała i zapobiegać rozwojowi choroby nimi wywołanej. Jest to tzw. **pamięć odpornościowa organizmu**.

**Przeciwciała** to specyficzne białka, które są produkowane po pojawieniu się konkretnego antygeny znajdującego się na danym patogenie. Nie niszczą one antygenów w sposób bezpośredni, lecz wiążą się z nimi, tworząc **kompleks antygen-przeciwciało**. Tak zaznaczona komórka jest skazana na zniszczenie przez inne, wyspecjalizowane komórki.

## SPOSOBY NABYWANIA ODPORNOŚCI

W zależności od sposobu nabywania przez organizm odporności, wyróżniamy **odporność czynną i bierną**. Każdy z tych rodzajów odporności może być nabywany przez organizm drogą naturalną lub sztuczną. **Odporność czynna** polega na pobudzeniu organizmu do samodzielnego tworzenia przeciwciał. Reakcja odpornościowa jest wolna, gdyż musi nastąpić produkcja odpowiedniej ilości przeciwciał, jednak ten rodzaj odporności (dzięki pamięci odpornościowej) zachowuje się zazwyczaj przez całe życie lub przynajmniej przez na dłuższą jego część. Odporność czynną uzyskujemy w sposób naturalny po przechorowaniu danej choroby. Dzięki temu zazwyczaj nie zapadamy drugi raz na tę samą chorobę o charakterze zakaźnym. Układ odpornościowy jest już przygotowany do obrony i w szybkim czasie niszczy patogeny, zanim uda im się zaatakować organizm.

Ta wiedza została także wykorzystana przez człowieka w profilaktyce chorób wywoływanych przez patogeny i **nabywanie w sposób sztuczny odporności czynnej**. Produkowane są **szczepionki**, które zawierają martwe lub osłabione komórki bakteryjne czy wirusy chorobotwórcze albo ich odpowiednio spreparowane toksyny. Po wstrzyknięciu ich do organizmu następuje reakcja układu odpornościowego, który zapamiętuje dany typ patogenów. Skutkiem jest **uodpornienie organizmu**. Odporność uzyskana w sposób sztuczny trwa krócej niż w przypadku odporności uzyskanej na drodze naturalnej. Dlatego w ciągu życia człowiek powinien szczepić się kilkakrotnie na niektóre choroby. W wielu wypadkach **szczepienia ochronne** wprowadzone obowiązkowo zapobiegają epidemiom różnych chorób. Dzięki tej metodzie liczne choroby zostały praktycznie wyeliminowane. Na niektóre choroby zapadamy dość często, nawet kilka razy w roku (np. katar, grypa). Wywołują je różne odmiany jakiegoś wirusa. Reakcja odpornościowa organizmu jest bardzo specyficzna i przeciwciała są dopasowane do patogenów jak klucz do zamka. Każda, nawet najdrobniejsza zmiana wirusa wymusza produkcję zupełnie nowych przeciwciał.

Czasami podawane są zastrzyki z **surowicy odpornościowej**, w której znajdują się gotowe przeciwciała na toksyny danej bakterii lub jady węży. Powoduje to przyspieszenie reakcji odpornościowej organizmu i chroni go przed śmiercią. Jest to **odporność bierna**, ponieważ wstrzyknięte przeciwciała nie powodują stałego uodpornienia organizmu. W dodatku jest to **odporność sztuczna**, ponieważ przeciwciała zostały dostarczone w sposób sztuczny. Gdy podane przeciwciała ulegną rozkładowi, zniknie



**Ryc. 11.8** Skutkiem szczepienia jest uodpornienie organizmu poprzez sztuczne nabycie odporności czynnej



również odporność. Podobnie w mleku matki zawarte są niektóre przeciwciała chroniące dziecko przed chorobami. Jednak w momencie zaprzestania karmienia tym pokarmem ustaje odporność organizmu dziecka. Jest to **naturalny sposób nabywania odporności biernej** przez niemowlę.

## DEFEKTY FUNKCJONOWANIA UKŁADU ODPORNOŚCIOWEGO



**Ryc. 11.9** Pod wpływem wielu czynników w organizmie człowieka mogą powstawać komórki nowotworowe. Nadmierne opalanie (A) może być przyczyną raka skóry, a palenie papierosów (B) bardzo często powoduje raka płuc lub krtani



**Ryc. 11.10** Alergia na pyłki roślin to przykład złego działania układu odpornościowego

Pod wpływem różnych czynników w organizmie człowieka powstaje wiele komórek nowotworowych. Większość z nich jest rozpoznawana jako „obca” i niszczona przez układ odpornościowy. Zdarza się jednak, że układ odpornościowy nie rozpozna takiej komórki – konsekwencją tego jest rozwój **choroby nowotworowej**.

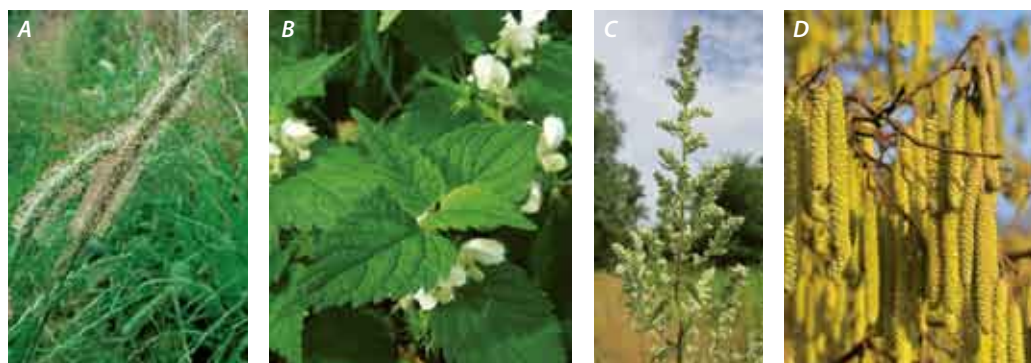
**Uczulenia – alergie** – są przykładem złego funkcjonowania układu odpornościowego. Polegają one na wytwarzaniu przeciwciał na nieszkodliwe antygeny – tzw. **alergeny** – które u zdrowych ludzi nie prowokują reakcji odpornościowych. Układ odpornościowy niepotrzebnie wówczas reaguje, a reakcja ta wywołuje najczęściej: kichanie, łzawienie, obrzęki i zaczerwienienia skóry, swędzenie, opuchliznę, a czasami astmę. Gdy dojdzie do kontaktu z alergenem przeciwciała pobudzają niektóre komórki ciała do produkcji substancji, które powodują takie właśnie objawy. Alergenami mogą być: pyłki kwiatowe, zarodniki grzybów, składniki kurzu, sierść zwierząt, jady owadów, niektóre produkty żywnościowe (np. cytrusy, czekolada, orzechy), substancje chemiczne zawarte w środkach piorących, kosmetykach, lekach i żywności, niektóre pierwiastki (np. nikiel i chrom).

Sz szczególnie niebezpieczną reakcją alergiczną jest **szok krążeniowy**. Może do niego dojść np. po wnikięciu do organizmu jadu jakiegoś owada np. szerszenia. Konieczna jest wówczas szybka interwencja lekarska, ponieważ może on doprowadzić do śmierci.

MIESIĄC:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
leszczyna												
olsza												
wierzba												
brzoza												
topola												
dąb												
trawy												
żyto												
szczaw												
pokrzywa												
komosa												
bylica												
poziom zapyleń:	wysoki			średni			niski					

Tab. 11.2 Okresy pylenia wybranych roślin

Alergicy muszą w pierwszej kolejności określić (zdiagnozować) czynnik, który wywołuje u nich taką reakcję. Wykonuje się specjalne testy skórne. Chorzy stosują leki, które zmniejszają uporczywe objawy alergii. Jedną z metod walki z tymi chorobami jest odczulanie, które polega na stopniowym przyzwyczajaniu układu odpornościowego na coraz większe dawki alergenu. Chorzy powinni także unikać kontaktów z czynnikami uczulającymi, np. poprzez śledzenie komunikatów dotyczących pylenia roślin i planowanie odpowiedniego rytmu życia (np. urlopu, pobytu na łąkach itp.).



Ryc. 11.11 Rośliny, których pyłki wywołują alergię: trawy (A), pokrzywa (B), bylica (C), leszczyna (D)

Przykładem choroby układu odpornościowego powodowanej przez **wirus HIV** jest **AIDS**. Jest to **zespół nabytego upośledzenia odporności**, w którym wirusy niszczą limfocyty, doprowadzając do bardzo dużego osłabienia działania układu odpornościowego. Wirus po wnikięciu do organizmu i zakażeniu pozostaje w nim na całe życie.

Chorzy na tę chorobę przeżywają zwykle od kilku miesięcy do 5 lat. Przyczyną śmierci są zazwyczaj choroby, które nie stanowią zagrożenia dla życia człowieka o normalnej odporności – specyficzne nowotwory, zapalenie płuc i inne choroby bakteryjne lub wirusowe, np. katar. Zakażenie wirusem następuje w wyniku kontaktu krwi, nasienia lub wydzieliny pochwy chorej osoby z krwią osoby zdrowej. Zdarza się to najczęściej podczas kontaktów seksualnych, skaleczeń, używania tych samych igieł do iniekcji przez różne osoby (wstrzykiwanie dożylnie narkotyków), w czasie porodu (matka może zakazić dziecko) czy w trakcie przyjmowania skażonych wirusem preparatów krwiopochodnych. Mimo wielkich wysiłków i nakładów finansowych, nie udało się jeszcze wynaleźć odpowiedniej metody leczenia i trwałego niszczenia wirusa, a także skutecznej szczepionki zapobiegającej tej chorobie.

### PODSUMOWANIE

- Wyróżniamy odporność wrodzoną i nabytą.
- Odporność wrodzona polega na zapobieganiu wnikania obcych patogenów i szybkiemu ich zwalczaniu poprzez bariery mechaniczne i chemiczne (skóra, układ pokarmowy, układ oddechowy) oraz przez leukocyty, które pochłaniają patogeny.
- Odporność nabyta warunkowana jest przez komórki lub przeciwciała. Odporność warunkowana przez komórki polega na bezpośrednim ataku na patogeny przez limfocyty, które rozpoznają je jako obcy antygen i mobilizują inne leukocyty do działania. Odporność powodowana przez przeciwciała warunkują inne limfocyty, które wytwarzają przeciwciała.
- Uaktywnione limfocyty po przezwyciężeniu infekcji na dłuższy czas zapamiętują rodzaj przeciwciał, które ją zwalczyły – jest to tzw. pamięć odpornościowa.
- Odporność czynną uzyskujemy w sposób naturalny po przechorowaniu danej choroby.
- Szczepionki to martwe albo osłabione bakterie lub wirusy, które wprowadza się do organizmu dla wytworzenia pamięci odpornościowej. Jest to sztuczna droga nabywania odporności czynnej.
- Odporność bierną stanowią przeciwciała otrzymywane z mlekiem matki (droga naturalna nabycia tej odporności) oraz przeciwciała z surowicy odpornościowej (droga sztuczna nabywania odporności biernej) zwalczające dane bakterie czy jady zwierząt.
- Jeśli układ odpornościowy funkcjonuje źle i nie rozpoznaje patogenów, wówczas pojawiają się liczne choroby.
- Wirus HIV wywołuje zespół nabytego upośledzenia odporności (AIDS), ponieważ niszczy limfocyty, doprowadzając do dużego osłabienia układu odpornościowego. Organizm zostaje pozbawiony odporności nabytej, w związku z tym każdy obcy patogen (inny wirus czy bakteria) staje się zagrożeniem życia.

### 11.3. Transplantacja narządów

U człowieka na powierzchni każdej komórki ciała występuje taki sam układ białek. Układ ten jest różny u różnych ludzi i jest dziedziczny. Zatem im bliższe pokrewieństwo osób, tym większe podobieństwo układu białek (antygenów) na komórkach. Tkanki identycznych (jednojąjowych) bliźniąt są również identyczne pod względem układu antygenów na błonach komórek.

**WAŻNE POJĘCIA:**  
transplantacja,  
transplantologia,  
oświadczenie woli.

#### TRANSPLANTACJA

Wiele chorób jest na tyle groźnych i skomplikowanych, że powodują one uszkodzenie całych narządów, a jedynym ratunkiem dla człowieka jest **przeszczep**, czyli **transplantacja narządu** pochodzącego od dawcy (innego człowieka). Często także w wyniku urazów uszkodzone są duże fragmenty skóry i jest ona przeszczepiana z jednego miejsca ciała w inne. Przeszczepy w obrębie tego samego organizmu (np. przeszczepy skóry) mogą być przeprowadzane z bardzo dużym powodzeniem. Problemy pojawiają się w przypadku przeszczepiania narządów, które pochodzą od dawcy. Dzieje się tak dlatego, że człowiek posiada główny układ zgodności tkankowej i każda tkanka z odmiennym zestawem antygenów jest rozpoznawana przez układ odpornościowy jako obca i niszczona. To reakcja obronna organizmu, w wyniku której limfocyty w ciągu kilku dni niszczą komórki przeszczepionej tkanki. Gdy do takiego zniszczenia dojdzie, mówimy o **odrzucaeniu przeszczepu**. Aby do tego nie dopuścić, tkanki dawcy i biorcy muszą być dokładnie zbadane i dobrane. Każdy przeszczep poprzedzają odpowiednie testy, które potwierdzą możliwość dokonania przeszczepu i zmniejszą zagrożenie odrzucenia go przez organizm. Pacjentowi po przeszczepie podaje się odpowiednie **lekarstwa** obniżające odporność organizmu, co zwiększa szanse przyjęcia przeszczepu, ale jednocześnie zwiększa ryzyko zachorowania na inne choroby. Dlatego pacjent po przeszczepie musi przez długi czas pozostać w szpitalu pod stałą opieką lekarską.

Przeszczepami zajmuje się dziedzina medycyny – **transplantologia**. W Polsce istnieje wiele ośrodków medycznych specjalizujących się w transplantacji różnych narządów.



Ryc. 11.12 Zabieg transplantacji organu

## TRANSPLANTACJA A DYLEMATY MORALNE

Najważniejszym problemem, który trzeba rozwiązać przed przeszczepem, jest uzyskanie narządu do jego przeprowadzenia. Każdy taki narząd pochodzi od innego człowieka, w tym od ludzi już zmarłych. Gdy dawcą jest osoba żyjąca, jak na przykład przy przeszczepach nerki lub skóry, problem jest mniejszy. Dawca bowiem decyduje o przeznaczeniu swego narządu. Gdy organ (np. serce) pobiera się od osoby zmarłej, należy sprawdzić, czy za życia nie wyraziła ona sprzeciwu przeciwko poborowi narządów do transplantacji. Zgodnie z polskim prawem, jeśli nie było takiego sprzeciwu, wszystkie narządy i tkanki mogą być pobrane po śmierci. W przypadku osób nieletnich sprzeciw taki może wyrazić najbliższa rodzina. Pobór organów do transplantacji musi odbywać się tuż po śmierci człowieka. Każdy z nas ma prawo pozostawić tzw. **oświadczenie woli** (ryc. 11.12), w którym świadomie na to zezwala. Decyzję o tym, czy pozwolić na pobieranie narządów z naszego ciała, czy też wyrazić sprzeciw, każdy powinien rozważyć w swoim sumieniu.

Pobrane narządy przekazywane są do tzw. banku narządów. Tu się je konserwuje i przechowuje. Wykonywane są także podstawowe badania określające ich układ anatomiczny. Istnieją listy osób oczekujących na przeszczep i w momencie pojawienia się



Nazwisko.....  
 Imię.....  
 Pesel.....  
 Adres.....  
 Data..... Podpis.....

**Ryc. 11.13** Przykład tzw. „oświadczenia woli”. Jest to własnoręcznie wypełniony dokument informujący o woli przekazania po śmierci swoich organów do transplantacji. Nie ma mocy prawnej, a jedynie charakter informacyjny. Zawiera dane personalne osoby go wypełniającej oraz informację, że o decyzji została powiadomiona rodzina

w banku odpowiedniego narządu w trybie niemal natychmiastowym organizowana jest operacja jego wszczepienia. Najczęściej przeszczepianymi narządami są: skóra, serce, nerki, płuca, wątroba, trzustka, jelita, szpik kostny, tętnice oraz rogówka.

Najlepiej przyjmującym się przeszczepem jest zazwyczaj przeszczep rogówki. Jest to związane z tym, że nie docierają do niej naczynia krwionośne i limfatyczne, a tym samym nie dochodzi do kontaktu limfocytów z antygenami przeszczepionej rogówki. Mechanizmy obronne nie ulegają pobudzeniu i przeszczep się przyjmuje.

#### PODSUMOWANIE

- *U ludzi każda komórka danego organizmu na swojej powierzchni zawiera identyczny układ białek, czyli antygenów. Układ ten jest różny u różnych ludzi i jest dziedziczny. Im bliższe pokrewieństwo, tym większa zgodność antygenów tkankowych.*
- *Transplantacja jest to przeszczep narządu od dawcy, będący ratunkiem dla człowieka, u którego ten organ nie funkcjonuje.*
- *Autoprzeszczepy to przeszczepy w obrębie tego samego organizmu (np. skóry).*
- *Przy przeszczepianiu różnych narządów od dawcy musi istnieć zgodność antygenów tkankowych, żeby przeszczep nie został odrzucony. Aby zmniejszyć ryzyko odrzucenia przeszczepu, choremu podaje się odpowiednie leki zmniejszające odporność organizmu, które niszczą limfocyty T. Niestety, u osób tych zwiększa się ryzyko zachorowań na wiele chorób zakaźnych.*
- *Istnieją banki narządów, gdzie przekazuje się i konserwuje narządy pobrane z ciała tuż po ich śmierci.*

#### SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Wyjaśnij pojęcia: „patogen”, „antygen”, „przeciwciało”, „odporność”, „uodpornienie”.
2. Napisz, jaką rolę w układzie immunologicznym spełniają: szpik kostny, układ limfatyczny i śledziona.
3. Wyjaśnij, w jaki sposób limfocyty rozpoznają obce komórki od swoich.
4. Wymień sposoby zwalczania obcych antygenów przez układ odpornościowy.
5. Dlaczego limfocyty i wytwarzane przez nie przeciwciała nie niszczą komórek własnego organizmu? Czy są jakieś wyjątki?
6. Podaj przykłady złego funkcjonowania układu odpornościowego.
7. Dlaczego AIDS jest określane jako zespół nabytego upośledzenia odporności?
8. Sporządź ulotkę, w której podasz zasady, dzięki którym można uniknąć zakażenia się wirusem HIV.
9. Podaj kilka argumentów skłaniających ludzi do wyrażania zgody na transplantację narządów po śmierci.
10. Przedstaw znaczenie przeszczepów rodzinnych.