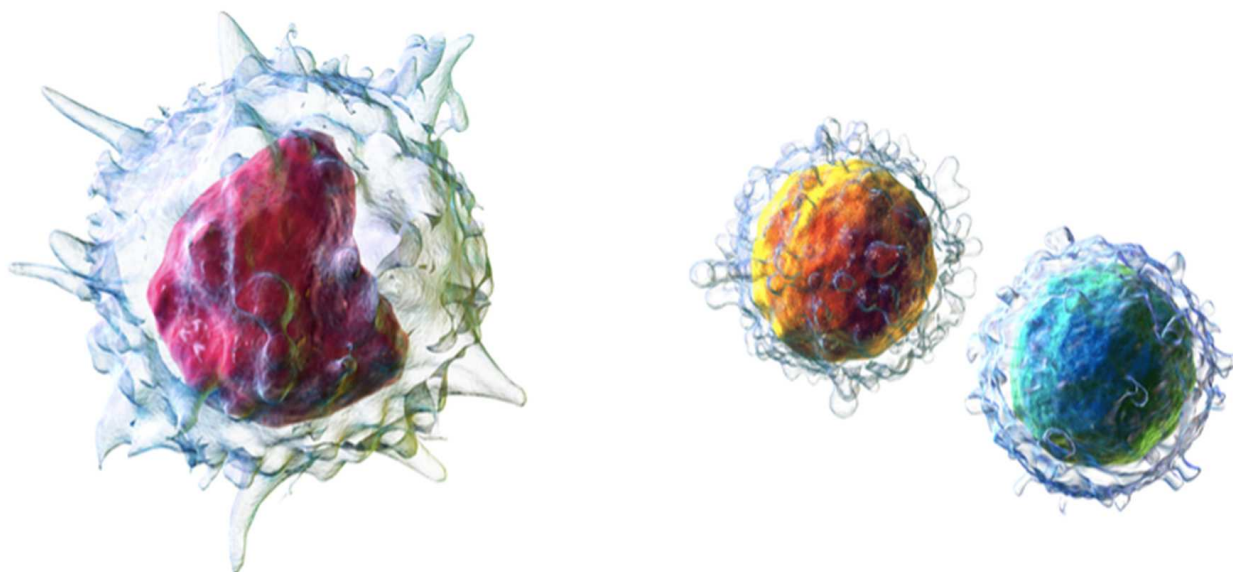




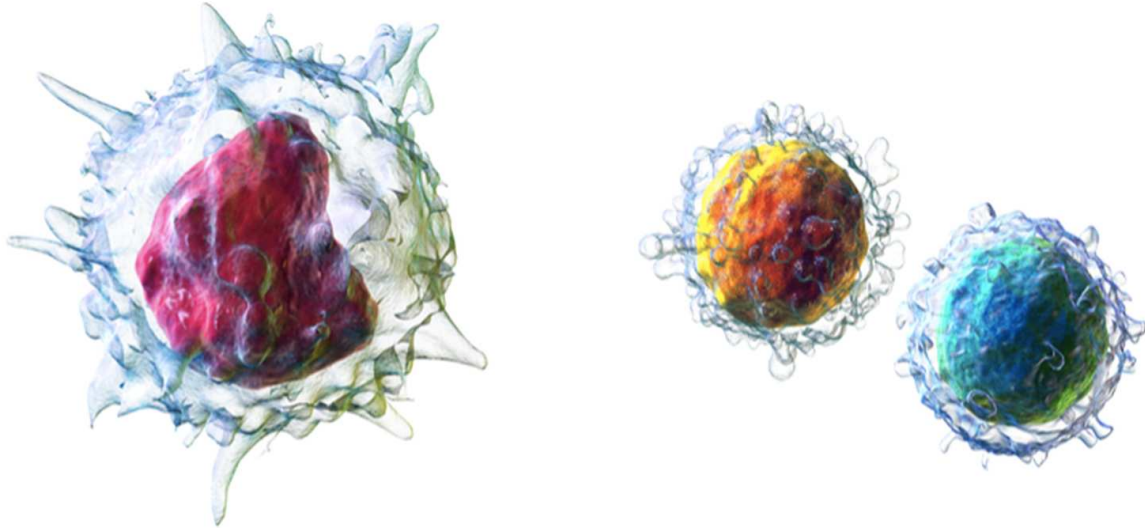
Budowa układu odpornościowego

W materiale przedstawiono budowę układu limfatycznego, skład i funkcje limfy oraz scharakteryzowano reakcje odpornościowe organizmu. Materiał zawiera:

1. Starter, w którym znajduje się grafika przedstawiająca limfocyty i makrofagi, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia związanej z tematem zasobu oraz cele sformułowane w języku ucznia
2. Rozdział: Limfa, który zawiera rysunek przedstawiający powstawanie limfy, ćwiczenie i ciekawostkę
3. Rozdział: Narządy układu limfatycznego i ich rola, który zawiera rysunek układu limfatycznego, rysunek układu limfatycznego i jego związku z układem krwionośnym, rysunek migdałków podniebiennych, zdjęcie masażu limfatycznego oraz ćwiczenie
4. Rozdział: Komórki i cząsteczki układu odpornościowego, który zawiera galerię zdjęć różnych rodzajów leukocytów, ciekawostkę i ćwiczenie
5. Podsumowanie zawierające 2 ćwiczenia
6. Słowniczek zawierający wyjaśnienia terminów: antygeny, grasica, limfa (chłonka), limfocyty B, limfocyty T, makrofagi, naczynia limfatyczne, przeciwciała, przewody limfatyczne, śledziona, węzły chłonne
7. Zestaw 8 ćwiczeń interaktywnych

Budowa układu odpornościowego

Czy wiesz, że w twoim organizmie funkcjonuje układ wyposażony w podstawowy zestaw pierwszej pomocy? Stanowi on linię obrony przed atakiem czynników chorobotwórczych.



Komórki układu odpornościowego: makrofag (po lewej) i limfocyty (po prawej).

Źródło: BruceBlaus, licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- jakie funkcje pełni układ krwionośny,
- jaki jest skład krwi,
- jakie funkcje pełnią elementy morfotyczne krwi,
- jakie znasz drogi wnikania bakterii i wirusów do organizmu.

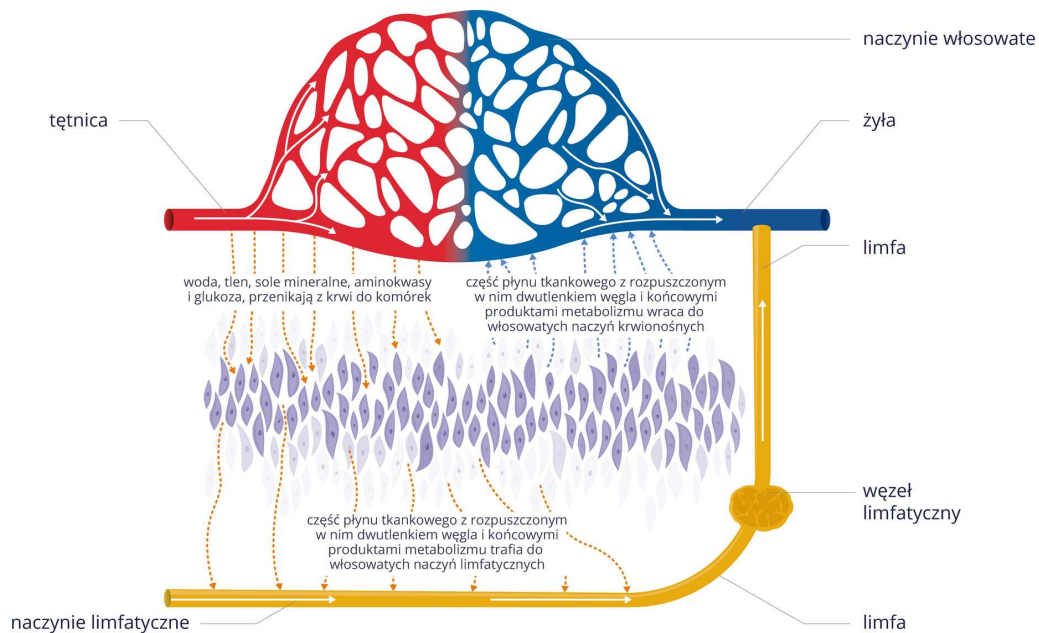
Twoje cele

- Wyjaśnisz, z czego wynika podobieństwo składu krwi i limfy.
- Omówisz mechanizm powstawania limfy.
- Wymienisz narządy układu limfatycznego.
- Wyjaśnisz, w jaki sposób narządy i komórki układu limfatycznego uczestniczą w reakcjach obronnych organizmu.
- Wyjaśnisz związek układu krwionośnego i limfatycznego.

1. Limfa

Nawet najcieńsze włosowate naczynia krwionośne nie są w stanie dotrzeć do wszystkich komórek ciała. W związku z tym w wymianie substancji między komórkami a krwią pośredniczy płyn tkankowy – **limfa** (chłonka). Powstaje ona w wyniku przesączania się

składników osocza krwi z naczyń do przestrzeni między komórkami ciała. Limfa składa się z wody, soli mineralnych, białek, tłuszczów oraz białych krwinek. Umożliwia przenoszenie wody i substancji odżywczych (np. tłuszczów) do komórek, a także niektórych zbędnych produktów przemiany materii do naczyń krwionośnych. Limfa doprowadzana jest do dużych żył układu krwionośnego zlokalizowanych w pobliżu serca. Wspomaga także i uzupełnia transportową funkcję krwi.



Powstawanie limfy.

Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Najcieńsze limfatyczne naczynia włosowate docierają do wszystkich komórek ciała z wyjątkiem komórek ośrodkowego układu nerwowego.

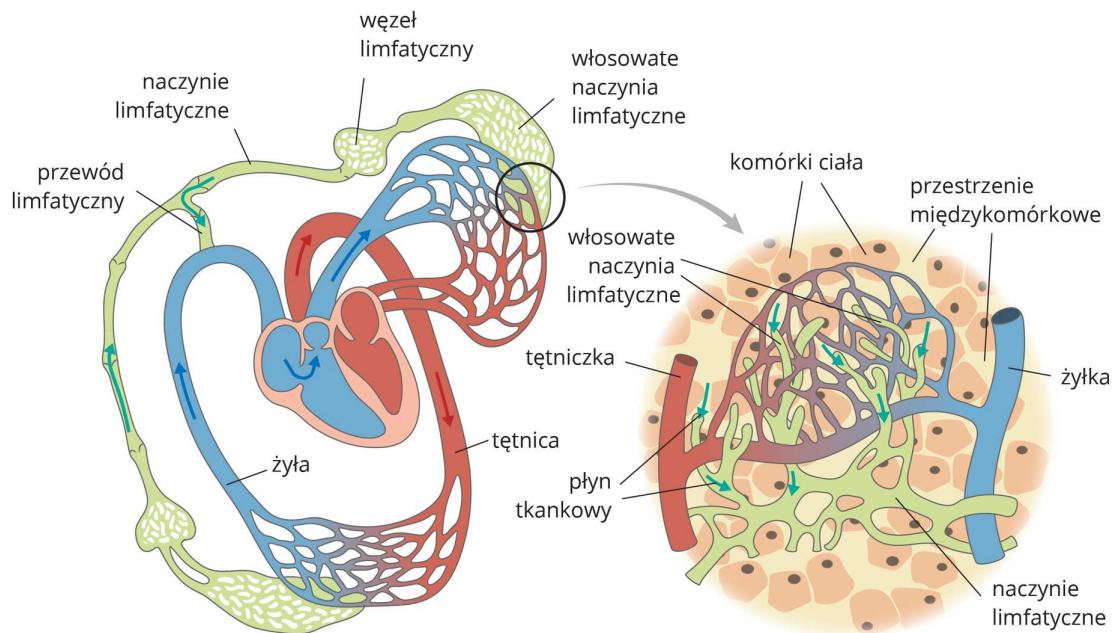
Polecenie 1

Wymień składniki krwi, które nie wchodzą w skład limfy. Wyjaśnij, dlaczego do niej nie przenikają.

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

2. Narządy układu limfatycznego i ich rola

Układ limfatyczny (chłonny) tworzą takie narządy, jak: śledziona, grasica, naczynia limfatyczne i węzły limfatyczne, a także powstające w nich komórki odpornościowe i produkowane przez nie substancje.



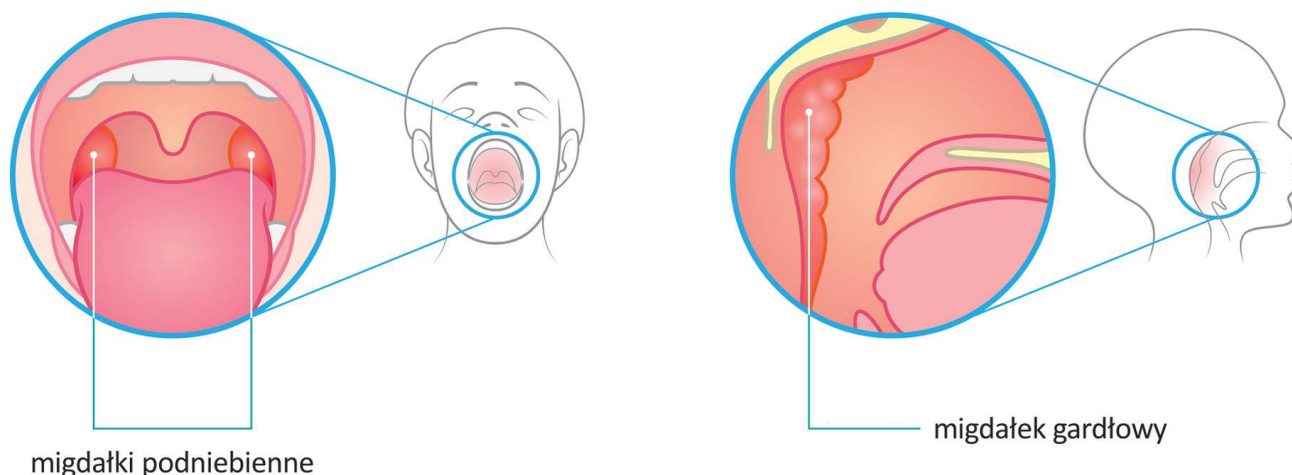
Układ limfatyczny.

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY-SA 3.0.

Układ limfatyczny towarzyszy układowi krwionośnemu i ściśle z nim współpracuje m.in. w zwalczaniu czynników chorobotwórczych (limfocyty powstają i namnażają się w narządach układu limfatycznego), transporcie składników pokarmowych (krew z jelita odbiera produkty trawienia białek, węglowodanów i witaminy rozpuszczalne w wodzie, natomiast limfa z jelita transportuje tłuszcze oraz witaminy rozpuszczalne w tłuszczach).

Układ limfatyczny, w przeciwieństwie do układu krwionośnego, jest otwarty. W układzie otwartym płyn znajduje się w naczyniach oraz wypełnia przestrzeń pomiędzy komórkami. Limfatyczne naczynia włosowate zbierające płyn tkankowy z przestrzeni międzykomórkowych są ślepo zakończone. Łączą się w większe **naczynia limfatyczne**, które transportują limfę w stronę serca. Naczynia limfatyczne łączą się w **przewody limfatyczne**: **przewód piersiowy** oraz **przewód limfatyczny prawy**, które odprowadzają limfę do żył podobojczykowych i po krwioobiegu.

Naczynia limfatyczne, podobnie jak żyły, transportują płyn pod małym ciśnieniem, mają cienkie ściany i są zaopatrzone w zastawki. Ruch limfy wymuszany jest przez komórki mięśniowe ścian naczyń limfatycznych oraz mięśnie narządów położonych w pobliżu tych naczyń. Chłonka, płynąc w naczyniach, przepływa przez **węzły chłonne**. Oczyszczają one limfę, wyłapując z niej drobnoustroje chorobotwórcze, które dostały się do niej m.in. z przewodu pokarmowego i płuc. Gdy w ustroju pojawia się większa ilość intruzów, węzły chłonne ulegają powiększeniu. Obecne tam komórki odpornościowe pożerają mikroorganizmy.



Dużym skupiskiem węzłów chłonnych są położone w gardle migdałki, które chronią organizm przed infekcjami układu pokarmowego i oddechowego.

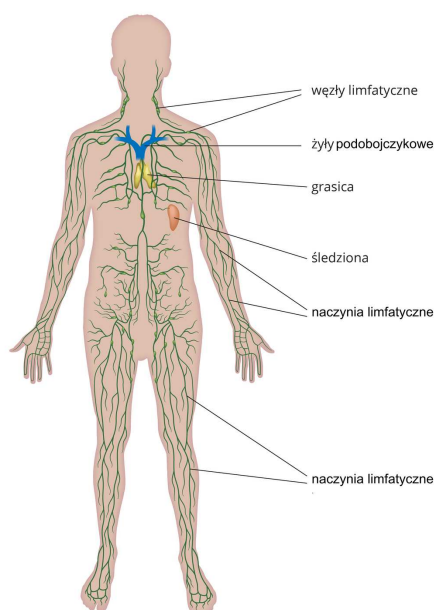
Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Wyjaśnij, jakie konsekwencje dla prawidłowego funkcjonowania organizmu dziecka może mieć usunięcie z jego ustroju migdałków.

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

Największym narządem układu limfatycznego jest **śledziona**. Tu namnażają się krwinki białe, a giną zużyte limfocyty, erytrocyty i trombocyty. W klatce piersiowej znajduje się **grasica**, w której dojrzewają białe krwinki, a wśród nich limfocyty T (tu nabywają umiejętność rozpoznawania intruza). Gruczoł ten po okresie dojrzewania stopniowo zanika, wypełniając się komórkami tłuszczowymi.



Organizacja układu limfatycznego. Podczas przepływu przez sieć naczyń limfatycznych chłonka mija grupy węzłów chłonnych, stanowiąc kolejne warstwy „filtra” przed drobnoustrojami.

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY-SA 3.0.

Warto wiedzieć

Śledziona pełni w organizmie funkcję magazynu krwi. W stanach zwiększonego zapotrzebowania, np. przy intensywnym wysiłku, kurczy się i wypycha dodatkową jej porcję do krwiobiegu. Odczuwamy to jako nagłe klucie z lewej strony pod żebrzem i nazywamy kolką.

Polecenie 3

Węzły chłonne znajdują się we wszystkich narządach, a ich skupiska zlokalizowane są m.in. na granicy głowy i szyi. Wyjaśnij, dlaczego te węzły chłonne bywają powiększone, choć nie odczuwamy objawów chorobowych na przykład w postaci kataru czy gorączki.

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

Czasem płyn śródtkankowy gromadzi się w skórze i tkance podskórnej, powodując obrzęki. Pomaga wtedy masaż powodujący przesuwanie limfy w naczyniach chłonnych.



Masaż usprawniający krążenie limfy.

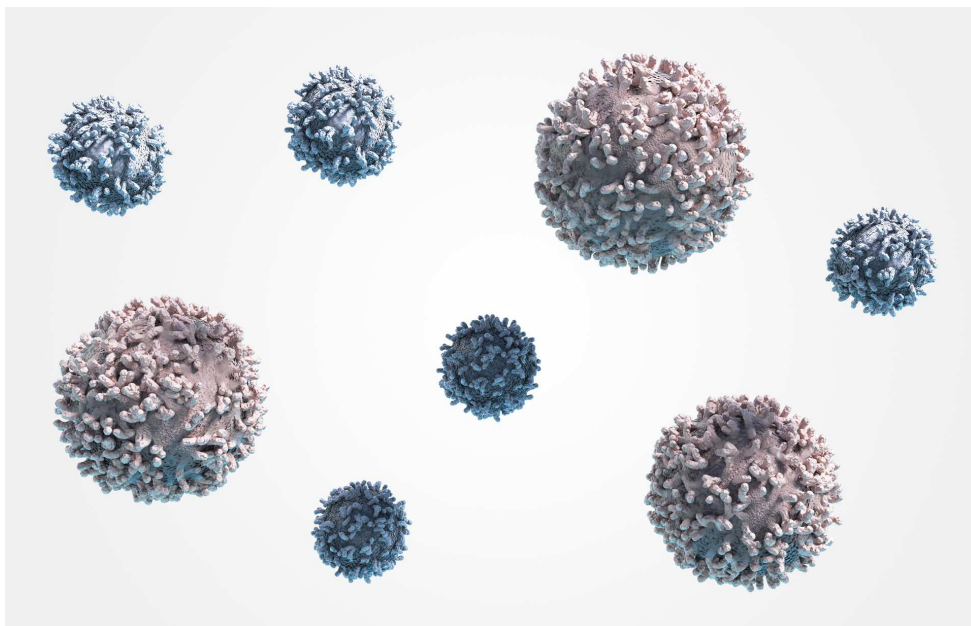
Źródło: Nazareth , Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

3. Komórki i cząsteczki układu odpornościowego

Odporność zawdzięczamy m.in. leukocytom. W szpiku kostnym i układzie limfatycznym powstają makrofagi i limfocyty. Uczestniczą one w reakcjach odpornościowych organizmu, zwalczając czynniki chorobotwórcze dostające się do organizmu.

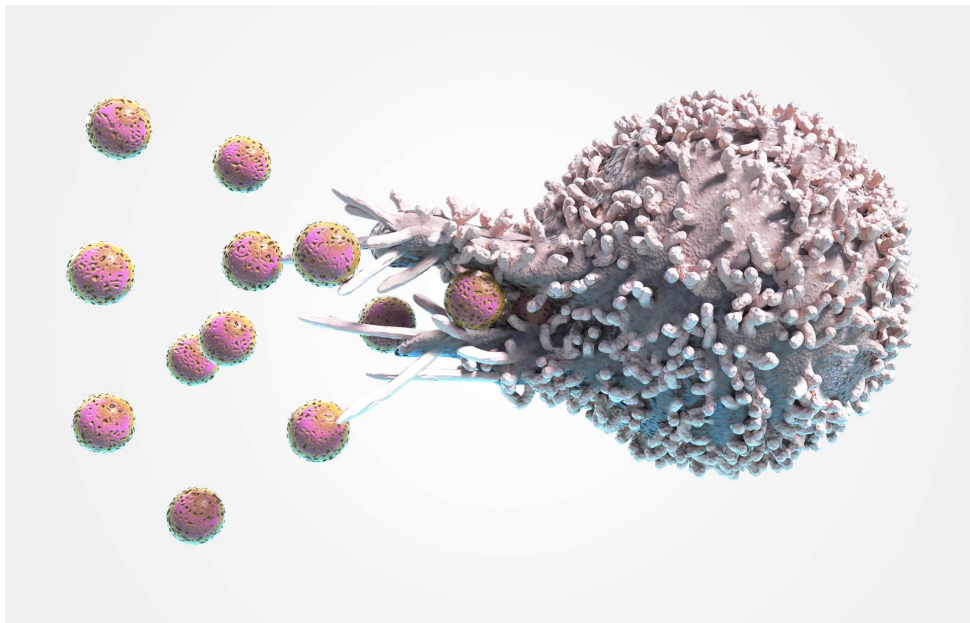
Makrofagi to największe krwinki białe. Mają zdolność poruszania się ruchem pełzakowatym do zainfekowanych miejsc. Pochłaniają i niszczą bakterie, wytwarzają substancje hamujące namnażanie się wirusów i rozwój komórek nowotworowych. Informują pozostałe komórki układu odpornościowego o zakażeniu.

Limfocyty powstają w szpiku kostnym. Część z nich tu pozostaje, dojrzewa i nabywa zdolności do walki z czynnikami chorobotwórczymi. Są to **limfocyty B**, które wędrują do krwi i tu wytwarzają **przeciwciała** rozpoznające obce **antygeny** oraz niszczące drobnoustroje. Zapamiętują one raz poznany antygen, aby szybciej na niego zareagować przy kolejnym kontakcie. Kolejny rodzaj limfocytów – **limfocyty T** – przechodzą ze szpiku do grasicy. Tam dojrzewają i uzyskują zdolność rozpoznawania intruza, niszczenia zainfekowanych komórek i komórek nowotworowych. Limfocyty T wytwarzają również substancje pobudzające inne komórki obronne ustroju do działania. Dojrzałe limfocyty B i T krążą w limfie i we krwi obwodowej.



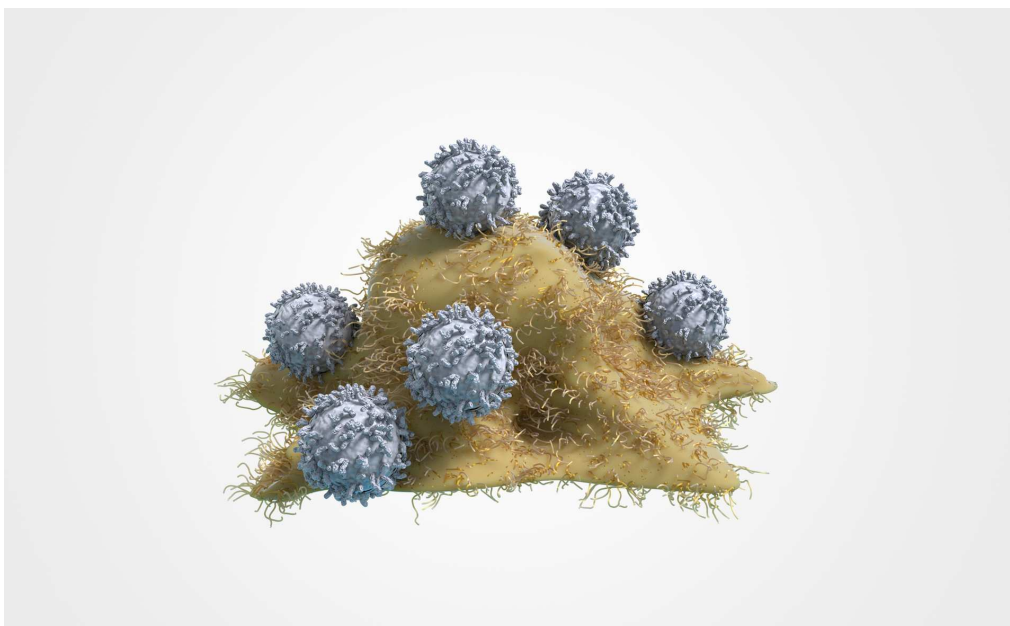
Komórki układu odpornościowego: makrofagi i limfocyty.

Źródło: Marcin Sadowski, Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY-SA 3.0.



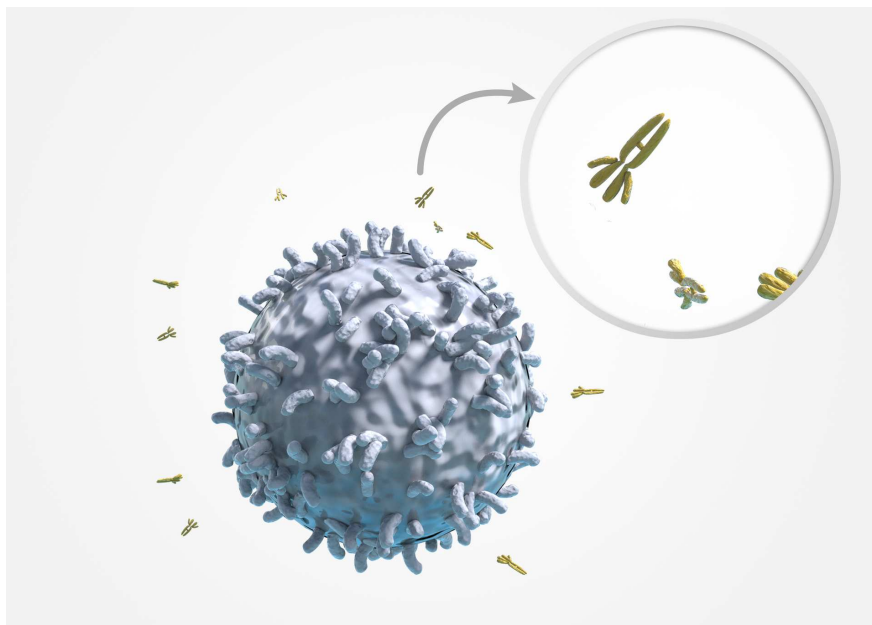
Makrofag pożera bakterie.

Źródło: Marcin Sadowski, Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY-SA 3.0.



Limfocyty T atakujące komórkę nowotworową.

Źródło: Marcin Sadowski, licencja: CC BY-SA 3.0.



Limfocyt B wytwarza przeciwciała.

Źródło: Marcin Sadowski, Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Każdego dnia organizm człowieka wytwarza ok. 15 mld limfocytów, czyli ponad 2 razy więcej niż jest ludzi na Ziemi. Dojrzałe limfocyty B mogą w ciągu sekundy wyprodukować do 2000 przeciwciał.

Polecenie 4

Wyjaśnij, jaką rolę w prawidłowym funkcjonowaniu komórek układu odpornościowego odgrywają szpik kostny i grasica.

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

Podsumowanie

- Limfa jest przesączem krwi.
- Naczynia limfatyczne mają podobną budowę jak żyły.
- Układ limfatyczny składa się z narządów limfatycznych (grasicy, śledziony, gruczołów limfatycznych) i otwartego systemu naczyń limfatycznych.
- Narządy układu limfatycznego, komórki oraz przeciwciała odpowiadają za reakcje odpornościowe organizmu.
- W niszczeniu czynników chorobotwórczych specjalizują się makrofagi oraz limfocyty T i B.

- W wymianie substancji między komórkami a krwią pośredniczy limfa (odprowadzana przez naczynia limfatyczne).
- Układ limfatyczny towarzyszy układowi krwionośnemu i ściśle z nim współpracuje.

Praca domowa

Polecenie 5

Stwórz tabelę, w której porównasz komórki uczestniczące w zwalczaniu czynników chorobotwórczych, biorąc pod uwagę miejsce ich powstawania oraz funkcję.

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

Polecenie 6

Czy zgadzasz się ze stwierdzeniem, że jedynym zadaniem układu limfatycznego jest utrzymanie równowagi płynów ustrojowych w tkankach? Uzasadnij odpowiedź.

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

Słownik

antygeny

struktury makrocząsteczkowe (najczęściej glikoproteiny) rozpoznawane przez limfocyty, indukujące odpowiedź immunologiczną i reagujące z produktami tej odpowiedzi: aktywnymi limfocytami i/lub przeciwciałami; rozróżnia się antygeny własne (składniki organizmu) i obce

grasica

narząd układu limfatycznego i dokrewnego, w którym dojrzewają limfocyty T

limfa (chłonka)

przesącz osocza krwi, który z przestrzeni międzykomórkowych dostał się do naczyń limfatycznych

limfocyty B

komórki układu odpornościowego; dojrzewają w szpiku kostnym, wytwarzają przeciwciała

limfocyty T

komórki układu odpornościowego; dojrzewają w grasicy; są zdolne do rozpoznawania drobnoustrojów i niszczenia zainfekowanych komórek

makrofagi

największe komórki krwi; są zdolne do pełzakowatego ruchu i pochłaniania drobnoustrojów chorobotwórczych

naczynia limfatyczne

transportują limfę w kierunku serca

przeciwciała

białka produkowane przez limfocyty B, mające zdolność łączenia się z antygenem i niszczenia drobnoustroju

przewody limfatyczne

łącząc się z żyłami podobojczykowymi, odprowadzają limfę do krwiobiegu

śledziona

największy narząd układu limfatycznego, w którym powstają limfocyty, giną krwinki czerwone, białe i płytki krwi

węzły chłonne

narządy limfatyczne, w których są wychwytywane i niszczone czynniki chorobotwórcze znajdujące się w limfie; namnażają się także limfocyty

Zadania

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania.

Ruch limfy w naczyniach limfatycznych wymuszany jest przez:

- ☐ zastawki.
- ☐ węzły limfatyczne.
- ☐ mięsień sercowy.
- ☐ mięśnie ściany naczyń limfatycznych.

Ćwiczenie 2



Wstaw w luki odpowiednie elementy spośród zaproponowanych poniżej.

Limfocyty T i B powstają w . W grasicy nabywają zdolności do rozpoznawania czynników chorobotwórczych. Limfocyty te rozpoznają i produkują .

fibrynogen

szpiku kostnym

limfie

limfocyty B

limfocyty T

makrofagi

przeciwciała

osoczu

chłonek

przeciwciała

grasicy

drobnoustroje chorobotwórcze

osocze

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

Ćwiczenie 3



Uporządkuj struktury tak, by ich kolejność ilustrowała drogę limfy podążającej w kierunku serca. Zaczynij od góry.

Włosowate naczynia limfatyczne



Przewody limfatyczne



Przestrzeń międzykomórkowa



Serce



Żyły



Większe naczynia limfatyczne



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

Ćwiczenie 4



Wskaż właściwy komentarz do opisanej poniżej sytuacji.

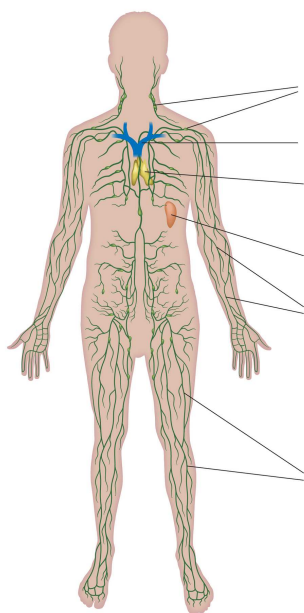
Asia ma lekko powiększone i bolesne migdałki.

- ☐ To dobrze, ponieważ w migdałkach zgromadziła się limfa.
- ☐ To źle, ponieważ świadczy to o tym, że Asia ma obniżoną odporność.
- ☐ To dobrze, ponieważ w ich wnętrzu zwalczana jest infekcja.

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

Ćwiczenie 5

Wskaż na ilustracji narząd, w którym dojrzewają limfocyty T.



- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

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

Ćwiczenie 6



Przyporządkuj pojęcia i opisy odpowiedniemu układowi.

Układ krążenia

Węzły chłonne

Obrona organizmu przed patogenami

Układ limfatyczny

Krew

Naczynia otwierają się do przestrzeni międzykomórkowych

Zamknięty system naczyń

Serce

Transport gazów oddechowych

Limfa

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

Ćwiczenie 7



Oceń prawdziwość poniższych zdań.

	Prawda	Fałsz
Układ limfatyczny zapewnia przepływ limfy do układu krwionośnego.	☐	☐
Krwinki białe i erytrocyty niszczone są w szpiku kostnym.	☐	☐
Limfa jest przesączem składników osocza krwi.	☐	☐
W niszczeniu czynników chorobotwórczych specjalizują się erytrocyty.	☐	☐

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

Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, dlaczego układ limfatyczny człowieka jest układem otwartym.

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

Notatnik

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