

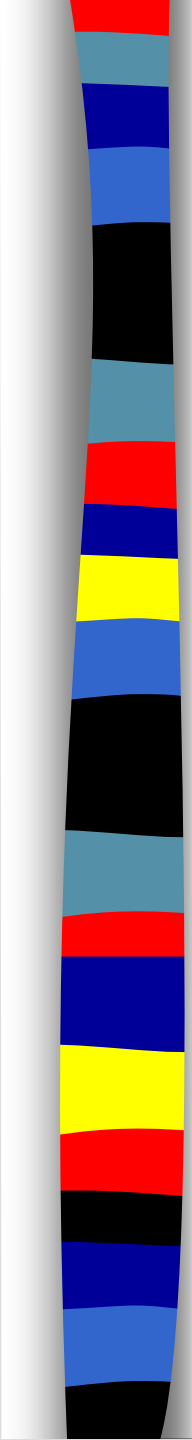


WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA PIELEGNACJI ZDROWIA I URODY
w Poznaniu

dr n. med. Bogusław Nedoszytko
Krew – budowa i funkcje

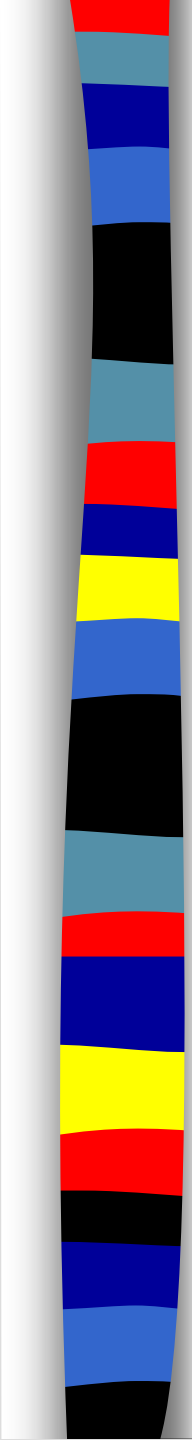
Wydział Zamiejscowy
w Gdyni





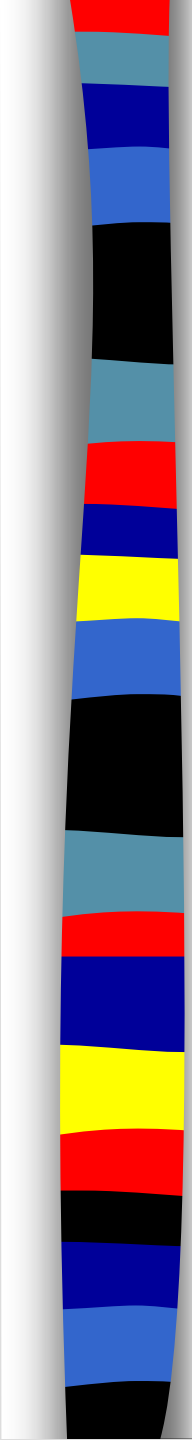
Funkcje krwi

- Utrzymanie homeostazy - stałości składu środowiska wewnętrznego organizmu.
- Transport:
 - tlenu z płuc do tkanek
 - dwutlenku węgla z tkanek do płuc
 - substancji odżywczych (glukozy, aminokwasów, witamin, lipidów nukleotydów) z przewodu pokarmowego poprzez wątrobę do tkanek
 - hormonów - z gruczołów dokrewnych do komórek docelowych
 - produktów przemiany materii:
 - mocznika, kwasu moczowego z wątroby do nerek
 - kwasu mlekowego - z mięśni do wątroby
 - bilirubiny z wątroby do nerek
 - metabolitów trucizn, leków - z wątroby do nerek
- Udział w regulacji:
 - temperatury ciała
 - stężenia jonów H^+
 - ciśnienia osmotycznego
 - objętości płynów ustrojowych
- Funkcje obronne
 - niszczenie drobnoustrojów
 - niszczenie pasożytów
 - niszczenie toksyn
 - niszczenie komórek nowotworowych
- Krzepnięcie krwi.



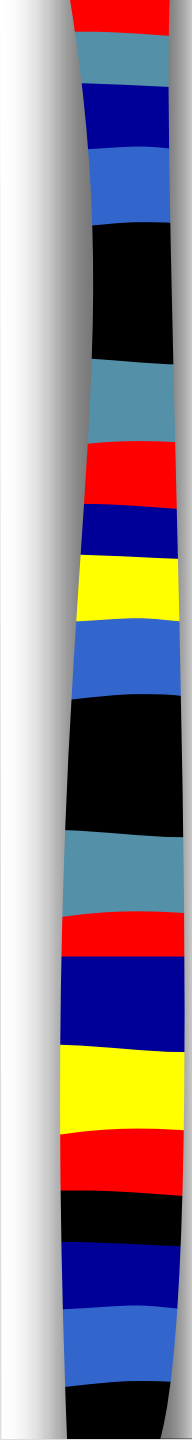
KREW

- Krew jest szczególną odmianą tkanki łącznej, posiadającą płynną istotę międzykomórkową (osocze). Krążąca po całym ustroju krew umożliwia transport tlenu, substancji odżywczych, hormonów, oraz produktów przemiany materii. Za pośrednictwem krwi dokonuje się regulacja bilansu wodnego, jonowego, stabilizacja pH oraz termoregulacja.
- **Komórki krwi** (elementy morfotyczne) powstają w szpiku kostnym. Z wyjątkiem erytrocytów mają kształt kulisty. Jedne (erytrocyty i płytki) nigdy (w warunkach prawidłowych) nie opuszczają krwi, dla innych (leukocyty) krew jest przede wszystkim środkiem transportu, doprowadzającym je do tkanek, gdzie pełnią swe funkcje.
- **Osocze** stanowi około 55% objętości krwi, pozostałe 45% zajmują elementy morfotyczne; wartość ta nosi nazwę hematokrytu. Osocze jest wodnym roztworem wielu substancji, zawiera: jony, białka (albuminy, globuliny, fibrynogen), aminokwasy, cukry, lipidy (lipoproteidy), witaminy. Zawarte w nich białka odpowiadają również za krzepnięcie krwi.



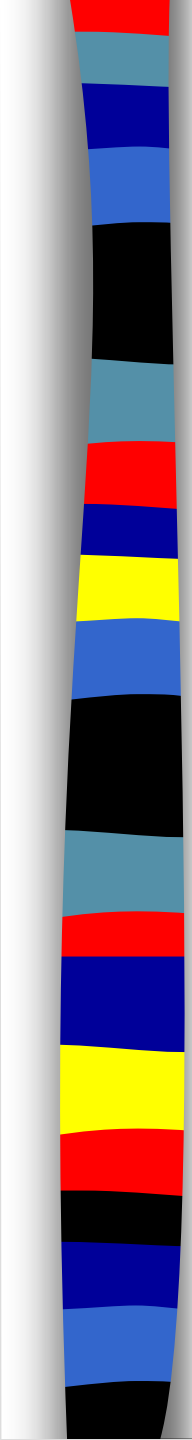
Osocze

- pH 7,4
- 10% zawiesina drobnocząsteczkowych
- 7% białka
- 0,9% sole nieorganiczne
- Transportowane substancje:
 - Hormony, glukoza (100mg%), aminokwasy, witaminy, lipidy itp



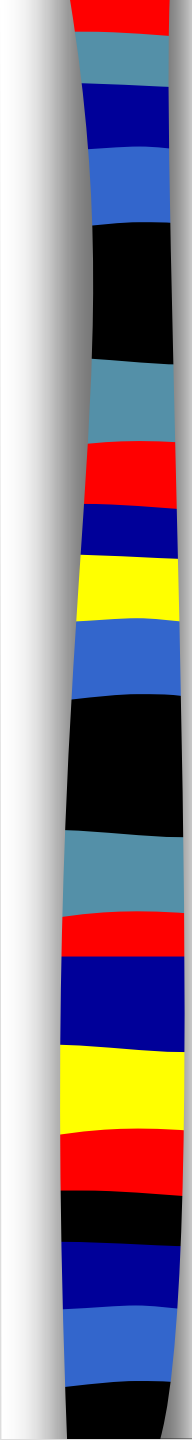
Białka osocza

- Albuminy - 4%
- Globuliny - 2,6%
- Fibrynogen - 0,4%



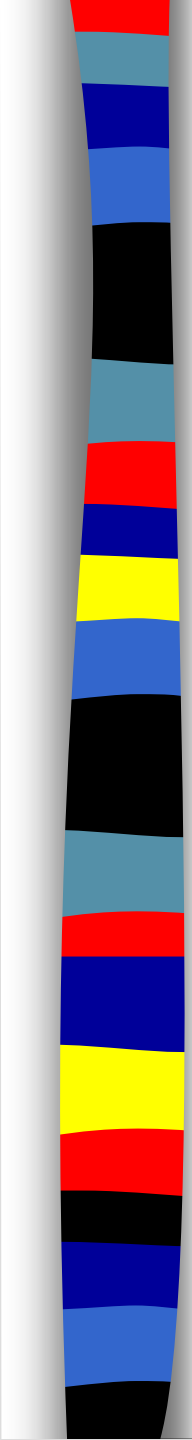
Albuminy

- Regulują ciśnienie osmotyczne (onkotyczne) krwi
- Odpowiadają za utrzymanie krwi w łożysku naczyniowym
- Krew ma większe ciśnienie osmotyczne (onkotyczne) niż płyn tkankowy



Globuliny

- Dziela się na α , β γ - globuliny
- Białka o różnorodnych funkcjach
 - Transferyna - transport żelaza
 - Ceruloplazmina - transport miedzi
 - Lipoproteiny - transport tłuszczów
 - Transkortyna - tr. kortykosterydów
- γ - globuliny - to białka odpornościowe immunoglobuliny



Fibrynogen

- Białko, z którego po aktywacji powstaje fibryna (włóknik) tworzący skrzep

Komórki krwi



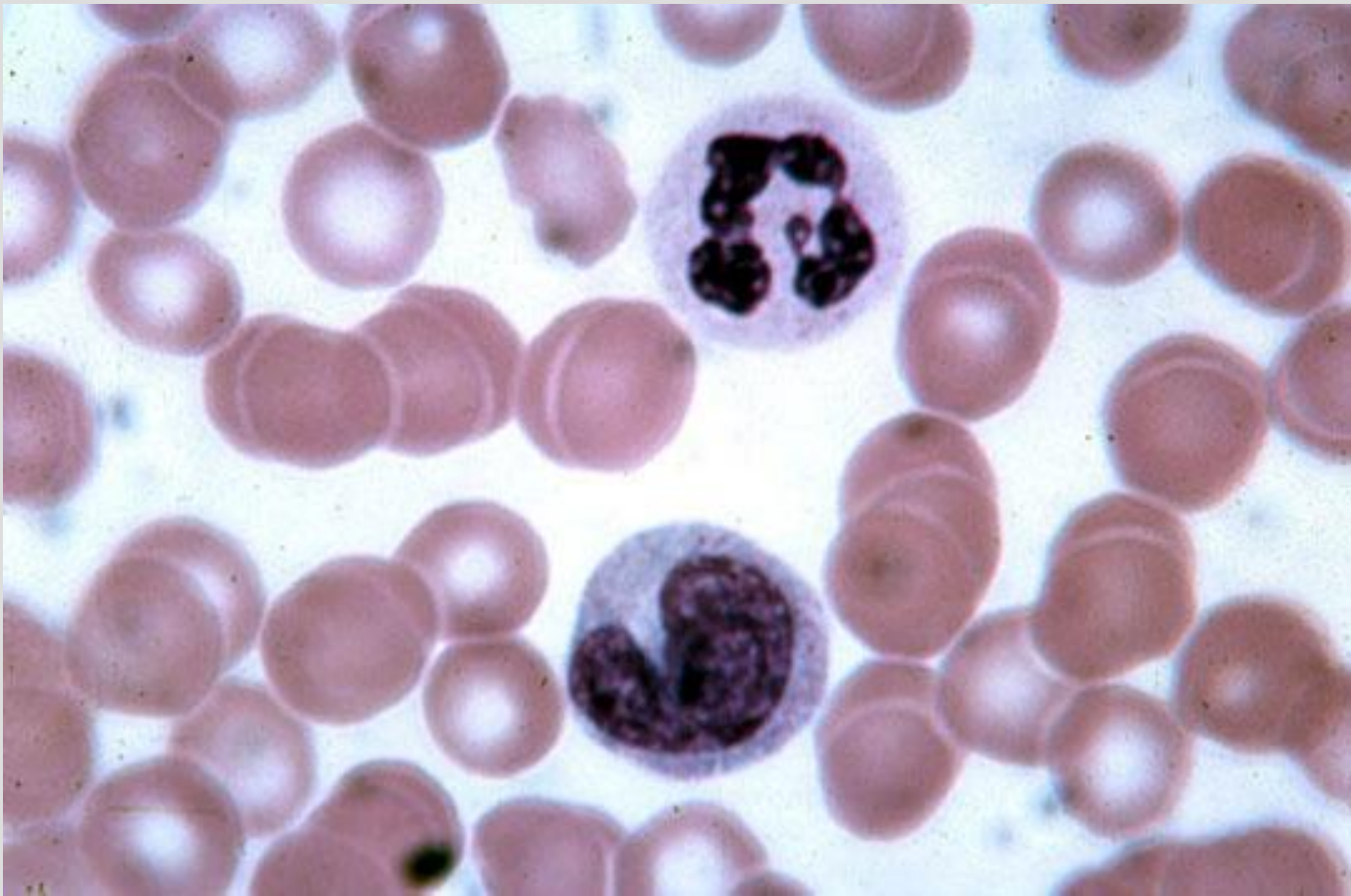
Klasyfikacja komórek krwi, ich wielkość i liczba

	wielkość (μm)	liczba (w 1 mm^3)	% leukoc.
(1) erytrocyty (krwinki czerwone)	7,5 $\times$ 2-1	4,5 - 5 mln.	
(2) leukocyty (krwinki białe)		5 - 8 tys.	
- granulocyty:			
obojętnochłonne	12		55 - 65
kwasochłonne	14		2 - 4
zasadochłonne	10		0,5 - 1
- agranulocyty:			
limfocyty	8 -12		25 - 35
monocyty	15-20		4 - 8
(3) trombocyty (płytki krwi)	2-4	200 - 300 tys.	

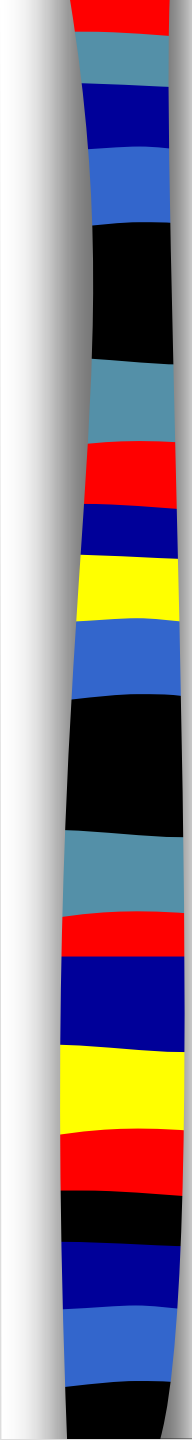
Erytrocyty.

- Kształt dwuwklęsłego krążka, nie mają jądra ani organelli komórkowych. Cytoplazmę wypełnia hemoglobina (56% zawartości), która w naczyniach pęcherzyków płucnych przyłącza tlen, a w tkankach go oddaje. W przeciwną stronę erytrocyty transportują dwutlenek węgla.
- W błonie komórkowej erytrocytów zlokalizowane są antygeny grupowe krwi (ABO, Rh i in.).
- Erytrocyty pełnią w organizmie 3 funkcje:
 - Transportują tlen
 - Transportują dwutlenek węgla
 - Regulują pH krwi
- Żyją ok. 120 dni

Erytrocyty i leukocyty (pow 950x)

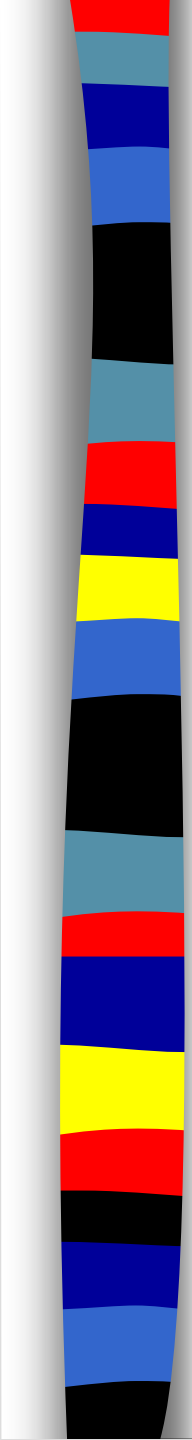


Erytrocyty barwią się kwasochłannie, na czerwono₁₂
Bogusław
Nedoszytko



Reticulocyty

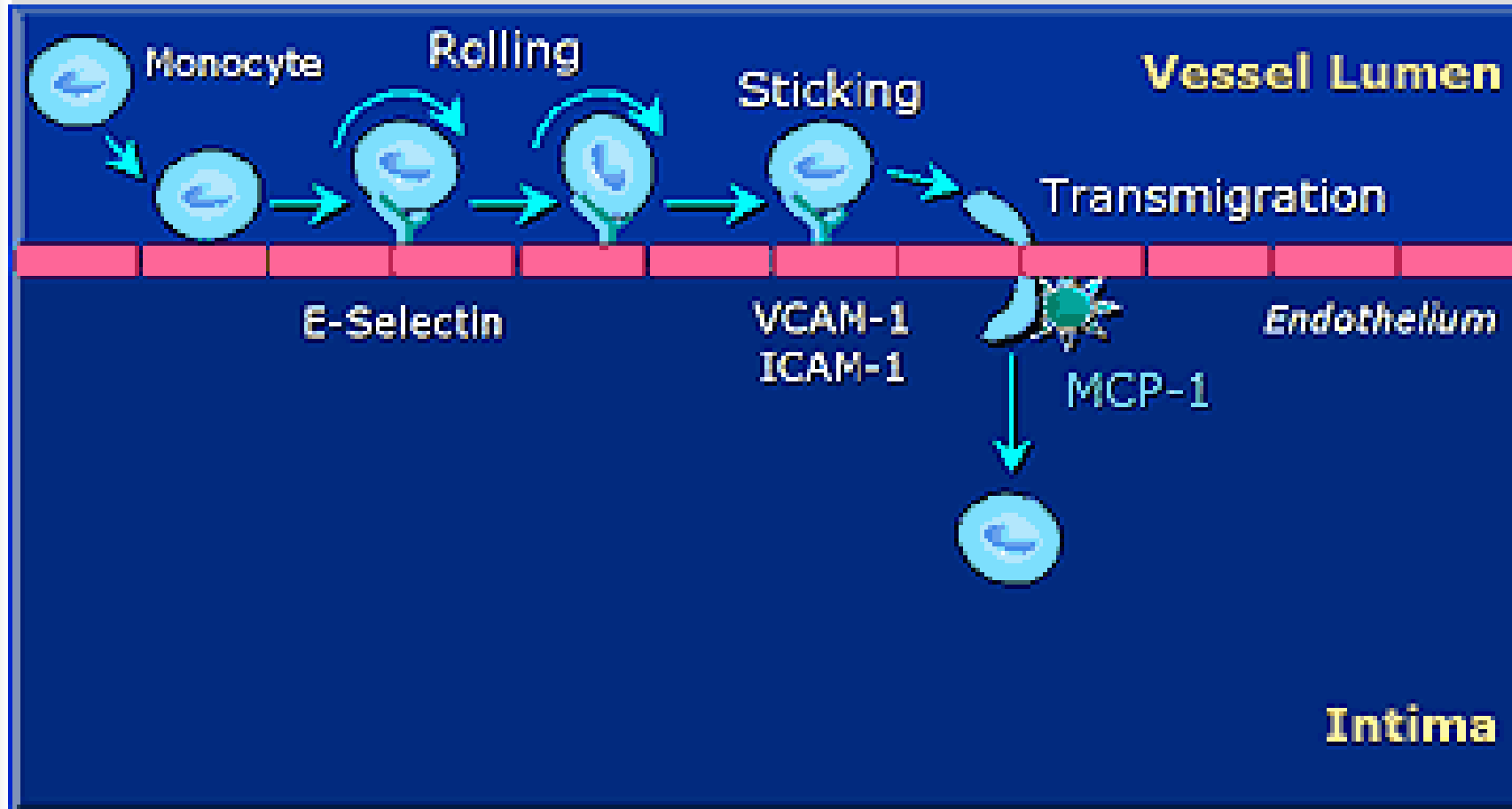
- 1-2% erytrocytów to retikulocyty (erytrocyty nie w pełni dojrzałe), zawierające w cytoplazmie skupiska wolnych rybosomów, które w obrazie mikroskopowym widoczne są w formie fioletowych ziarenek i niteczek. Liczba retikulocytów wzrasta przy nasilonej odnowie krwi (po krwotokach, na dużych wysokościach). Po 24-48h dojrzewają tracąc m-RNA

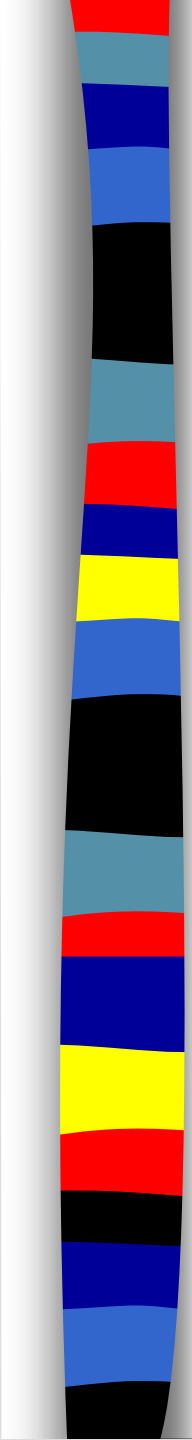


Zmiany kształtu erytrocytów w chorobach

- Makrocytoza
- Mikrocytoza
- Anizocytoza
- Poilkilocytoza
- Eliptocytoza
- Sierpowate
- Tarczowate

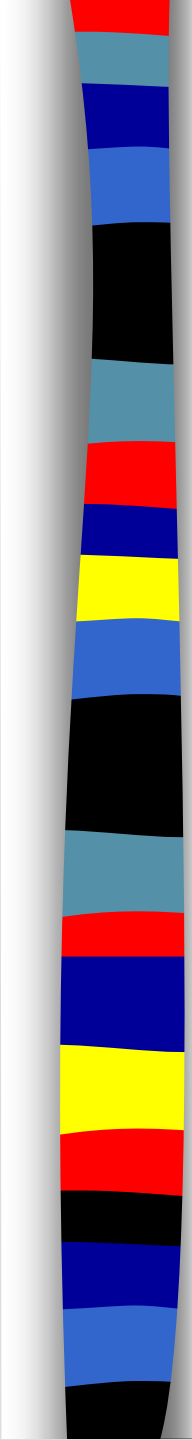
Diapedeza monocytu





Hemoglobiny

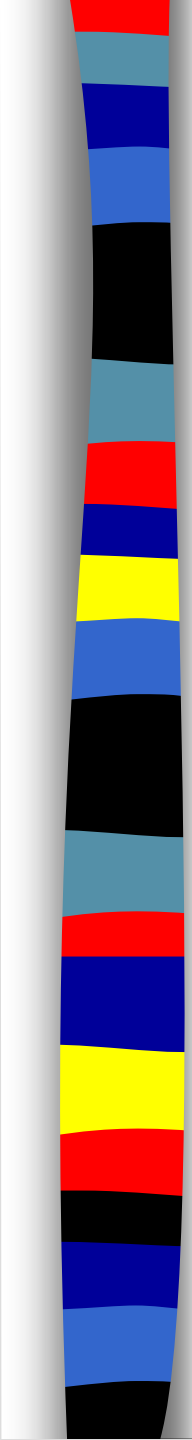
- HbA1 - $\alpha_2\beta_2$ - 97%
- HbA2 - $\alpha_2\delta_2$ - 2%
- HbF - $\alpha_2\gamma_2$ - 1 %



Funkcje hemoglobina

- Transport tlenu – oksyhemoglobina
- Transport CO₂ – karbaminohemoglobina
- Regulacja pH

- $\text{Hb} + \text{CO} = \text{karboksyhemoglobina}$
- $\text{Hb Fe}^{+3} = \text{methemoglobina}$

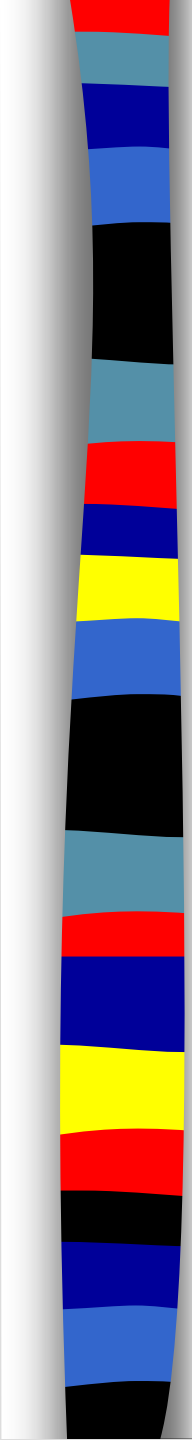


Płytki krwi.

- Są to bezjądrzaste fragmenty większych komórek prekursorowych (megakariocytów) znajdujących się w szpiku. Mają kształt soczewki i dwie strefy: obwodową (hialomer) i centralną (granulomer), zawierającą organelle i ziarna.
- Po przerwaniu ciągłości naczynia krwionośnego gromadzą się w miejscu uszkodzenia (agregacja płytek), tworząc "czop" zamykający przerwę w ścianie naczynia.
- Równocześnie wydzielają substancje uczestniczące w procesie krzepnięcia krwi, *zapoczątkowując w tym miejscu tworzenie skrzepu.*

Płytki krwi





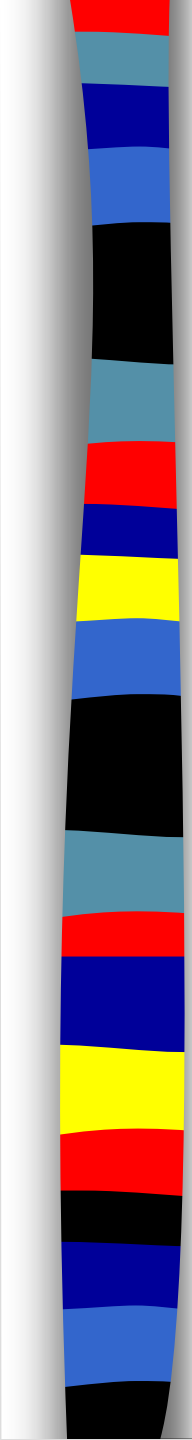
Trombocyty - funkcje

■ Zawierają:

- serotoninę,
- histaminę,
- czynnik płytkowy III - aktywuje tromboplastynę

■ Uczestniczą w procesie:

- Krzepnięcia krwi
- Fibrynolizy (rozpuszczania skrzepu)
- Aktywują angiogenezę
- Aktywują fibroblasty w procesie gojenia ran

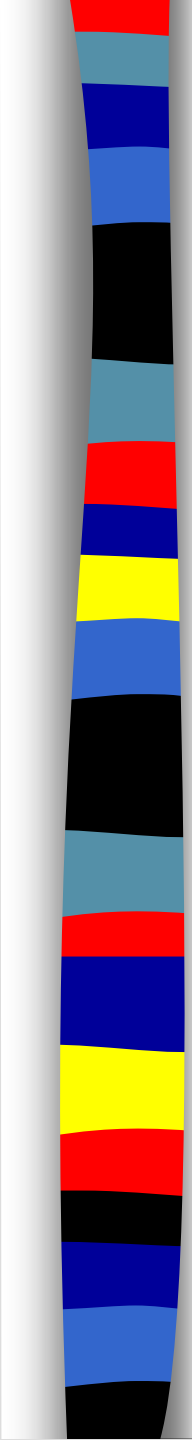


Krzepnięcie krwi

- Krzepnięcie krwi - wieloetapowy, enzymatyczny proces z udziałem 13 czynników, w większości białek, prowadzący do powstania skrzepu.
- Fibrynoliza - proces enzymatycznego rozkładu skrzepu.
- Hemostaza - mechanizmy kontrolujące krwawienie i krzepnięcie krwi.

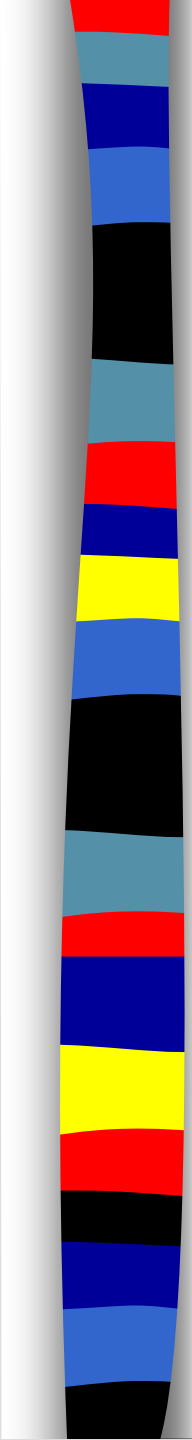
Uszkodzenie ściany naczynia krwionośnego.

Skurcz naczyń	przyleganie płytek krwi do włókien kolagenowych naczyń	uwolnienie z płytek krwi i ściany naczyń czynników krzepnięcia Etap I
		↓ seria reakcji enzymatycznych aktywator protrombiny (trombokina) + Ca^{+2} Etap II Protrombina → Trombina ↓ Etap III Trombina + Ca^{+2} Fibrynogen → Fibryna
Zmniejszenie Upływu krwi	czop płytkowy	Polimeryzacja fibryny, erytrocyty wplątane w sieć fibryny wzmacniają skrzep



Leukocyty - białe ciałka krwi

- Brak barwnika
- Posiadają jądro komórkowe
- Dzielimy je na granulocyty(neutro, bazo- i eozynofile) i agranulocyty (monocyty i limfocyty)
- Powstają w szpiku i układzie limfatycznym (limfocyty)
- Zazwyczaj żyją krótko (1-4 dni), wyjątkiem są limfocyty.



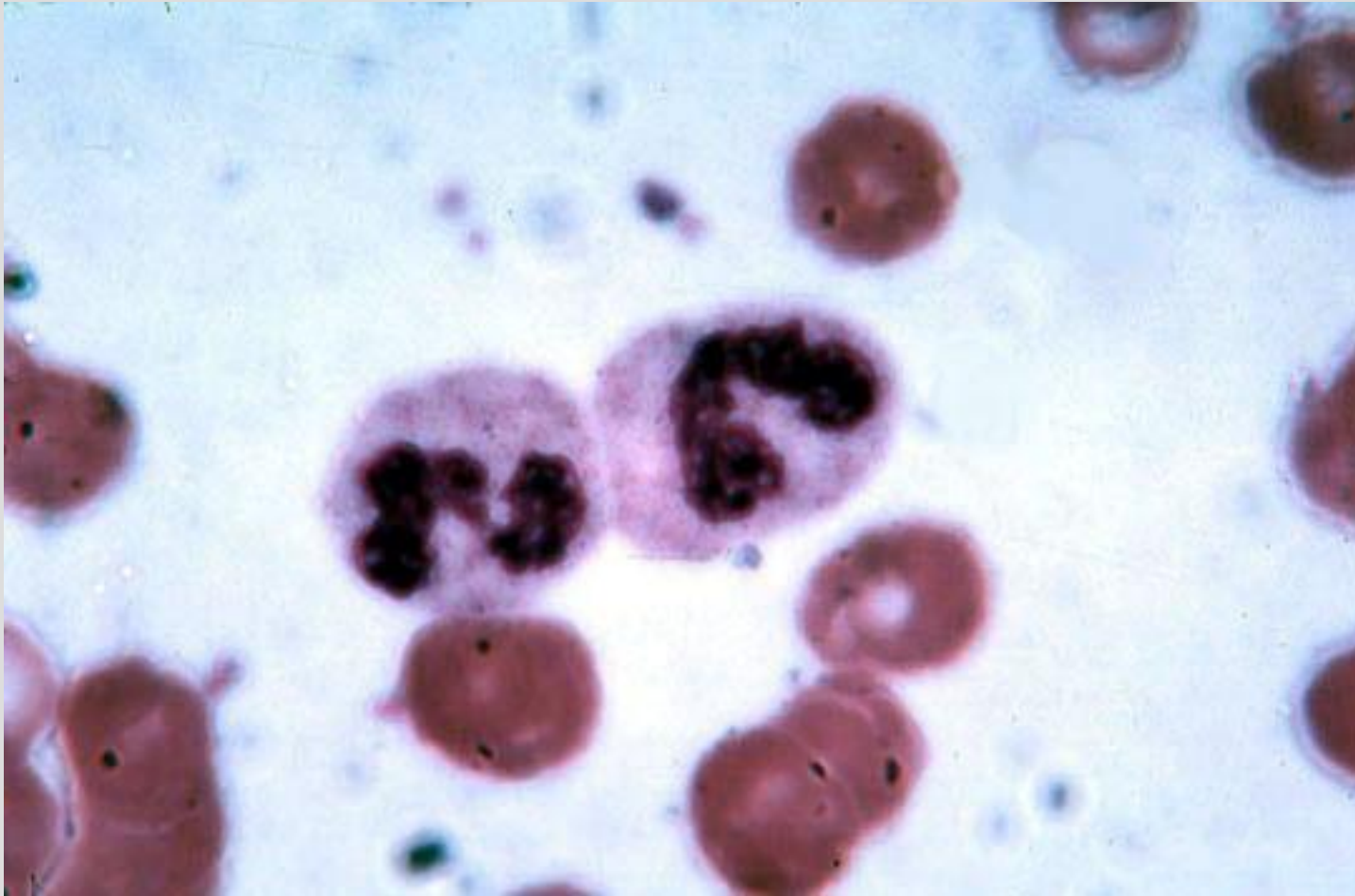
Własności granulocytów i monocytów

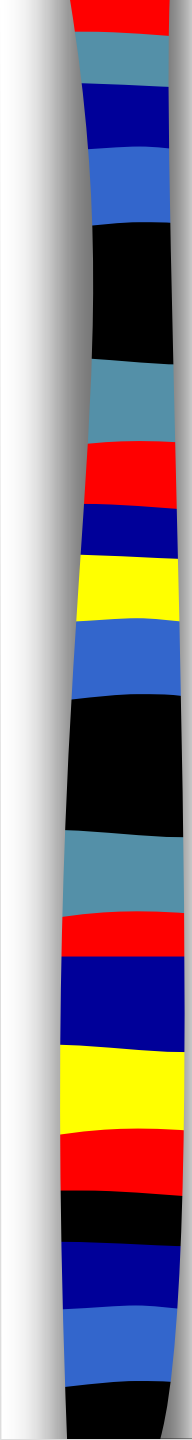
- Fagocytoza
- Chemotaksja
- Diapedeza

Granulocyty obojętnochłonne (neutrofile).

- Młode formy mają jądro w kształcie rogalka (tzw. jądro pałeczkowate), w pozostałych jądro podzielone jest na 2-5 segmentów. Cytoplazma zawiera dwa rodzaje ziaren: azurochłonne (zmodyfikowane lizosomy) i swoiste. W ziarnach zawarte są substancje biologicznie czynne, umożliwiające przede wszystkim zabijanie i trawienie bakterii.
- Neutrofile zdolne są do ruchu pęzłakowatego i intensywnej fagocytozy. *Fagocyтую, zabijają i trawią głównie bakterie*, stąd w zakażeniach bakteryjnych wzrasta ich liczba w krwi.

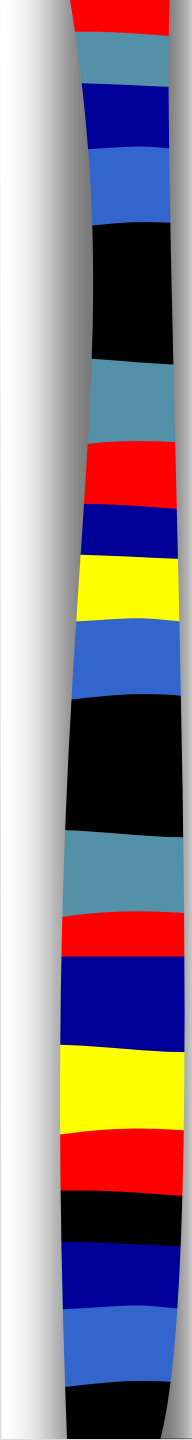
Neutrophile





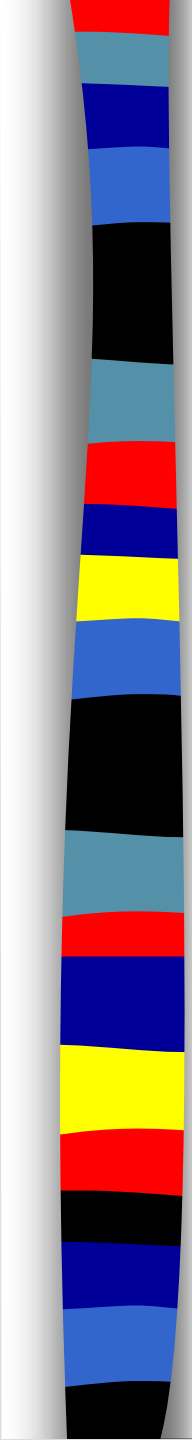
Ziarnistości azurofilne

- Fosfataza kwaśna
- Katepsyna
- Elastaza
- Kolagenaza
- Lizozym
- mieloperoksydaza
- 5'-nukleozydaza
- Arylosulfataza
- Beta - glukuronidaza
- Beta-galaktozydaza
- Kationowe białka przeciwbakteryjne



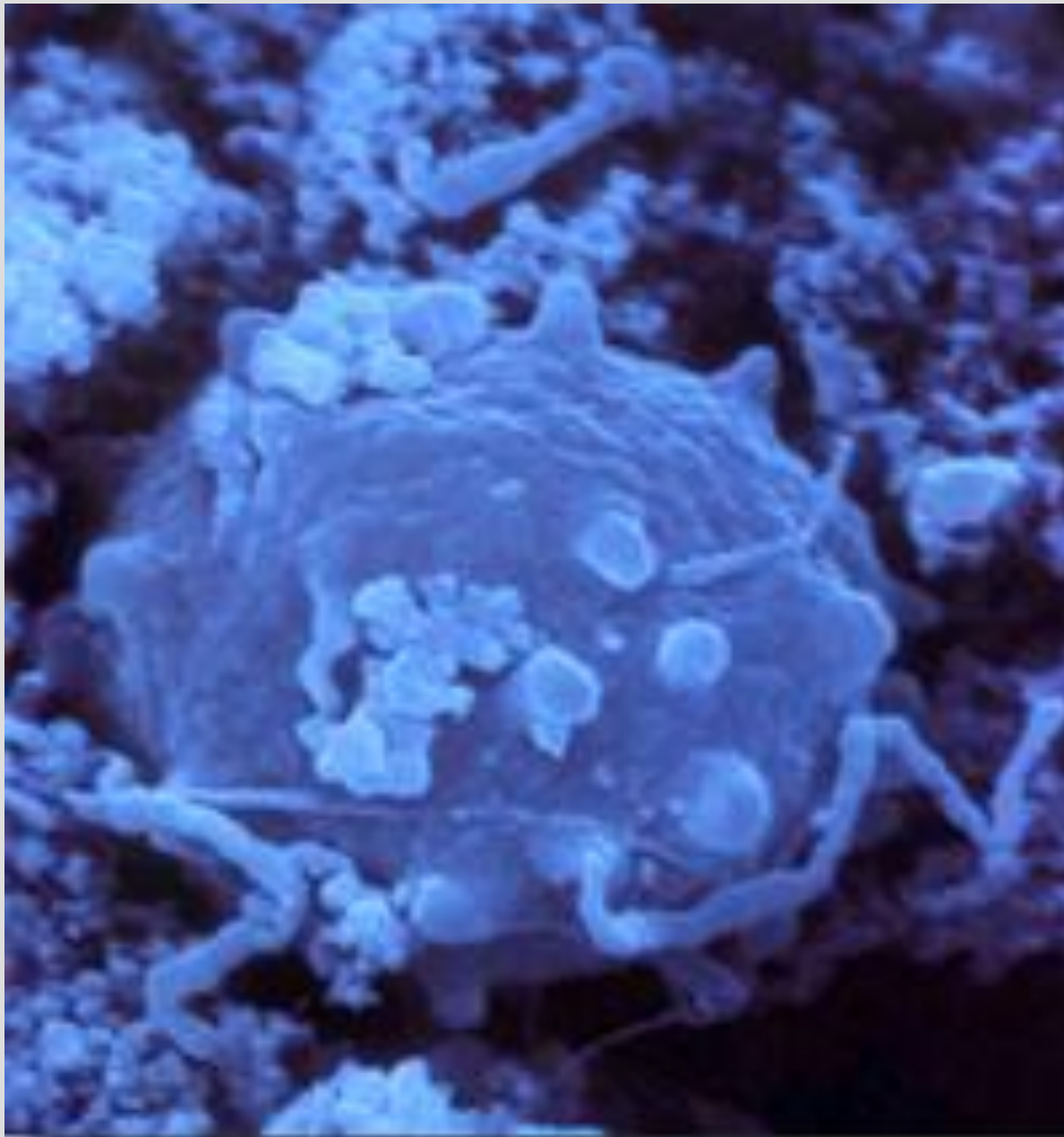
Ziarnistości specyficzne

- Fosfataza zasadowa
- Kolagenaza
- Lizozym
- Fagocytyna - bakteriobójcze białko kationowe
- laktoferyna



Neutrofile

- Pierwsza linia obrony przeciwbakteryjnej
- Po fagocytozie zabijają bakterie przy pomocy:
 - H_2O_2
 - Lizozymu, laktoferyny, proteaz
 - fagocyтины

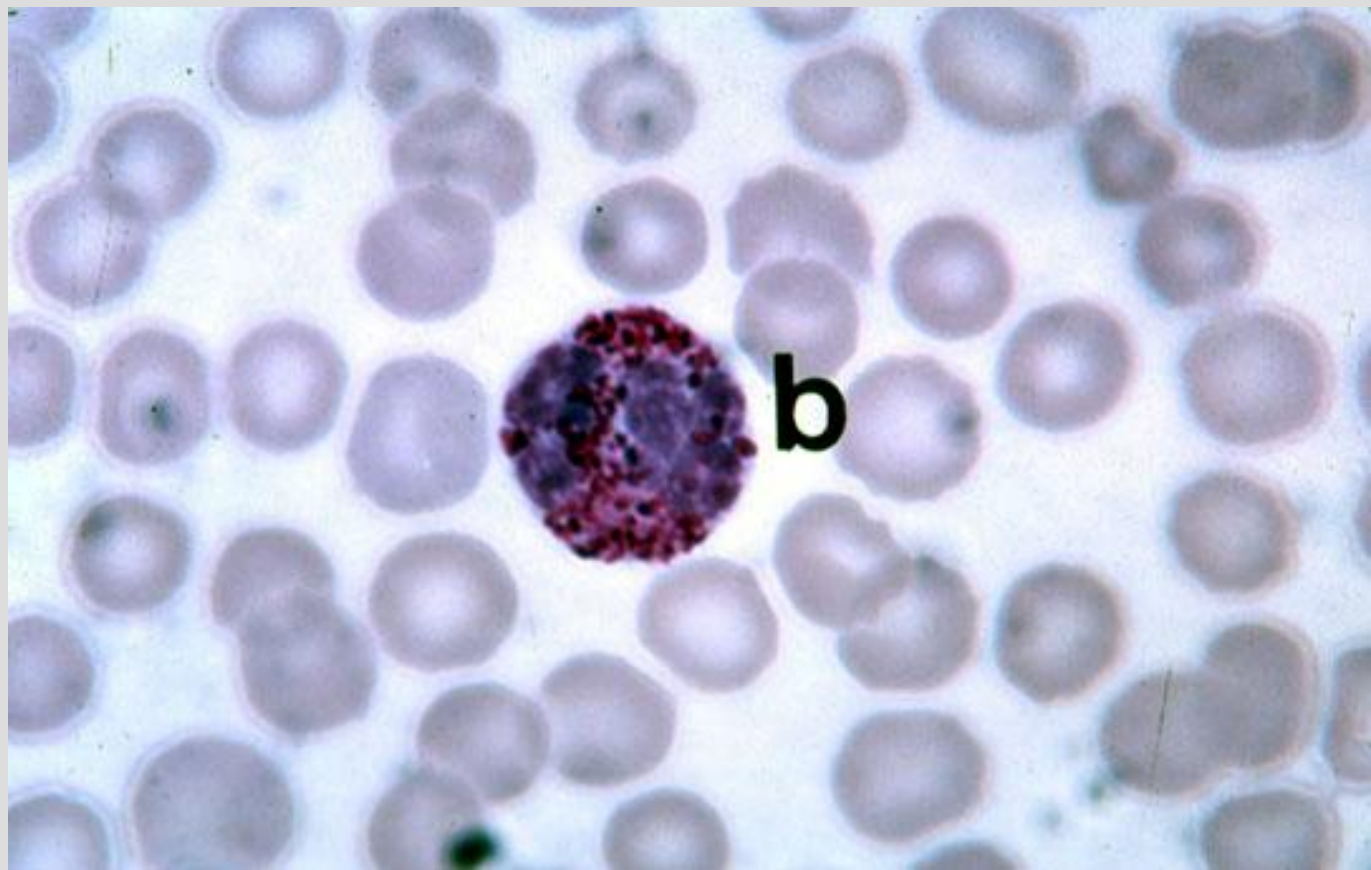


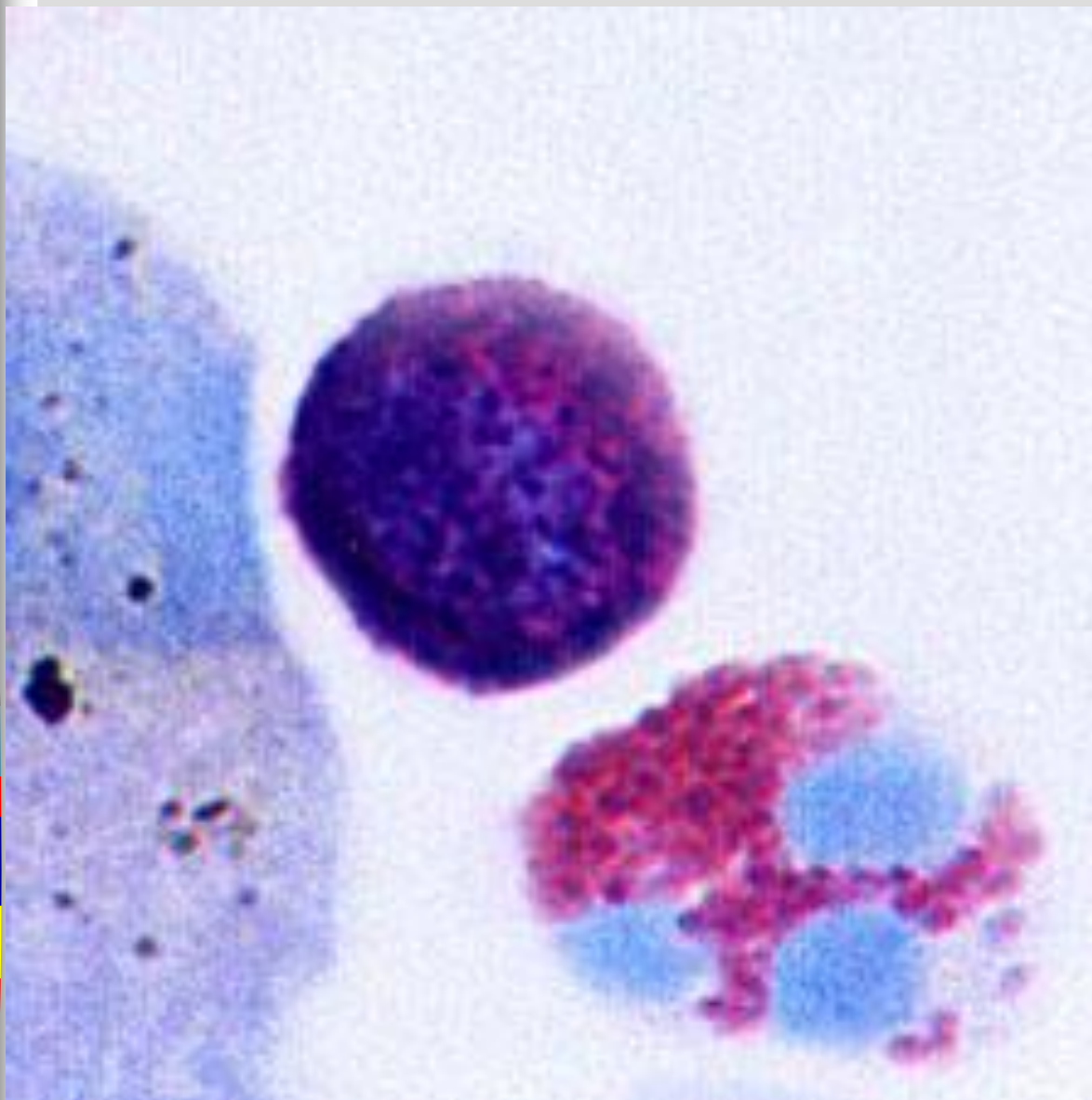
Bogusław
Nodoszytko

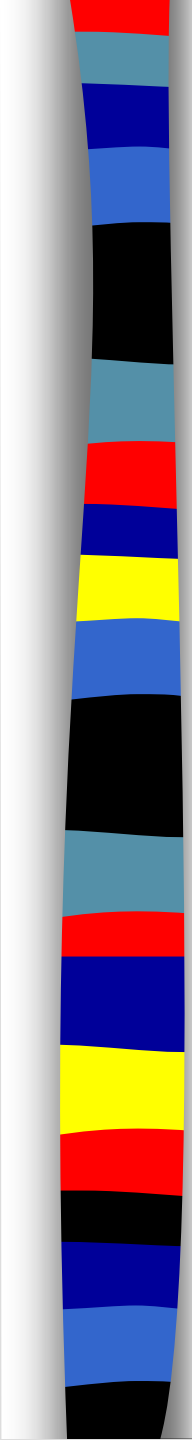
Granulocyty zasadochłonne (bazofile).

- Mają jądro pojedyncze, względnie podzielone na 2-3 segmenty, a w cytoplazmie duże zasadochłonne ziarna, o zawartości zbliżonej do ziaren mastocytów.
- Bazofile są bardzo *podobne do mastocytów* zarówno pod względem budowy jak i funkcji (są to jednak różne komórki, mające odmienne prekursory w szpiku), po przejściu do tkanek mogą wraz z mastocytami uczestniczyć w *reakcjach alergicznych*.

Bazofil

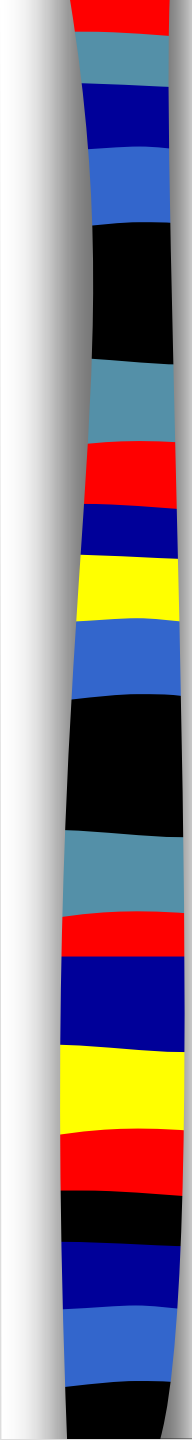






Bazofile

- Czynn timer chemotaktyczny dla eozynofilów
- Heparyna
- Histamina
- Peroksydaza
- Proteoglikany
- Mają w błonie receptor dla IgE



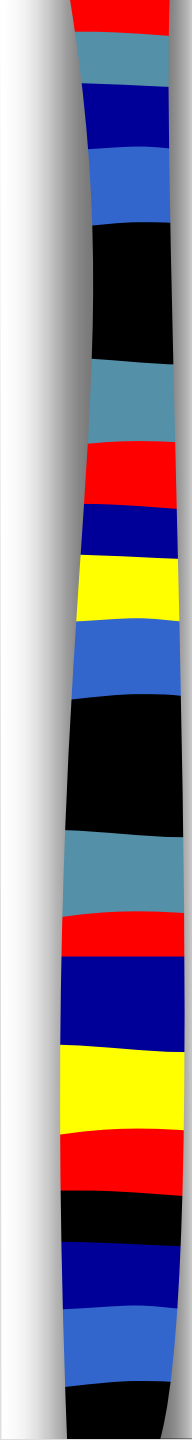
Mediatory uwalniane przez bazofile

- histamina
- Leukotrieny: LTC4, LTD4, LTE4
- wolne rodniki tlenowe
- PAF
- esteraza TAME
- kininogenaza
- siarczan chondroityny
- IL-4
- VIP
- śladowe ilości tryptazy i MBP (głównego białka zasadowego)

Granulocyty kwasochłonne (eozynofile).

- Mają jądro podzielone zazwyczaj na dwa równe segmenty ("jądro okularowate"), a w cytoplazmie kwasochłonne ziarna, większe niż w neutrofilach. Ziarna te zawierają substancje o działaniu pasożytnobójczym.

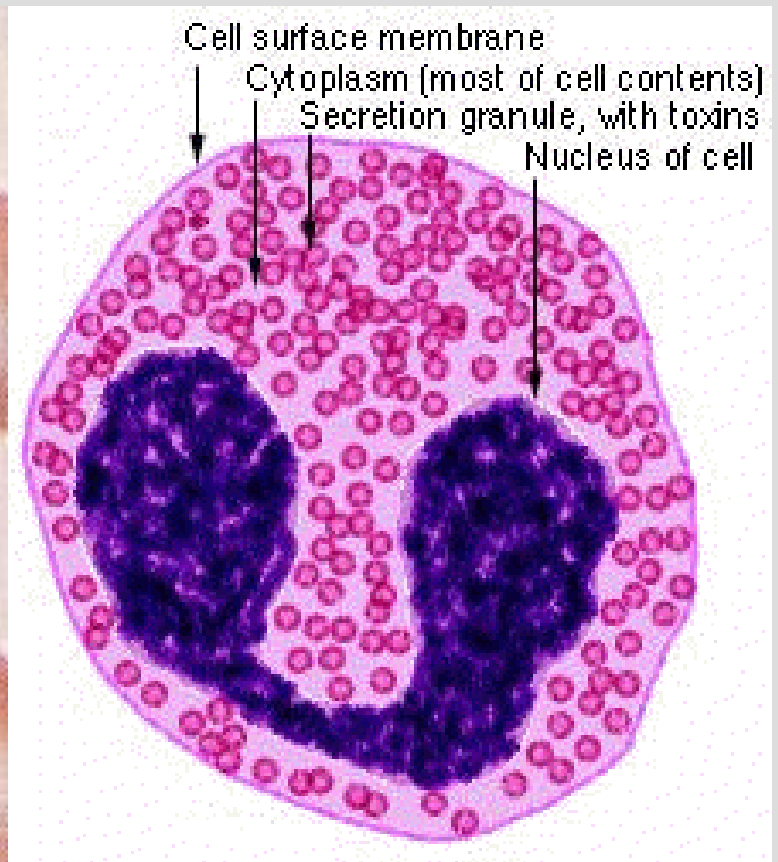
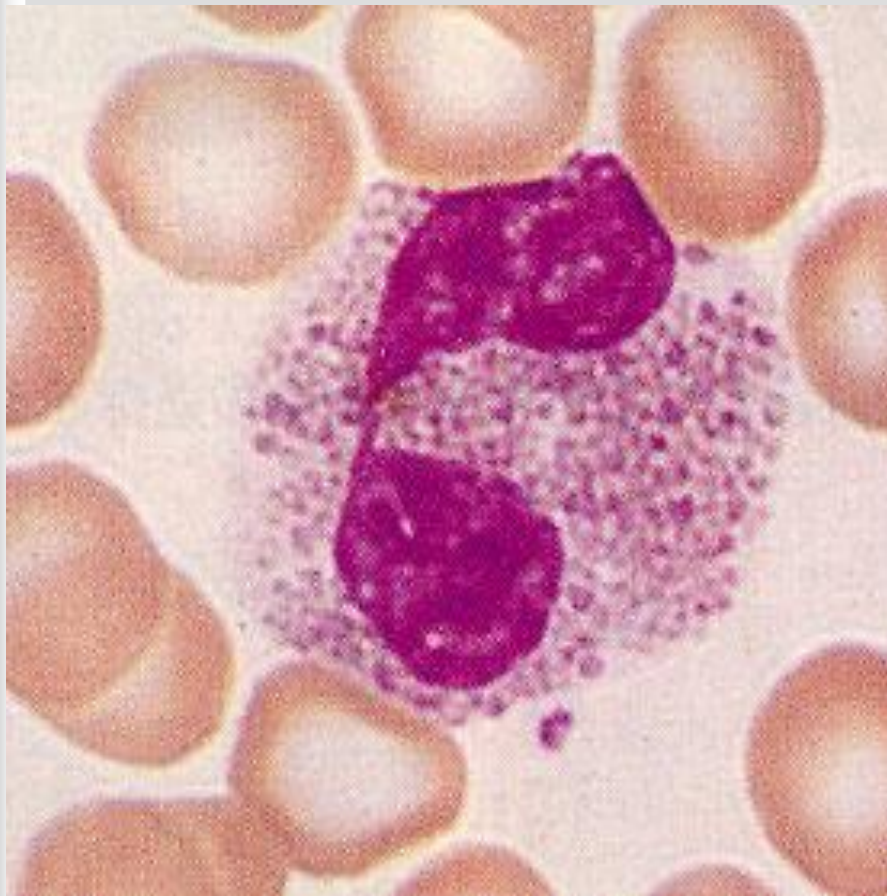


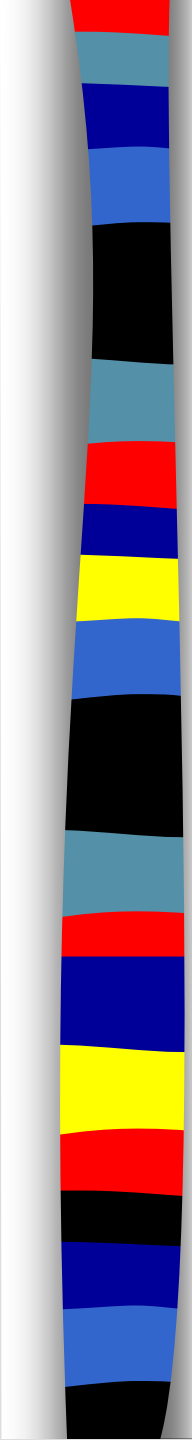


Granulocyty kwasochłonne

- osiągają średnicę 15-20 μm .
- Stanowią 2-4% ogólnej objętości leukocytów.
- Mają zdolność migracji i fagocytozy. Średnica ziaren (lizosomów) dorasta do 1 μm .
- Fagocytują kompleksy immunologiczne antygen-przeciwciało.
- Uwalniają leukotrieny i lipoksyny.
- Wykazują powinowactwo do histaminy.
- Ich ilość wrasta w chorobach pasożytniczych i alergicznych.

Eozynofil





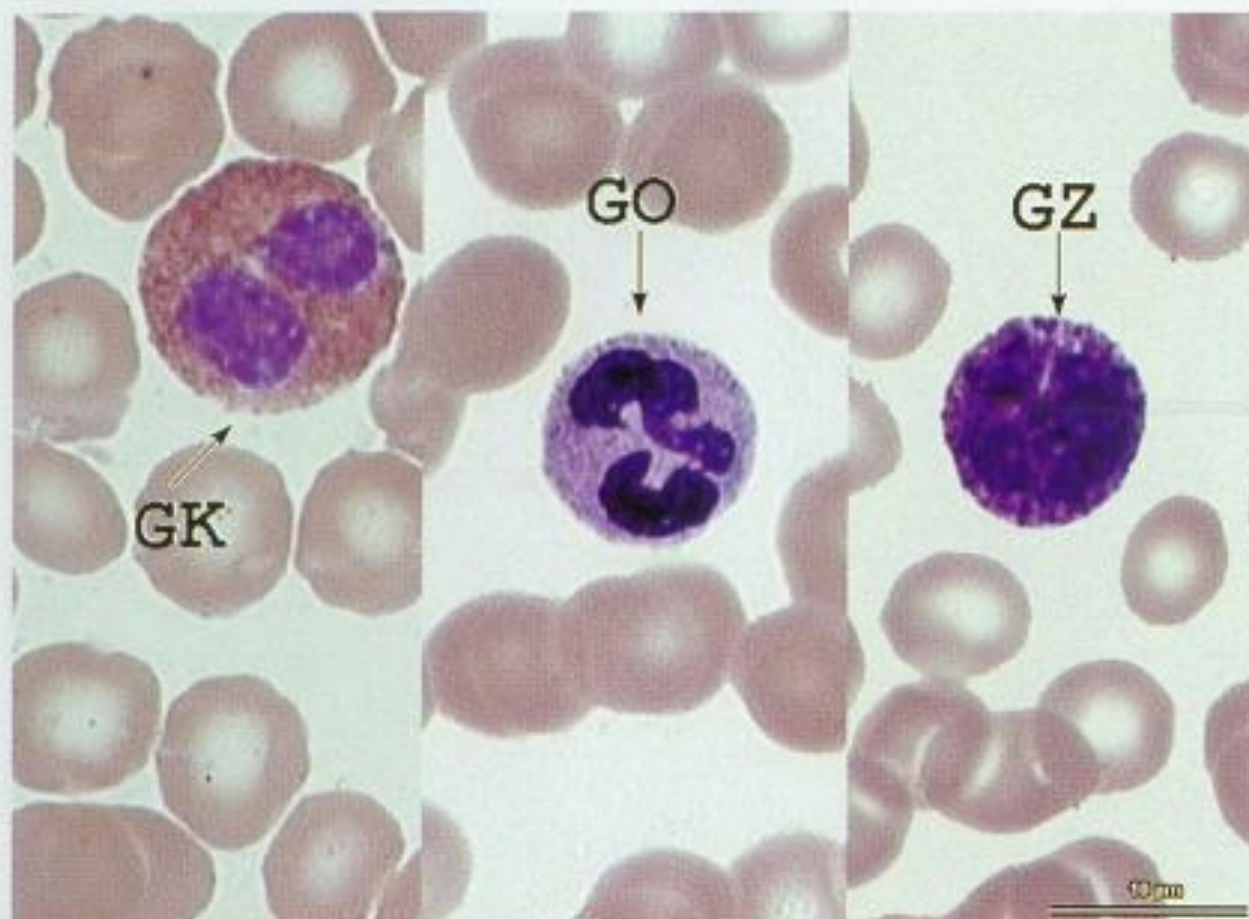
Eozynofile - funkcje

- Eozynofile mają zdolność do ruchu pełzakowatego i fagocytozy. Ich główne funkcje to
 - *zabijanie larw pasożytów*
 - neutralizacja substancji prozapalnych produkowanych przez mastocyty.
- Z tego względu podwyższoną liczbę eozynofili obserwujemy w **zakażeniach pasożytniczych i chorobach alergicznych.**

Ziarnistości w cytoplazmie eozynofilów

- białko zasadowe (MBP) - wykazuje właściwości bakterio- i helmintobójcze, neutralizuje heparynę, zwiększa uwalnianie histaminy z bazofilów i mastocytów
- eozynofilowe białko kationowe (ECP) - wykazuje właściwości bakterio- i helmintobójcze, neurotoksyczne, zwiększa uwalnianie histaminy z bazofilów i mastocytów
- neurotoksyna eozynofilowa (EDN) - potencjalna neurotoksyna, wykazuje aktywność RNA-zy, słaba helminotoksyna
- peroksydaza eozynofilowa (EPO) - wykazuje właściwości bakteriobójcze, inaktywuje leukotrieny, wzmacnia uwalnianie histaminy, uszkodza nabłonek oddechowy, nasila bronchospazm
- arylosulfataza, fosfataza kwaśna, fosfolipaza, katepsyna

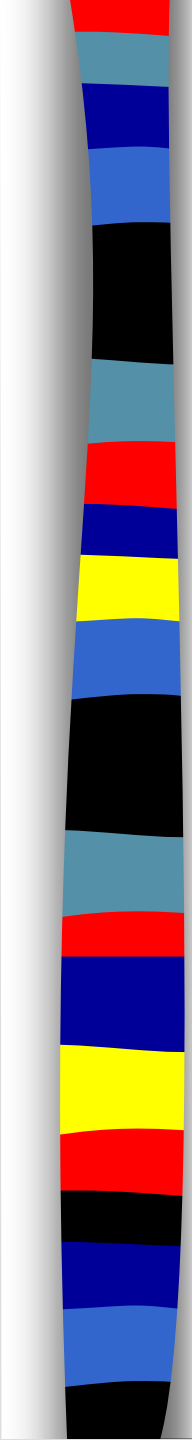
VI. Krew obwodowa



Powiększenie 1000x

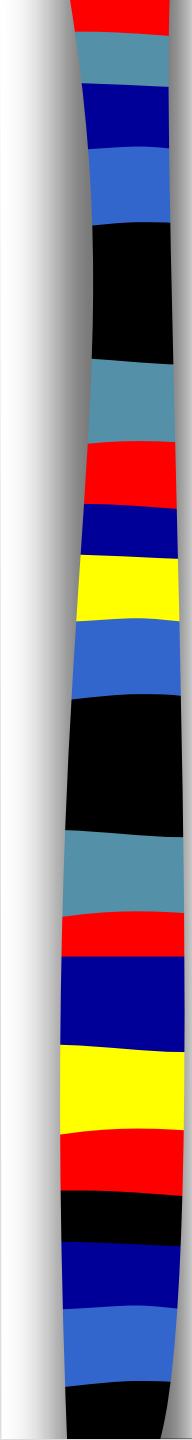
Barwienie metodą
May-Grünwalda-Giemsy

6.2 *Granulocyty*. Do granulocytów krwi obwodowej zaliczamy granulocyty kwasochłonne- eozynofile (↑**GK**) krwinki z charakterystycznym dwupłatowym jądrem i kwasochłonnymi ziarnistościami w cytoplazmie, granulocyty obojętnochłonne – neutrofile (↑**GO**) z jądrem podzielonym na 3–5 segmentów oraz granulocyty zasadochłonne – bazofile (↑**GZ**) z jądrem 2–3 płatowym przesłoniętym ciemnofioletowymi ziarnistościami.



Monocyty.

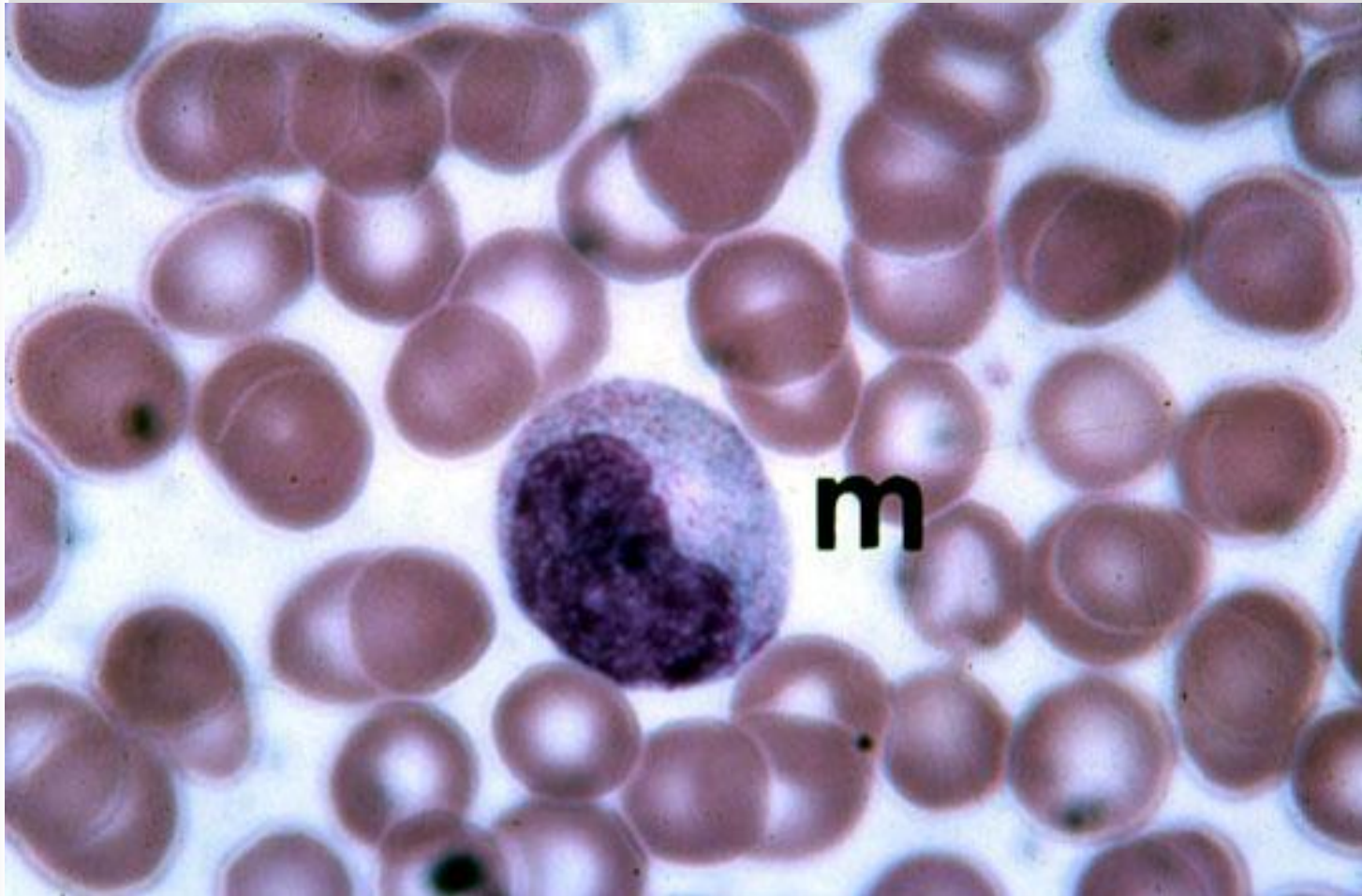
- Największe z leukocytów 12-20um.
- Stanowią 4-8% leukocytów.
- Mają owalne lub nerkowate jądro, a w cytoplazmie umiarkowanie rozwinięte organelle (pozostałe leukocyty są ubogie w organelle), w tym dość liczne lizosomy w formie ziarn azurochłonnych.
- Posiadają dużą zdolność do fagocytozy, ruchu ameboidalnego.
- Po przejściu do tkanek *przekształcają się w makrofagi.*



Monocyty (makrofagi)

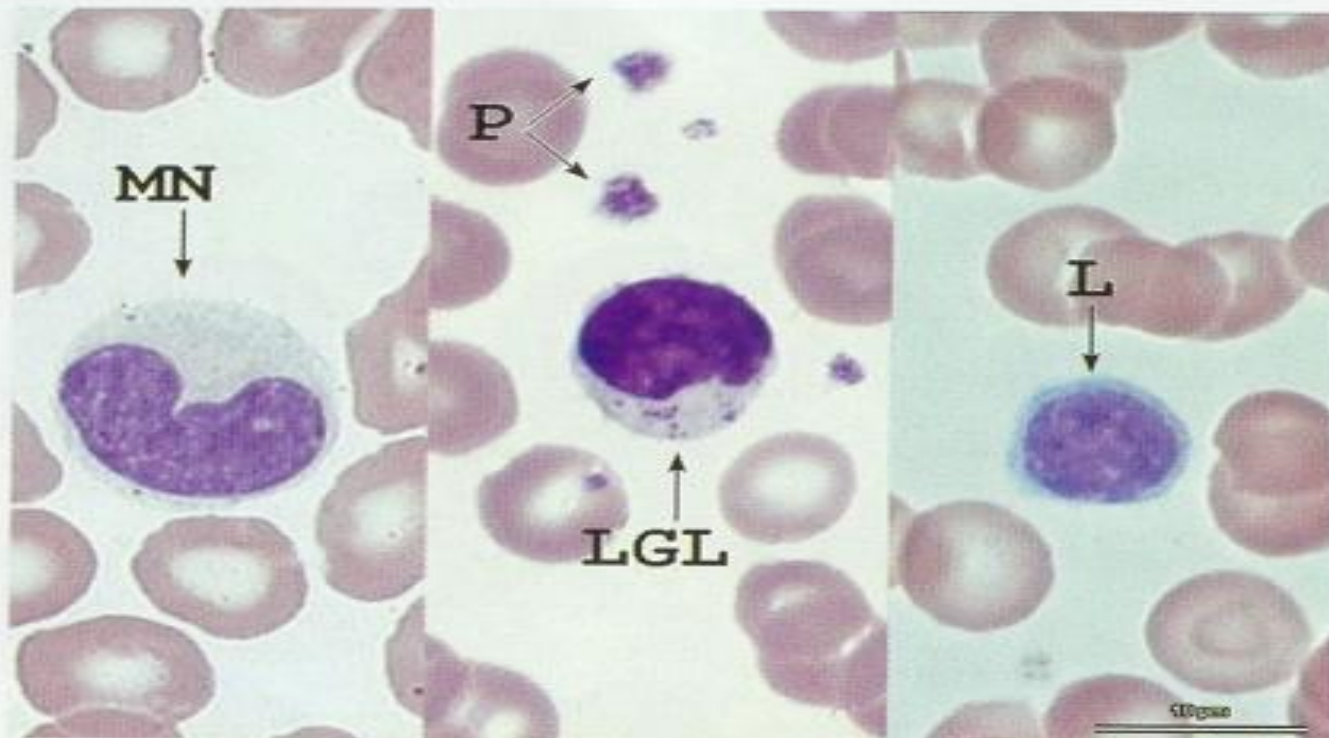
- wydzielają substancje biologicznie czynne uczestniczące w reakcjach zapalnych i immunologicznych - prozapalne - interleukinę 1, TNF-alfa przeciwwirusowe - interferony.
- Po fagocytozie i strawieniu bakterii - prezentują peptydy antygenowe limfocytom.

Monocyt

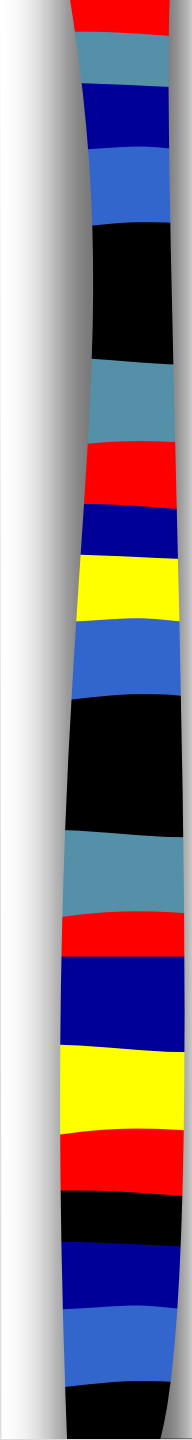


Powiększenie 1000x

Barwienie metodą
May-Grünwalda-Giemsy



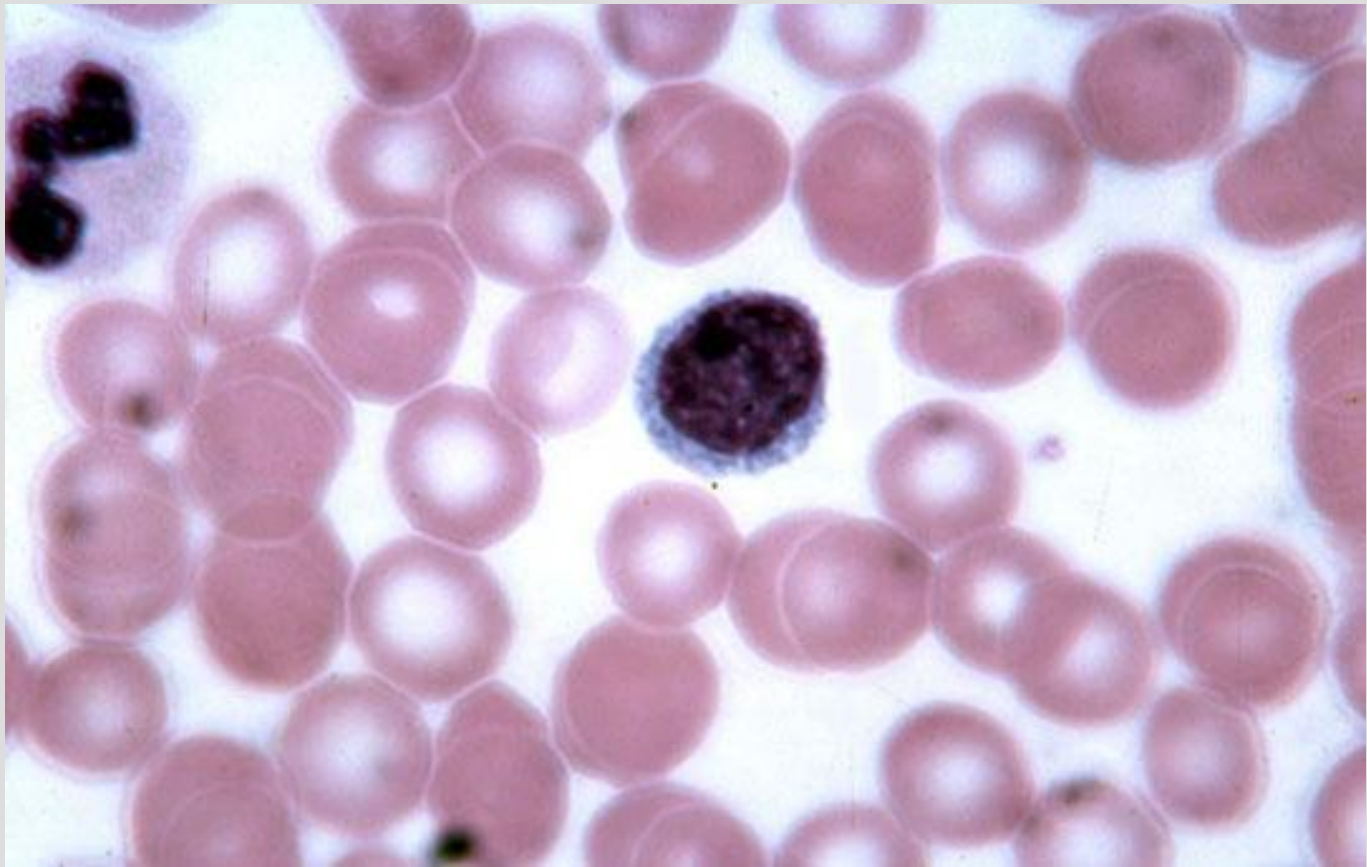
6.1 *Monocyt* ($\uparrow$ **MN**) oraz *limfocyt* ($\uparrow$ **L**) należą do agranulocytów. Krwinki te nie mają ziarnistości w cytoplazmie. Monocyt jest krwinką dużą (12–20 μm), posiada zwykle nerkowate jądro. Średnica limfocyty wynosi 6–8 μm , jądro komórkowe wypełniająca niemal całą objętość komórki otoczone jest wąskim rąbkim zasadochłonnej cytoplazmy. Niewielka frakcja limfocytów przyjmuje morfologię dużych ziarnistych limfocytów ($\uparrow$ **LGL** – **L**arge **G**ranular **L**ymphocyte). Posiadają one nieco więcej cytoplazmy niż zwykłe limfocyty, a w jej obrębie można dostrzec ziarnistości. Do tej klasy komórek zaliczane są komórki NK. Płytki krwi ($\uparrow$ **P**) – najmniejsze elementy morfotyczne krwi obwodowej osiągają wielkość od 2–5 μm , składają się z części ziarnistej – granulomeru i części jednorodnej – hialomeru. Agranulocyty na wszystkich zdjęciach otoczone są przez najliczniejsze morfotyczne elementy krwi obwodowej – dojrzałe erytrocyty (Dwuukłęste komórki pozbawione jąder komórkowych).

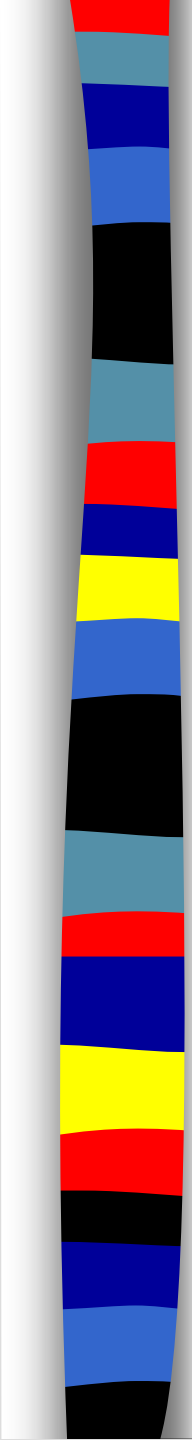


Limfocyty.

- Występują w dwóch formach:
 - małe (większość populacji) mają duże, kuliste jądro wypełniające prawie całą komórkę - cytoplazma tworzy cienką warstwę dookoła jądra, natomiast
 - duże, warstwa cytoplazmy jest grubsza. Mogą zawierać nieliczne lizosomy w formie ziarn azurochłonnych.
- Limfocyty krążące w krwi stanowią znikomą część całej populacji - ich głównym miejscem występowania są skupiska tkanki limfoidalnej, w tym narządy limfatyczne.

Limfocyt



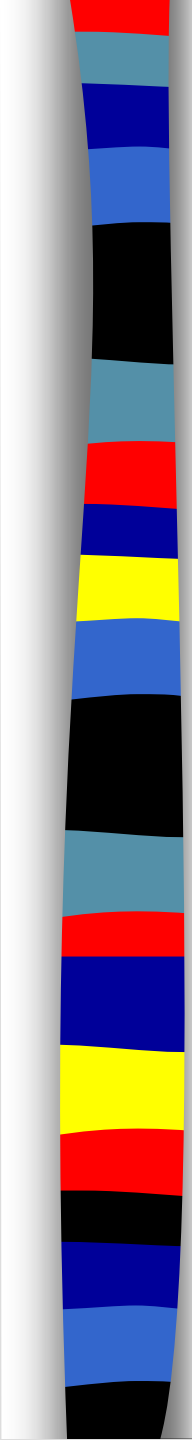


Limfocyty

- Stanowią 25-35% ogólnej liczby leukocytów. Limfocyty małe mają średnicę do 10 μm , a duże - powyżej 10 μm . Przybierają kształt okrągły. Jądro jest duże, a cytoplazma zasadochłonna. Wewnątrz komórek retikulum endoplazmatyczne typu granularnego, ponadto mitochondria, diktiosomy i lizosomy. Kontaktując się z antygenami ulegają aktywacji. ·

Limfocyty T i B

- Limfocyty są odpowiedzialne za *reakcje immunologiczne*, z uwagi na pełnione w nich funkcje dzielimy je na *limfocyty B i limfocyty T*.
- Limfocyty B reagują na obce antygeny namnażając się i przekształcając w plazmocyty, które produkują swoiste przeciwciała (*odporność humoralna*).
- Limfocyty T niszczą komórki obce antygenowo, np. przeszczepione lub zakażone wirusem (*odporność komórkowa*), ponadto koordynują współpracę komórek uczestniczących w procesach immunologicznych.

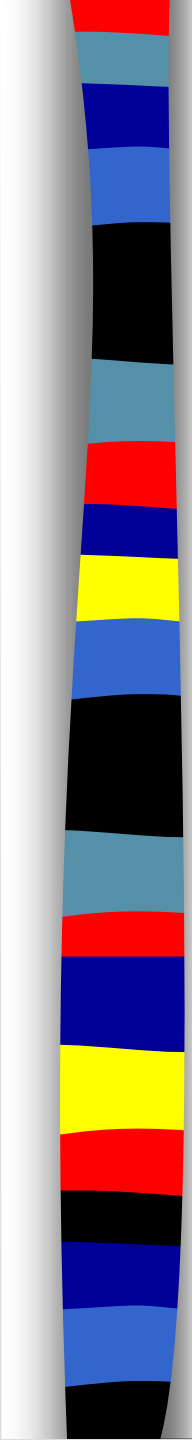


Limfocyty dzielimy na:

- T - tymocyty
- B
- Null (nie T, nie B) - NK

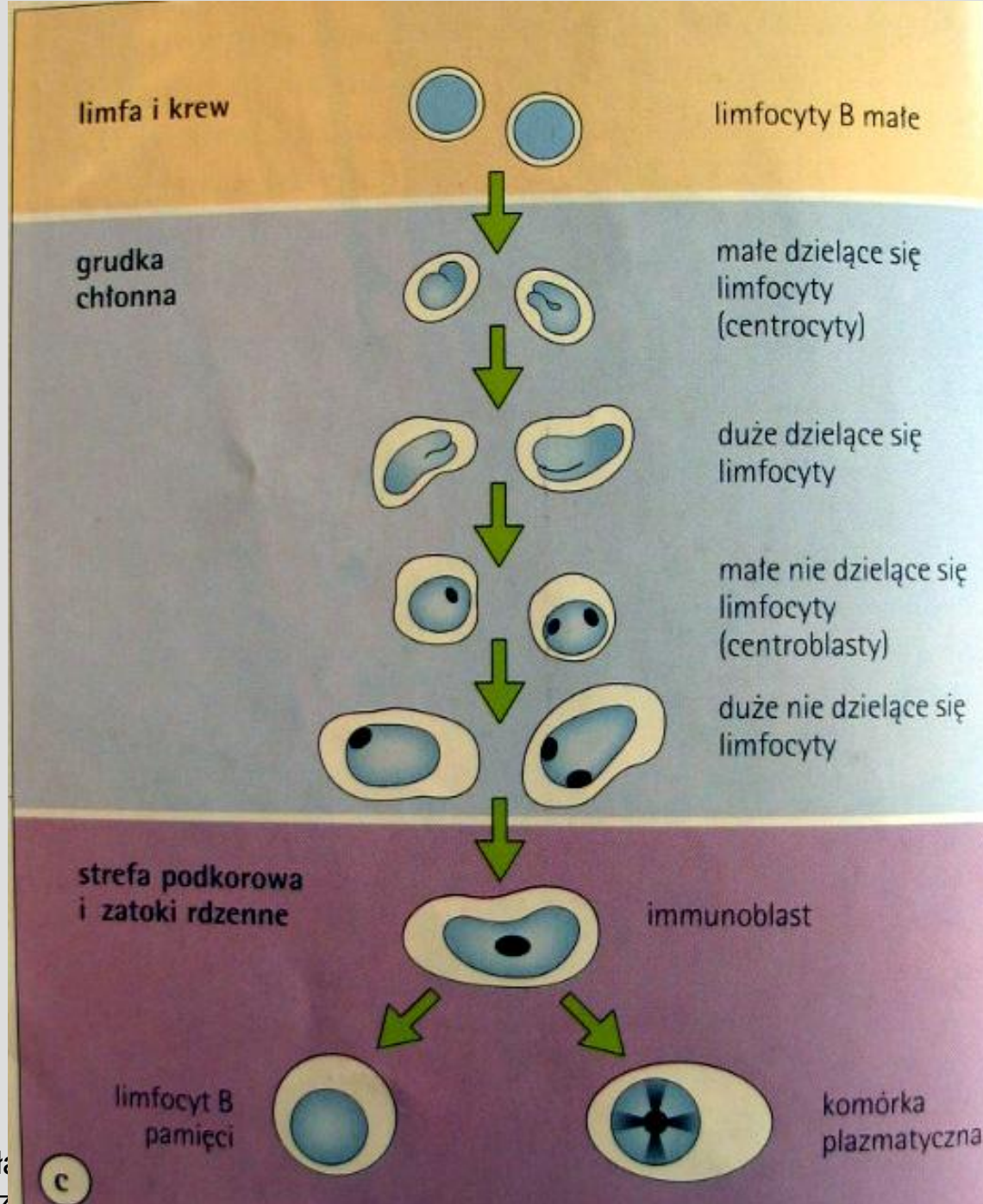
Limfocyty T

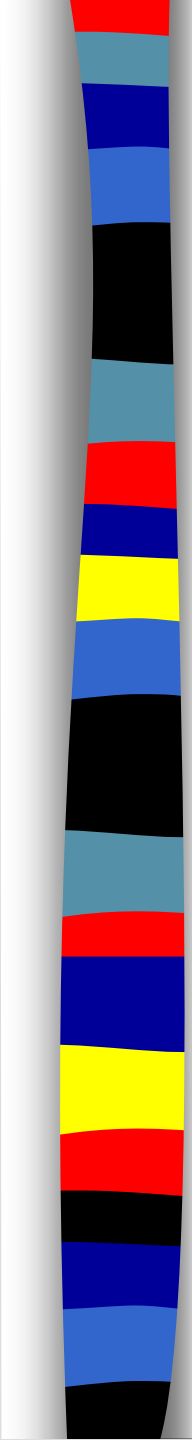
- **Limfocyty T** powstają w szpiku.
- Kompetencję immunologiczną uzyskują w grasicy (thymus, dlatego T).
- Stanowią 60% iliczyby wszystkich limfocytów.
- Na powierzchni posiadają receptory wiążące antygeny. Zapewniają odporność typu komórkowego.
- Wśród limfocytów T wyróżnia się limfocyty
 - T pomocnicze (Th),
 - cytotoksyczne (niszczą obce komórki) (Tc)
 - Supresorowe (Ts)
- Limfocyty T pomocnicze wytwarzają cytokiny pobudzające limfocyty B do proliferacji i syntezy przeciwciał.
- Limfocyty supresorowe z kolei hamują podziały limfocytów B i T.
- Limfocyty cytotoksyczne Tc - zabijają komórki zakażone wirusem, z obcym antygenem oraz komórki nowotworowe.



Limfocyty B

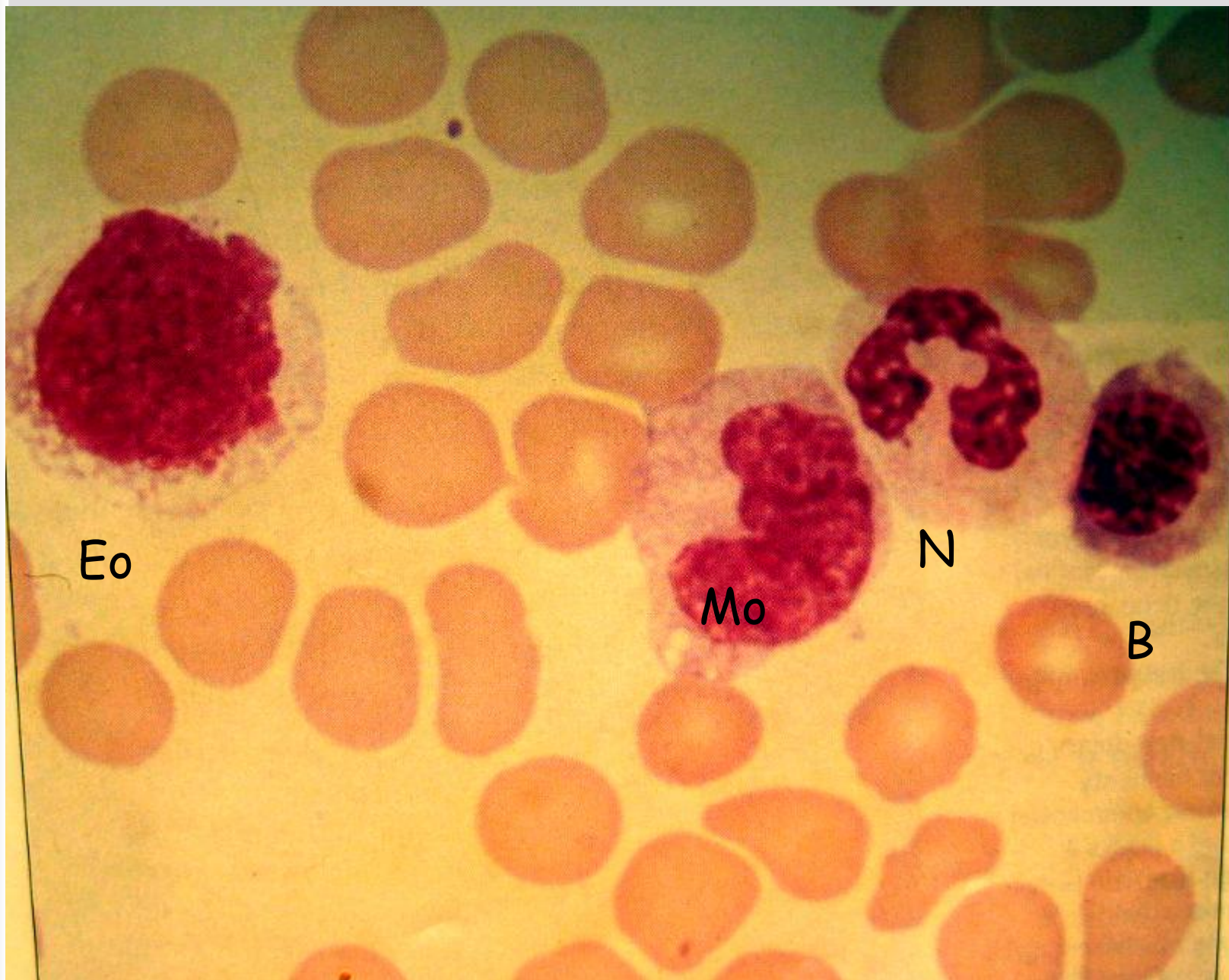
- Limfocyty B stanowią około 20-30% ogólnej objętości limfocytów. Także powstają w szpiku (ang. bone marrow-szpik, bursa Fabricii - torebka Fabrycjusza u ptaków).
- Pod wpływem antygenów ulegają uczynnieniu i zróżnicowaniu w plazmocyty.
- Syntetyzują przeciwciała = immunoglobuliny. Zapewniają odporność humoralną.
- W razie kontaktu z danym antygenem powstaje populacja limfocytów zdolna do szybkiej i silnej reakcji z antygenem wskutek ponownego zetknięcia z tym antygenem. Są to limfocyty pamięci immunologicznej, mogące przetrwać wiele lat.
- Przeciwciało identyfikuje antygen, a układ wspomnianego wcześniej dopełniacza - niszczy.

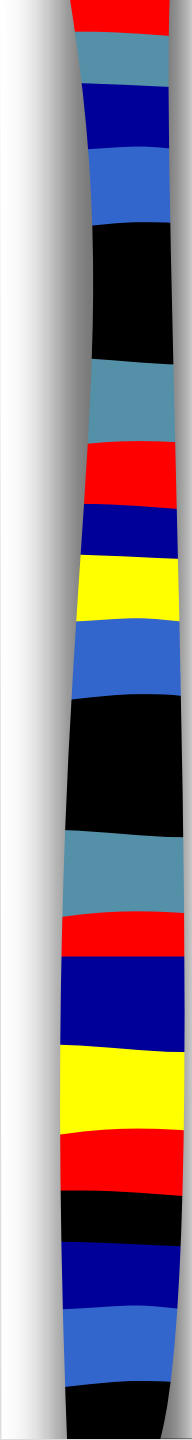




Limfocyty null

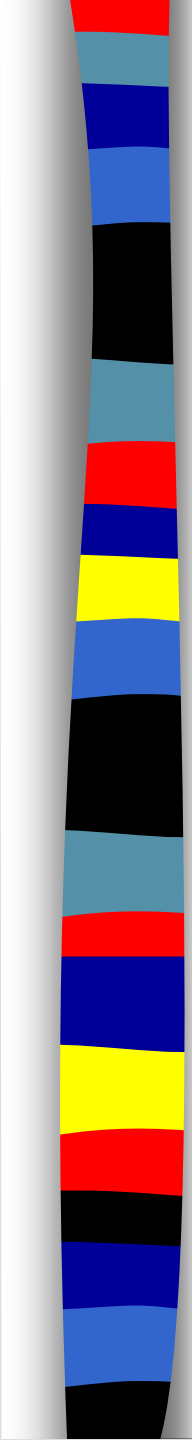
- Limfocyty null obejmują limfocyty cytotoksyczne i limfocyty NK; stanowią około 10% ogólnej objętości limfocytów. Zawierają lizosomy. Limfocyty cytotoksyczne niszczą komórki opłaszczane przeciwciałami. Limfocyty NK degradują komórki nowotworowe.





Powstawanie krwinek (hemopoeza)

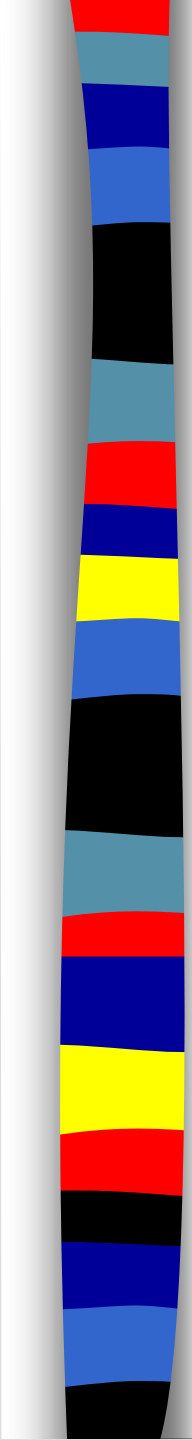
- Komórki krwi na ogół się nie dzielą i mają krótki czas przeżycia, zatem muszą być ciągle produkowane. Miejscem ich powstawania jest szpik kostny. Jedynie limfocyty są tworzone głównie poza szpikiem (w narządach limfatycznych), lecz ich prekursorzy wywodzą się także ze szpiku.
- Hemopoezę dzielimy na:
 - Erytropoezę
 - Granulopoezę (Mielopoeza)
 - Limfopoezę
 - Trombopoezę



Szypik kostny.

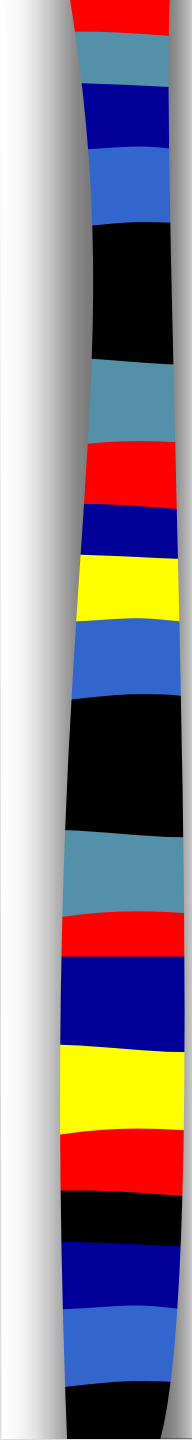
U osób dorosłych istnieją dwa rodzaje szypiku:

- **żółty** (nieaktywny), zbudowany głównie z komórek tłuszczowych
- **czernony** (krwiotwórczy, hemopoetyczny).



Szpik żółty

- Szpik żółty zbudowany jest z tkanki tłuszczowej, z niewielkich skupisk mielocytów i normoblastów oraz z tkanki łącznej właściwej. Docierają do niego naczynia krwionośne i nerwy. W miarę dojrzewania organizmu zastępuje szpik czerwony.

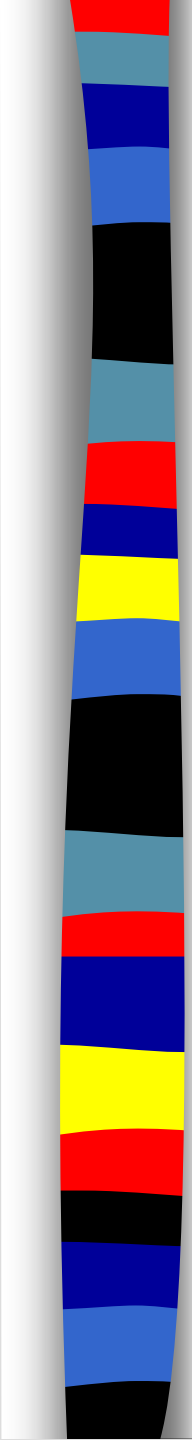


Szpik czerwony

- Szpik czerwony występuje w kręgach, w obojczykach, w mostku, w kościach czaszki, w żebrach, w łopatkach, w nasadach bliższych kości udowych i promieniowych. U noworodków i w pierwszych 3-4 latach życia we wszystkich kościach jest obecny szpik czerwony. Od 7 roku życia obserwuje się wyraźne zastępowanie szpiku czerwonego szpikiem żółtym. Szpik czerwony zawarty jest nie tylko w jamach szpikowych, ale także w przestrzeniach międzybeleczkowych istoty gąbczastej kości.

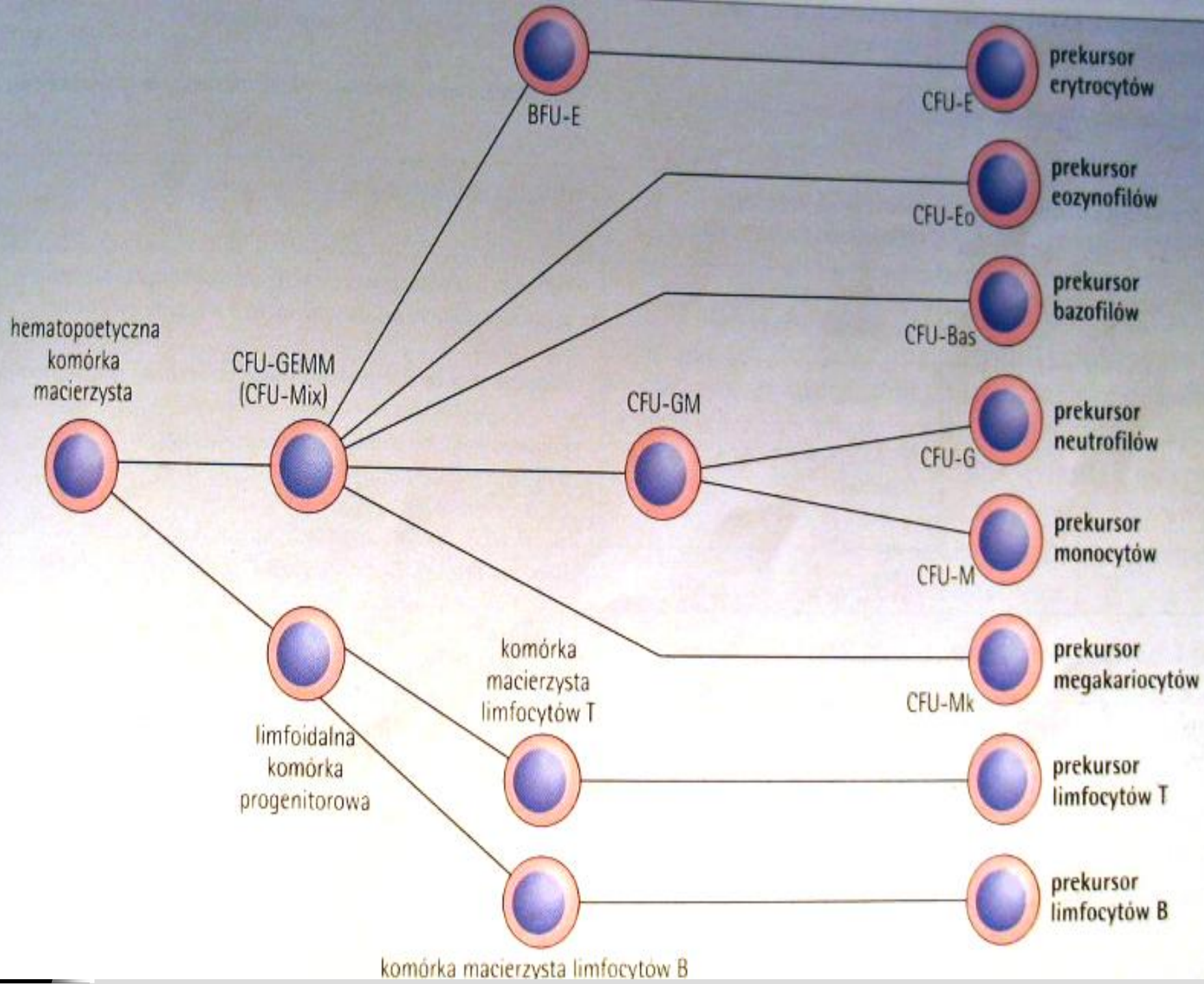
Rusztowanie szpiku

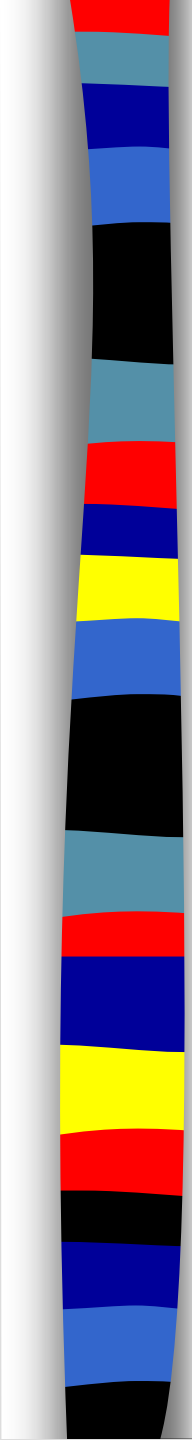
- Rusztowaniem dla komórek szpikowych jest tkanka łączna siateczkowa, do której docierają naczynia krwionośne i nerwy. Tkanka ta zawiera krwiotwórcze komórki macierzyste CFU - F i fibroblasty. Fibroblasty produkują liczne związki białkowe regulujące proces powstawania krwinek (hemocytopoezę).
- Szpik krwiotwórczy zbudowany jest z
 - obfitej **sieci naczyń krwionośnych** (głównie włosowatych, tzw. zatokowych)
 - i z tzw. **sznurów hemopoetycznych**, które wypełniają przestrzeń między naczyniami. Buduje je tkanka łączna siateczkowata, a w jej oczkach znajdują się dojrzewające i różnicujące się komórki krwi.
 - Po zakończeniu procesu dojrzewania, komórki krwi przechodzą przez ściany naczyń zatokowych do krwiobiegu.



Hemopoeza

- Komórki krwi powstają z pluripotencjalnych komórek macierzystych według teorii unitarystycznej. Zgodnie z tą teoria wszystkie krwinki powstają z jednej komórki macierzystej - z hemocytoblastu (**krwiotwórcza komórka macierzysta - KKM**). Hemocytoblasty mają zdolność proliferacji. Podziały są asymetryczne.
- W wyniku podziału, z każdej komórki macierzystej powstaje jedna komórka macierzysta identyczna z tą komórką z której powstała oraz jedna komórka zdeterminowana, różnicująca się w dalszych etapach do określonej krwinki. Komórki zdeterminowane są prekursorami dwóch linii rozwojowych limfocytarnej która daje początek limfocytom i szpikowej, która daje początek erytrocytom, granulocytom i monocytom oraz megakariocytów. Ulegają mitozie symetrycznej i specjalizacji.

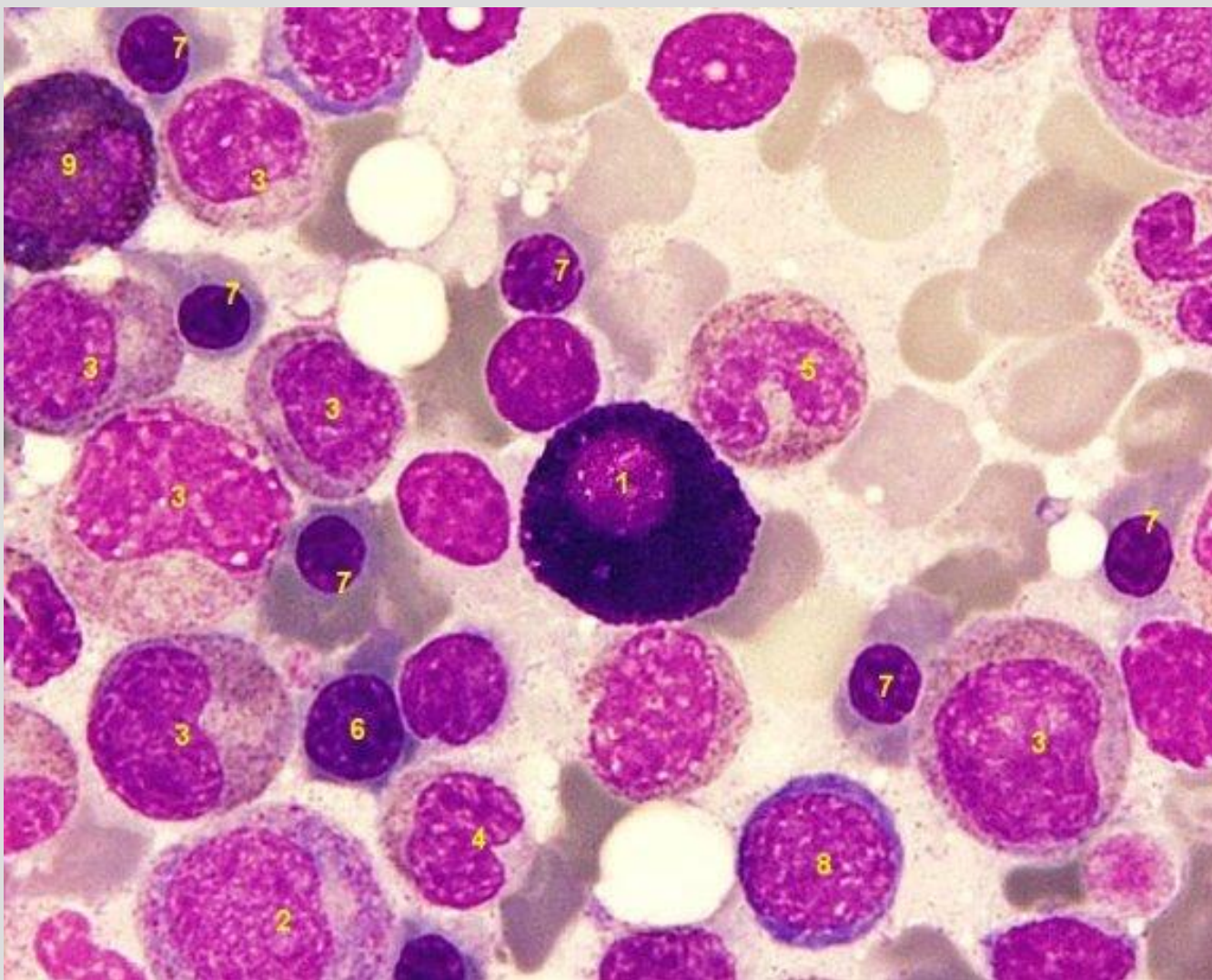




Szpik

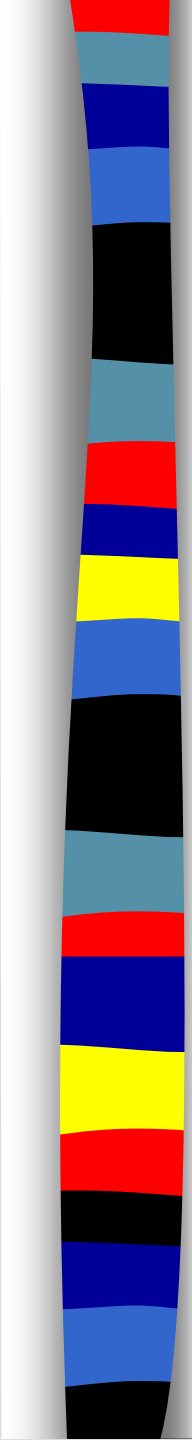
Szpik zawiera komórki szeregu (na różnych etapach różnicowania)

- **erytropoezy** (powstawanie erytrocytów),
- **granulocytopenozy** (powstawanie granulocytów),
- **monocytopenozy** (powstawanie monocytów),
- **limfocytopenozy** (powstawanie limfocytów)
- **megakariocytopenozy** (powstawanie megakariocytów, trombocytów).



1. mastocyt 2. promielocyt 3. mielocyt obojętnochłonny 4. metamielocyt obojętnochłonny 5. neutrofil pałeczkowaty 6. erytroblast wielobarwny 7. erytroblast kwasochłonny 8. proerytroblast 9. mielocyt kwasochłonny

Nedoszytko

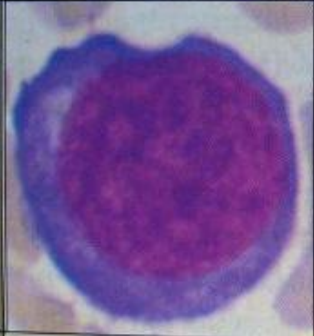
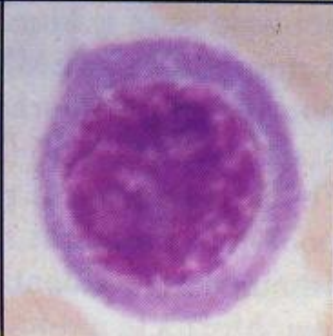
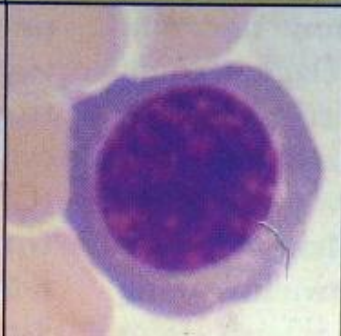
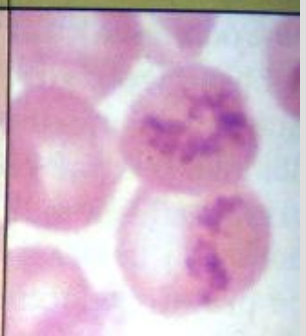


Erytropoeza

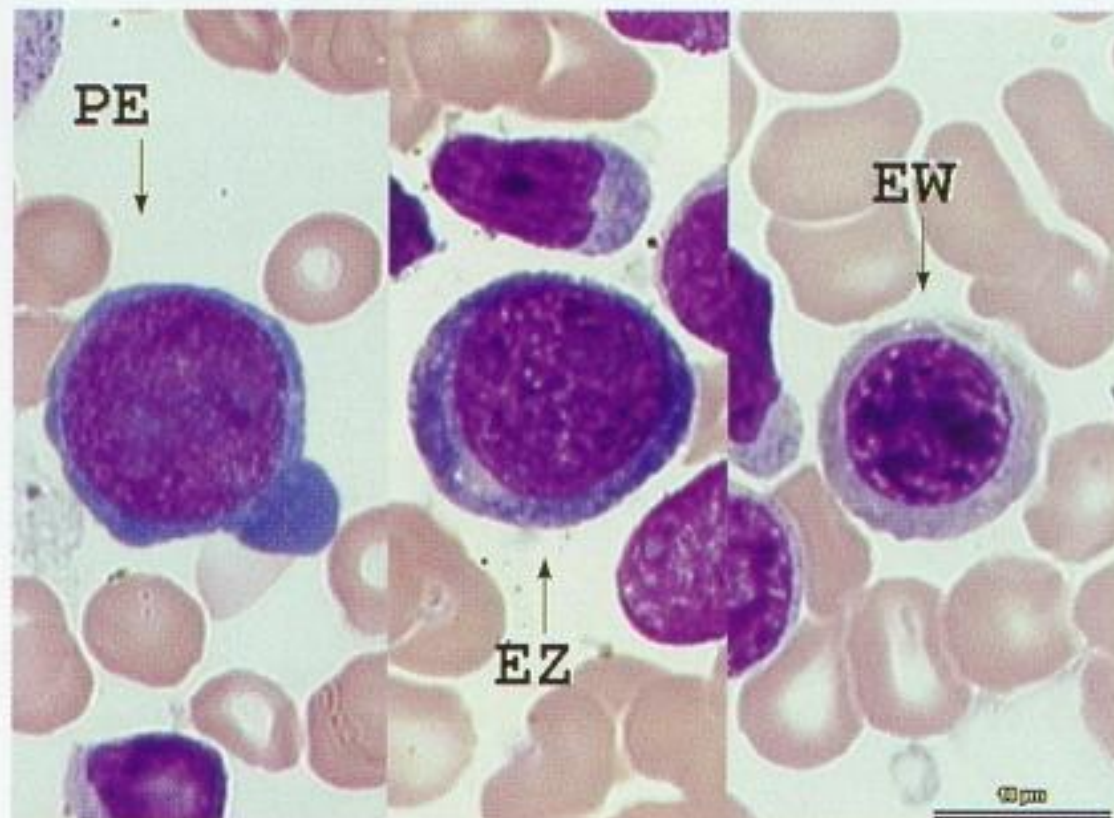
- Proerytroblast
- Erytroblast zasadochłonny
- Erytroblast wielobarwliwy
- Erytroblast kwasochłonny
(Utrata jądra komórkowego)
- Reticulocyt
- Erytrocyt

EPO - erytropoetyna, hormon wytwarzany przez nerki

erytropoeza

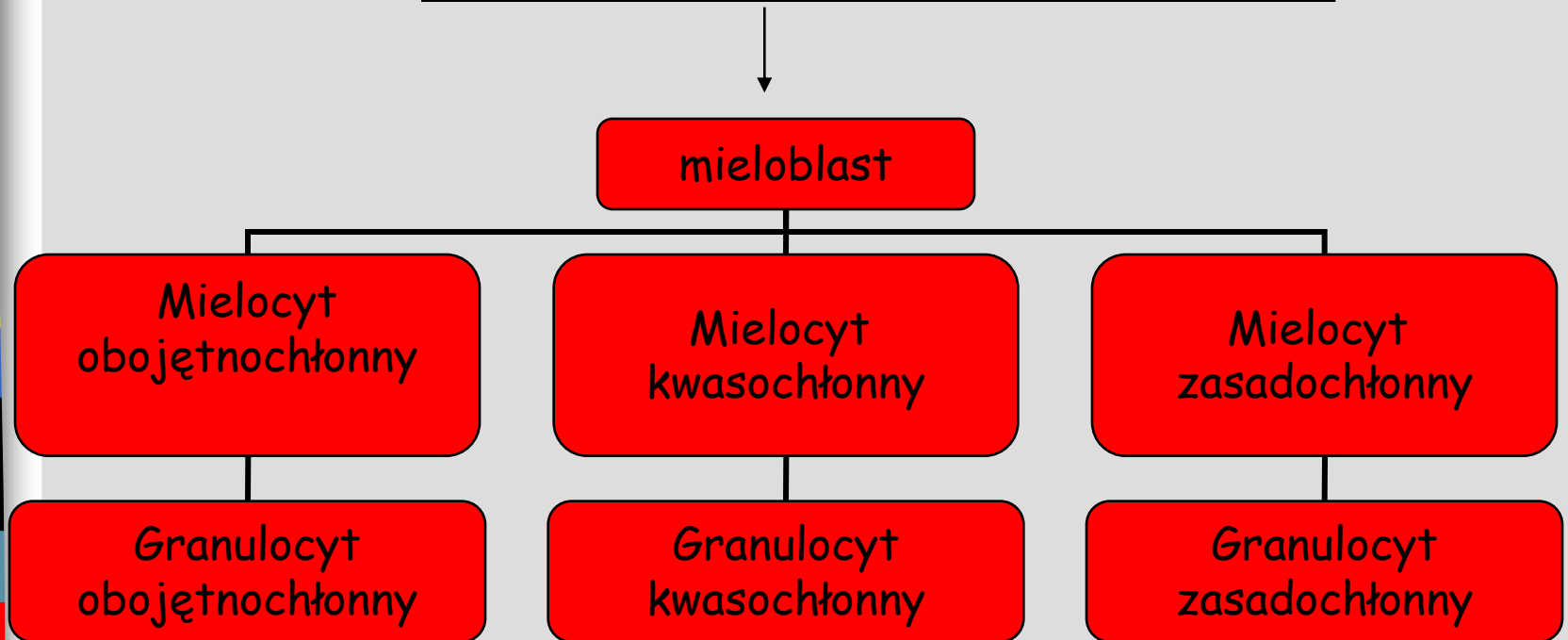
Proerytroblast	Erytroblast zasadochłonny (normoblast wczesny)	Erytroblast polichromatofilny (normoblast pośredni)	Erytroblast ortochromatyczny (normoblast późny)	Retikulocyt
				

Powiększenie 1000x

Barwienie metodą
May-Grünwalda-Giemsy

7.1 *Erytropoeza 1*. Pierwszą krwinką wyróżnianą w szeregu rozwojowym erytrocytów jest proerytroblast ($\uparrow$ PE). Ma on wielkość około $20\ \mu\text{m}$, jądro okrągłe z widocznymi jąderkami i zasadochłonną cytoplazmę. Często posiada charakterystyczną wypustkę cytoplazmatyczną. Dalsze zmiany morfologiczne w szeregu erytropoetycznym polegają na zmniejszeniu rozmiarów krwinek przy zachowanym kształcie jądra oraz zmianie barwliwości cytoplazmy. Erytroblast zasadochłonny ($\uparrow$ EZ) posiada silnie zasadochłonną cytoplazmę, natomiast następne stadium – erytroblast polichromatofilny (wielobarwliwy) ($\uparrow$ EW) – cytoplazmę obojętnochłonną. Widoczny jest także większy stopień kondensacji jądra komórkowego.

Komórka macierzysta monocytów i granulocytów



Granulocyto- i monocytopenia
GM-CSF, G-CSF

Mielopoeza (powstawanie neutrofili)

- Mieloblast (Mb)
- Promielocyt (Pm)
- Metamielocyt (Mm)
- Neutrofil (N)

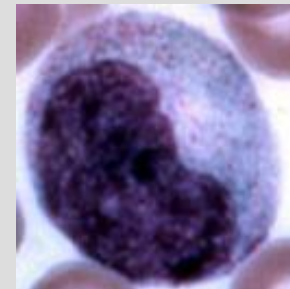


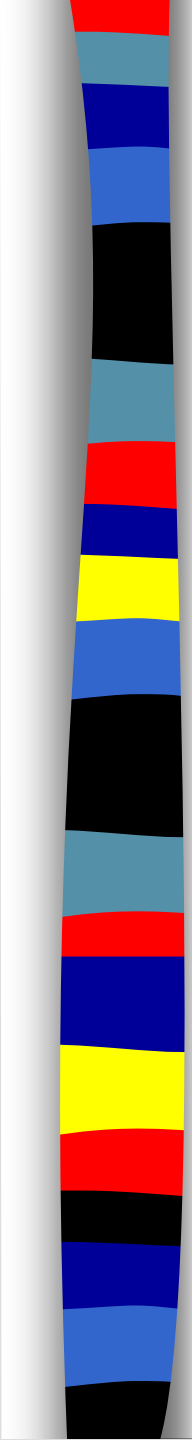
Monocytopoeza

Komórka macierzysta
monocytów i
granulocytów

- Monoblast
- Promonocyt
- Monocyt

M- CSF



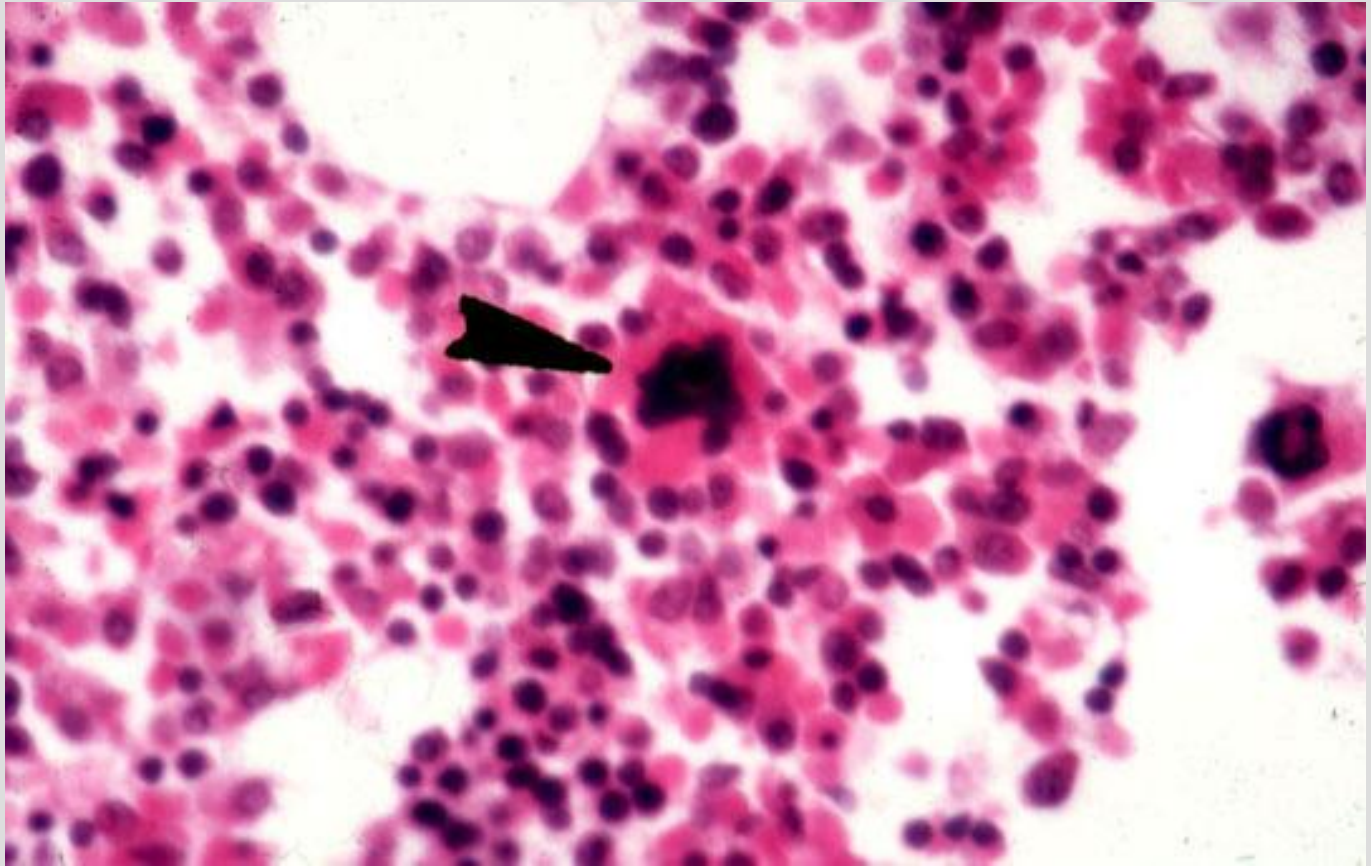


Trombocytopoeza

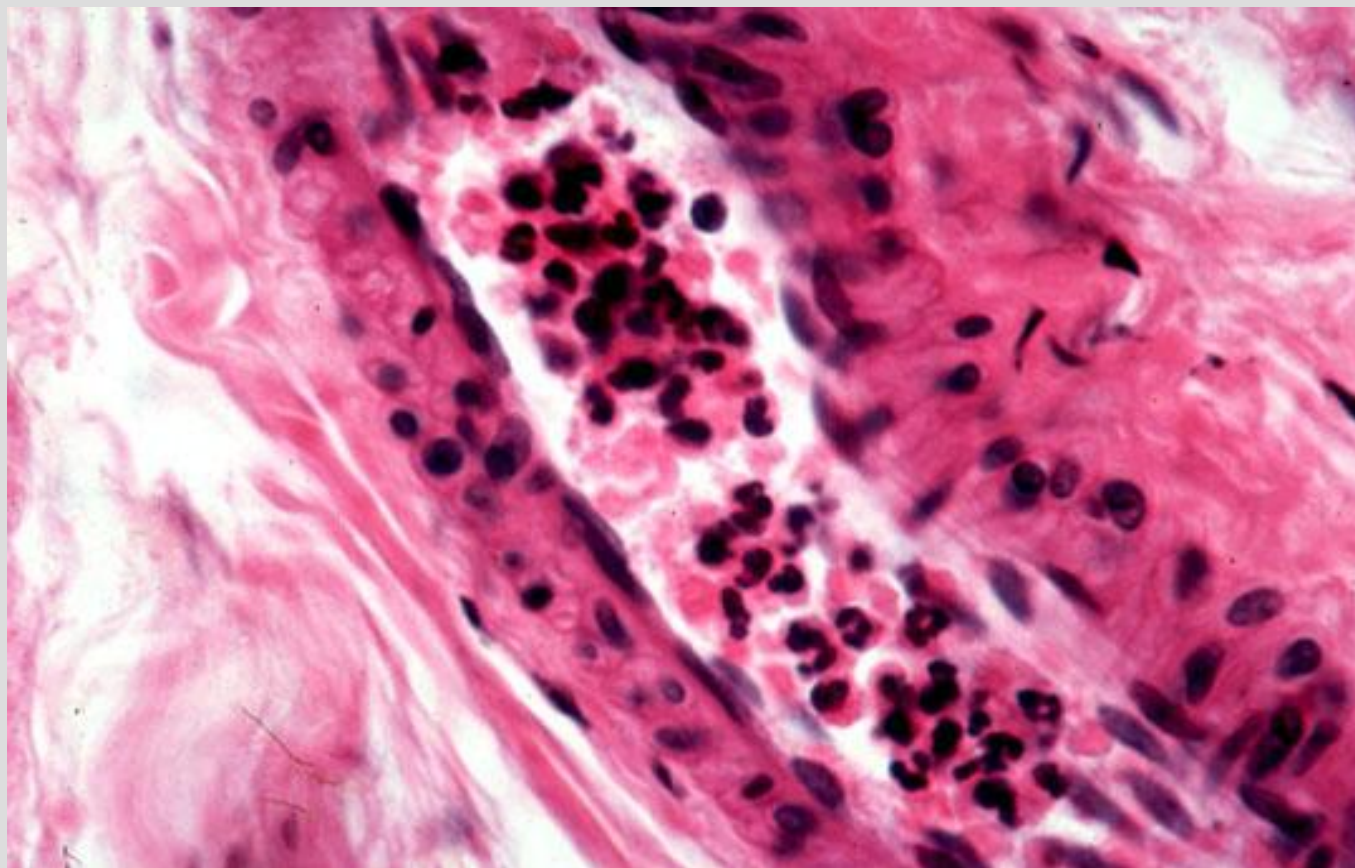
- Megakarioblast
- Megakariocyt (16-64N)
- Trombocyt

Trombopoetyna wytwarzana przez nerki

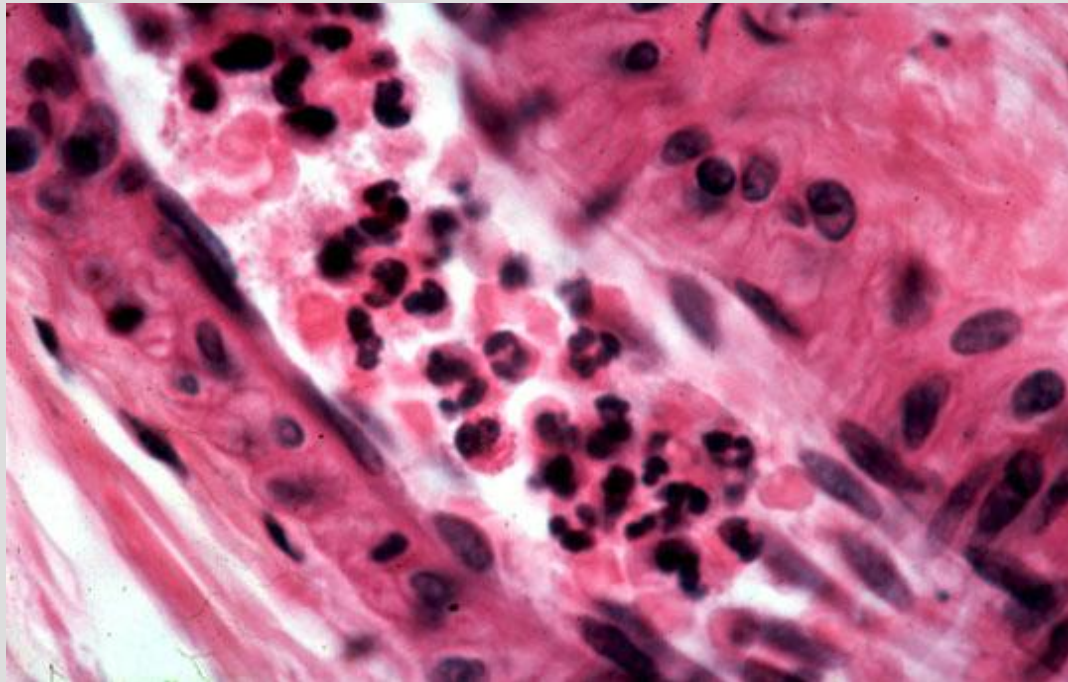
Hemopoeza w szpiku - megakariocyt



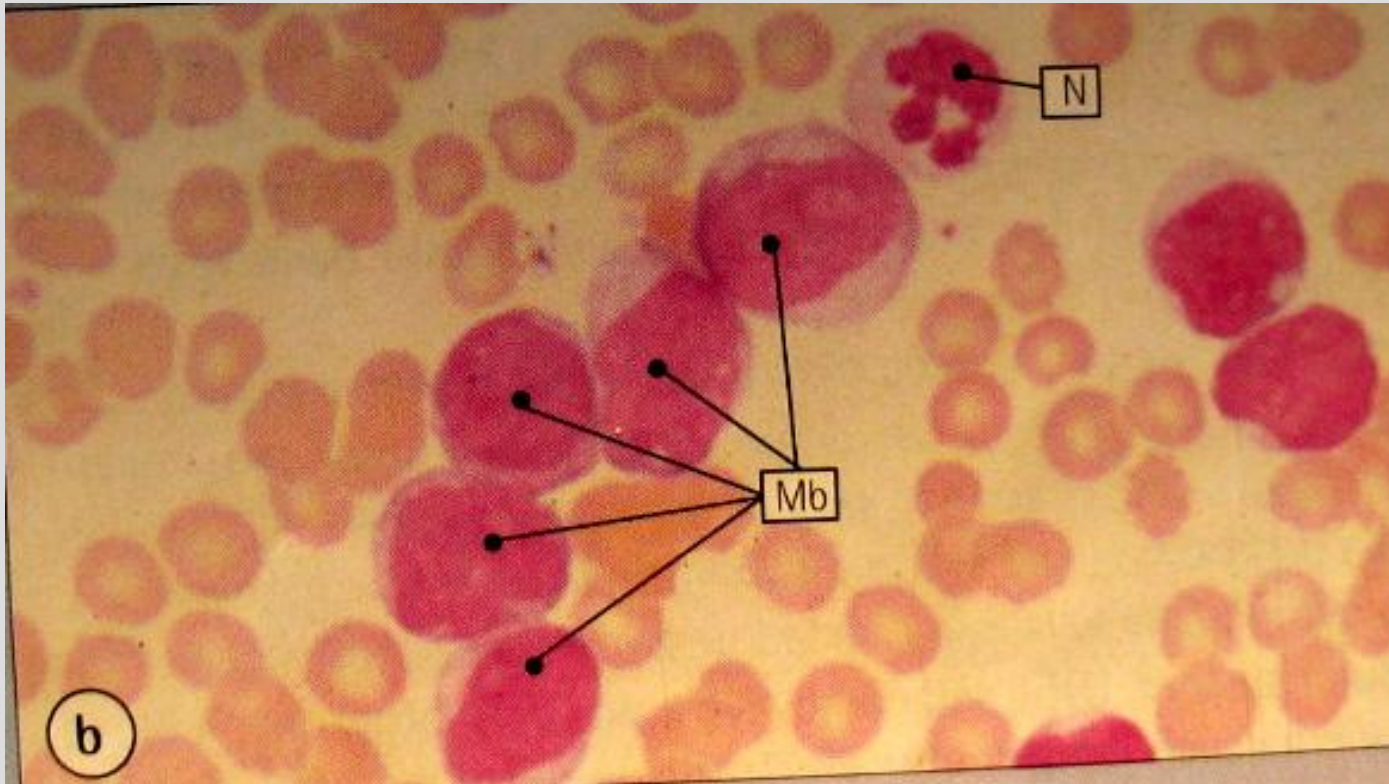
Komórki krwi w małej tętniczce



Tętniczka – erytrocyty, neutrofile i limfocyty

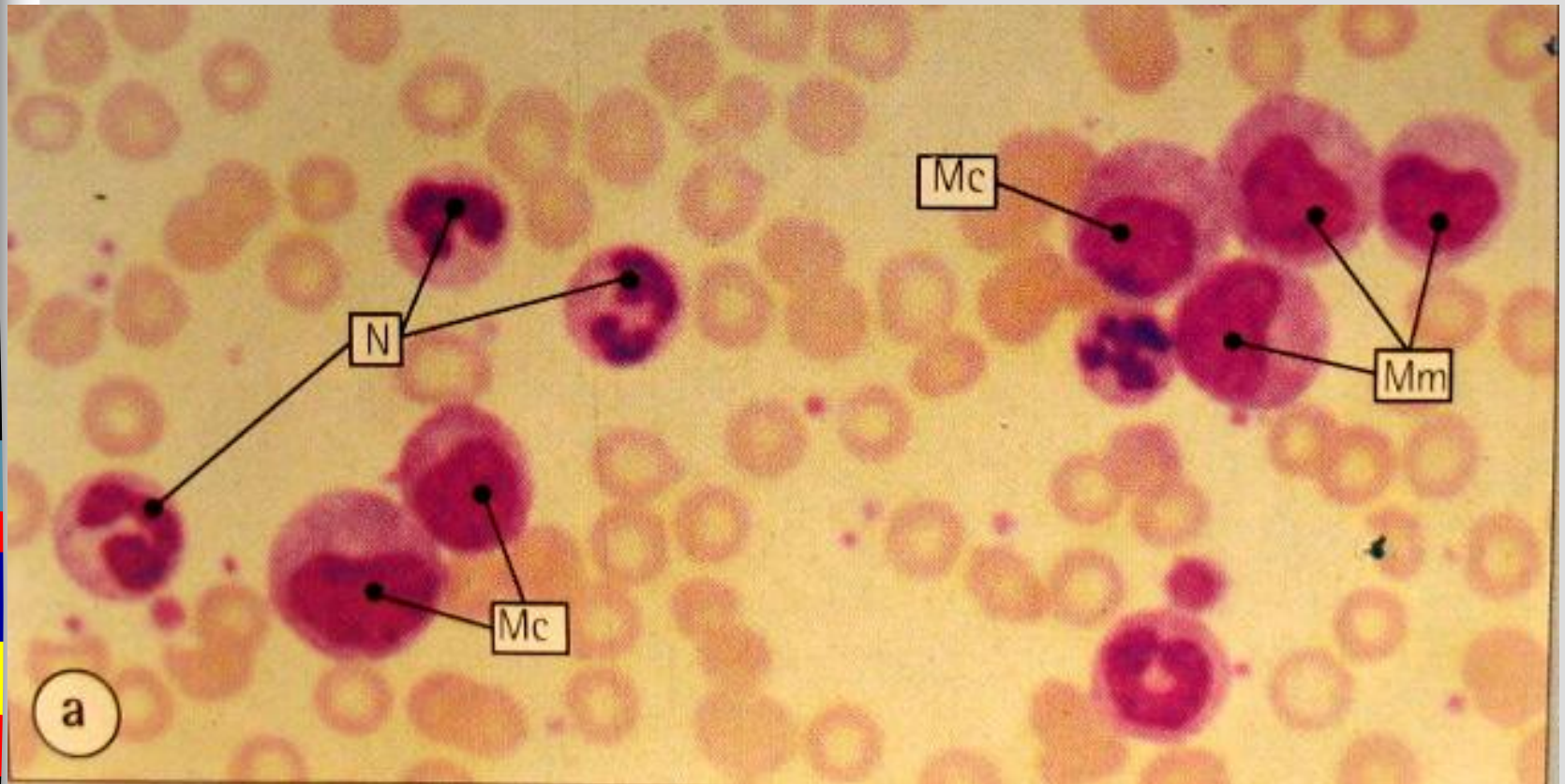


Nowotwór szpiku - białaczka granulocytarna



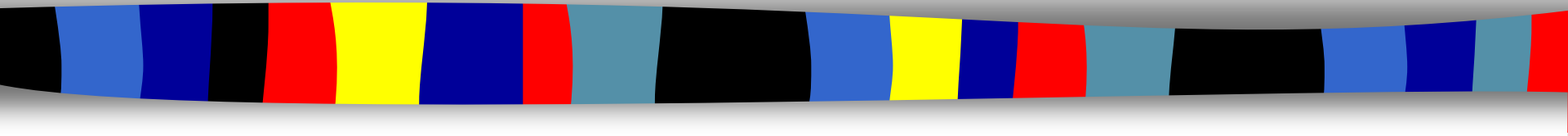
N - neutrofile, Mb - mieloblasty

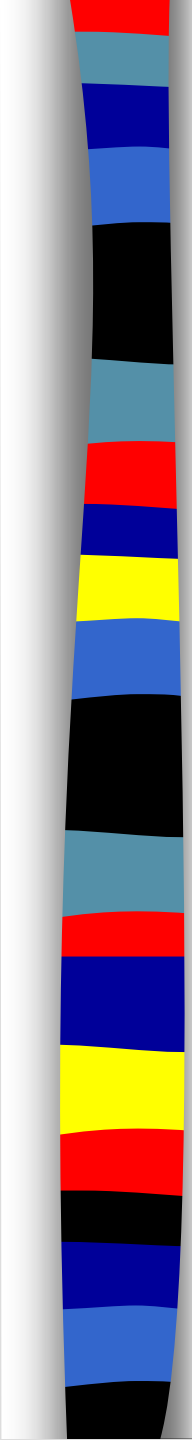
Nowotwór szpiku - białaczka granulocytarna



N - neutrofile, Mb - mieloblasty, Mc - mielocyty, Mm - metamielocyty

Tkanka limfatyczna

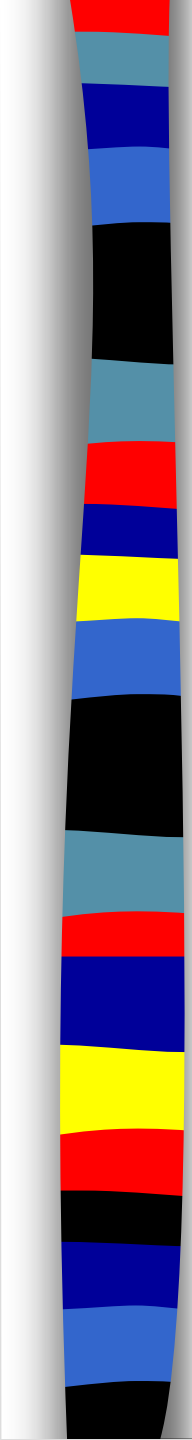




Tkanka limfatyczna to specjalny rodzaj tkanki łącznej, która monitoruje powierzchnie ciała i płyny wewnętrzne w poszukiwaniu potencjalnie niebezpiecznych substancji antygenowych.

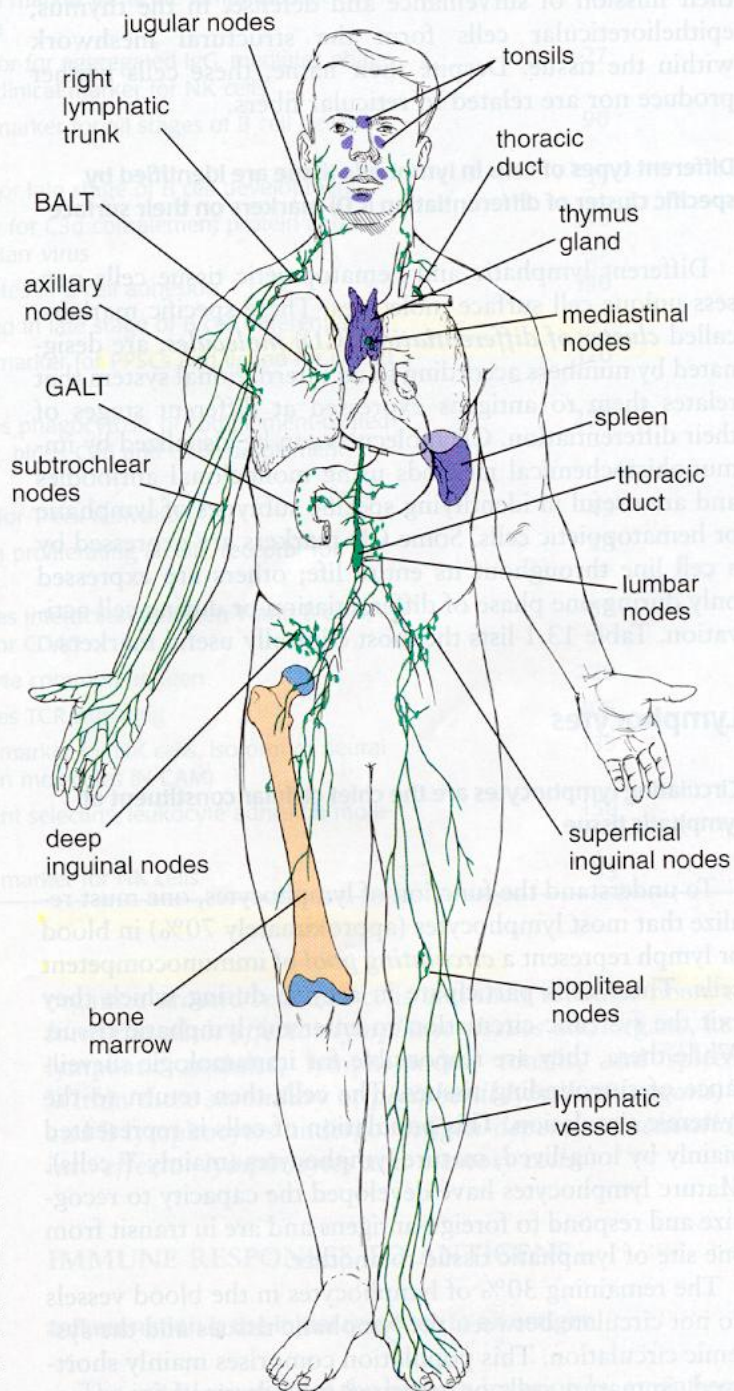
Tkanę limfatyczną tworzą:

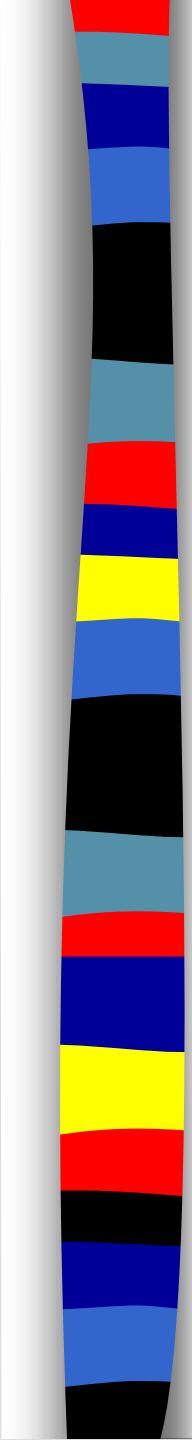
- Limfocyty
- Komórki dendrytyczne
- Makrofagi
- Komórki siateczki
- Limfa i naczynia limfatyczne



Tkanka limfatyczna

- Centralne narządy limfatyczne
 - Grasica
 - Szpik kostny
- Obwodowe narządy limfatyczne
 - Węzły chłonne
 - Migdałki
 - Śledziona
- Tkanka limfoidalna związana z:
 - Błonami śluzowymi (Mucosal =GALT) -
 - Jelitem (Gut associated lymphoid tissue =GALT) - pęczki Peyera, migdałki, wyrostek robaczkowy
 - Oskrzzelami (Bronchial ALT) -
 - Skórą - (Skin associated lymphoid tissue =S.A.LT)





Limfocyty dzielimy na:

- T - tymocyty
- B
- Null (nie T, nie B) - NK

Limfocyty T i B

- Limfocyty są odpowiedzialne za *reakcje immunologiczne*, z uwagi na pełnione w nich funkcje dzielimy je na *limfocyty B i limfocyty T*.
- Limfocyty B reagują na obce antygeny namnażając się i przekształcając w plazmocyty, które produkują swoiste przeciwciała (*odporność humoralna*).
- Limfocyty T niszczą komórki obce antygenowo, np. przeszczepione lub zakażone wirusem (*odporność komórkowa*), ponadto koordynują współpracę komórek uczestniczących w procesach immunologicznych.

Powstawanie limfocytów T

Szypik kostny

Prekursor limfocyta T



Grasica

Powstawanie limfocytów T,
dojrzewanie i różnicowanie limfocytów Th, Ts, Tc
Nauka tolerancji wobec własnych antygenów



Węzły chłonne, śledziona

Zasiedlanie, aktywacja po kontakcie z antygenem

Powstawanie limfocytów B

Szpik kostny

Prekursor limfocyta B

Dojrzewanie (u ptaków w torebce Fabrycjusza)

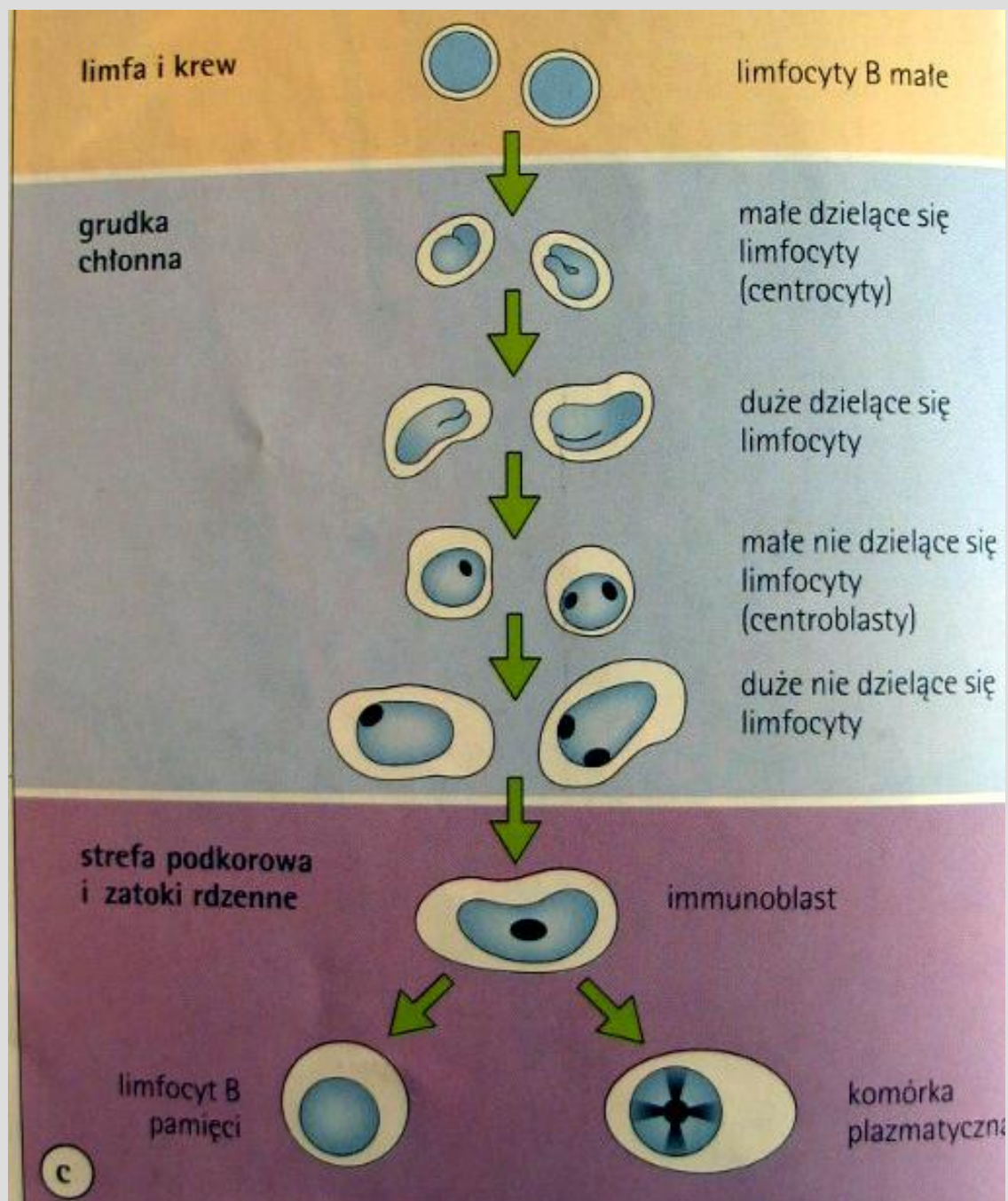


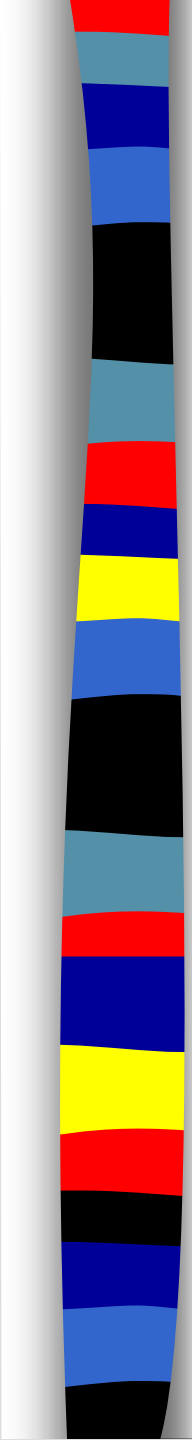
Węzły chłonne, migdałki, grudki chłonne

Zasiedlanie,

aktywacja po kontakcie z antygenem

przekształcanie w plazmocyty wytwarzające przeciwciała
i komórki pamięci

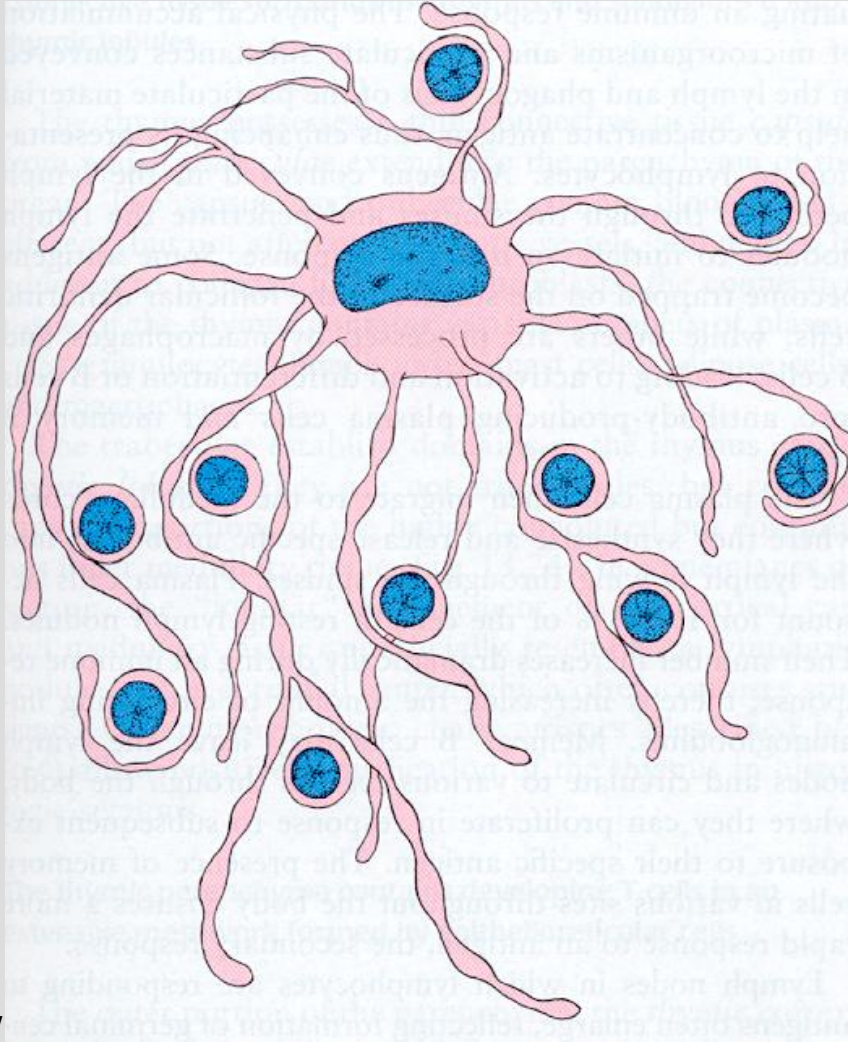


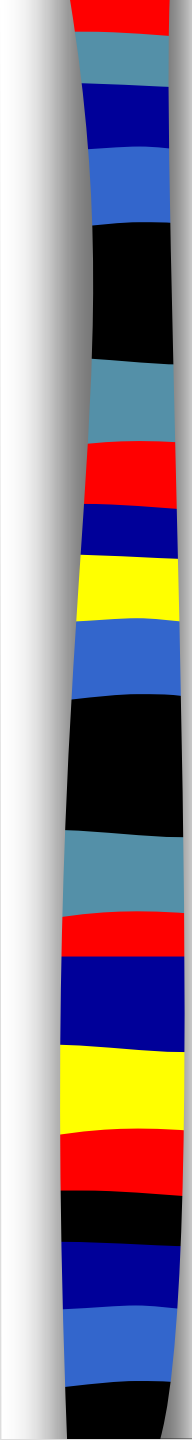


Komórki dendrytyczne

- Powstają z komórek macierzystych szpiku
- Mają charakt. rozgałęzione wypustki
- Wiażą antygeny i prezentują je limfocytom
- Posiadają MHC klasy II co umożliwia prezentację limfocytom T
- Występują w:
 - węzłach i grudkach chłonnych
 - Skórze - komórki Langerhansa
 - CSN - k. mikrogleju
 - Krwi - Komórki welonowate

Komórki opiekuńcze grasy

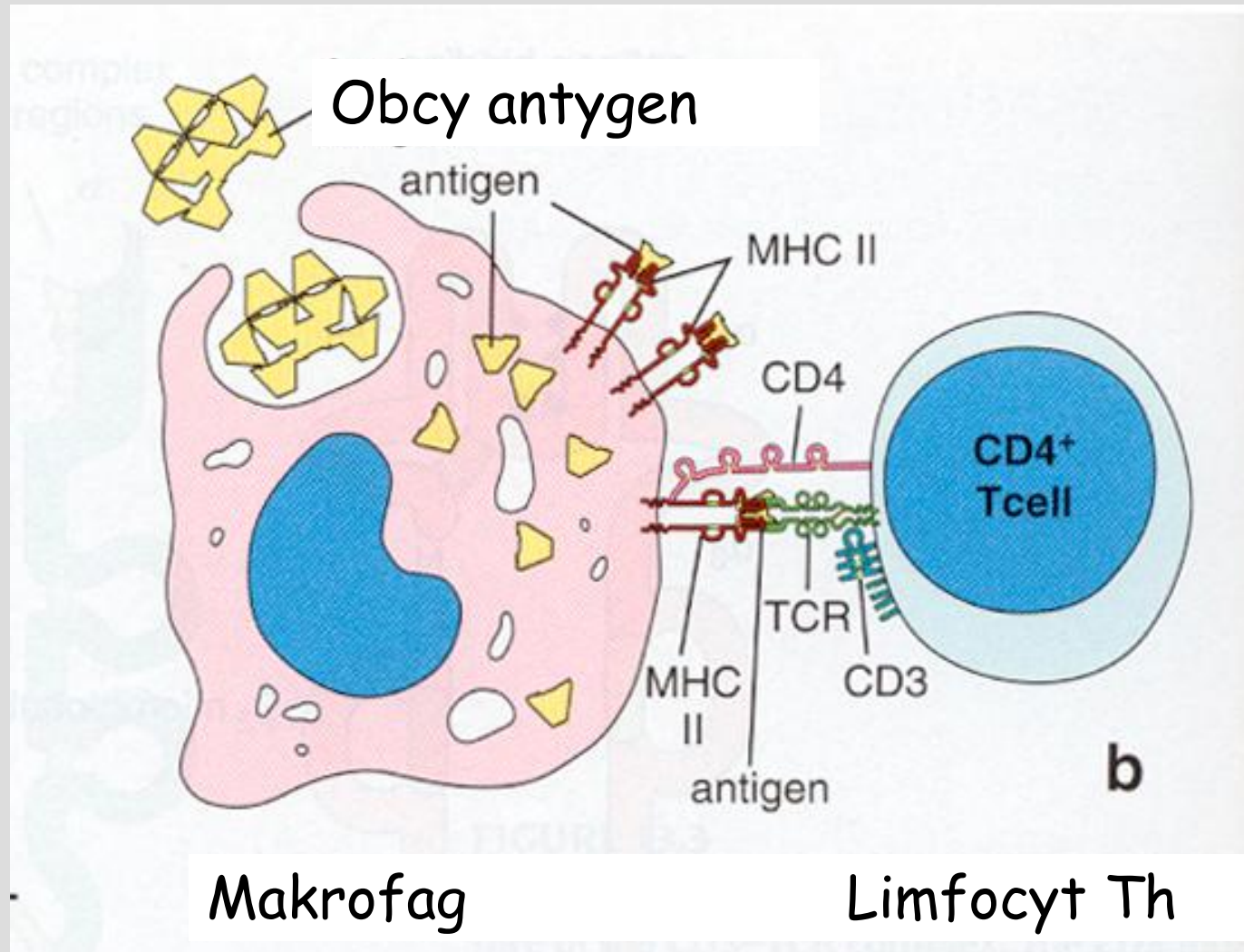


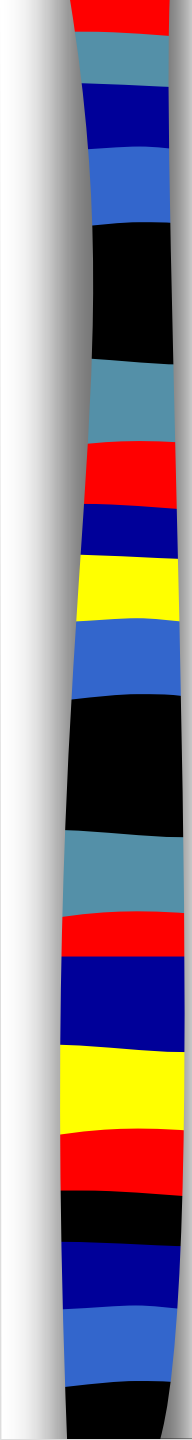


Makrofagi

- Powstają z monocytów
- Ruch ameboidalny
- Duża zdolność do fagocytozy
- Niszczą bakterie, martwe komórki,
- Wytwarzają H_2O_2 , wolne rodniki, lizozym, hydrolazy, interferony, prostaglandyny, prostacykliny
- Prezentują antygeny limfocytom
- Przenikają przez tkanki dzięki wydzielaniu kolagenazy, elastazy

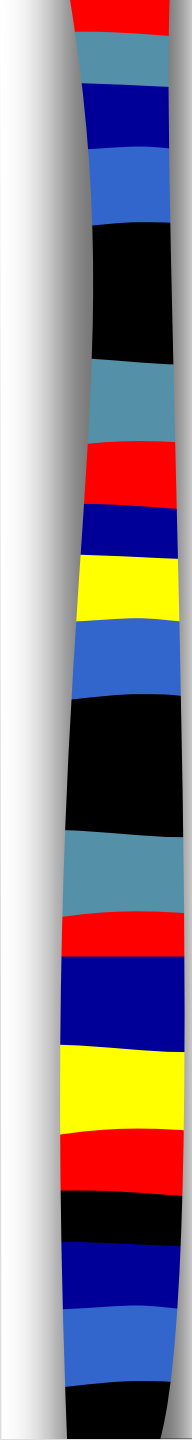
Makrofagi trawia antygeny do peptydów i prezentują je limfocytom T





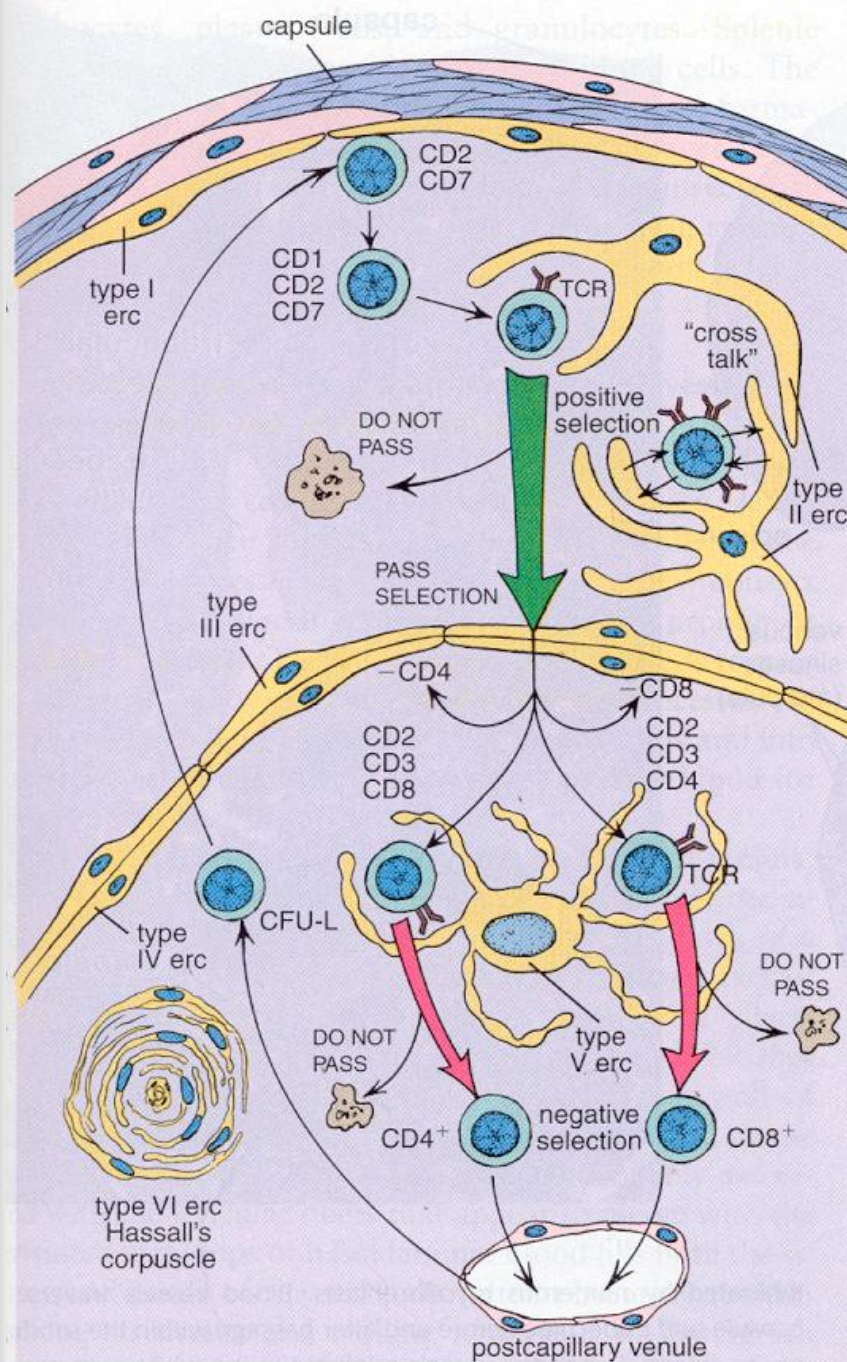
Grasica

- Powstaje z endodermy
- Składa się z kory i rdzenia, otoczona torebką łącznotkankową.
- Zanika w okresie dojrzewania
- Miejsce dojrzewania limfocytów T
- Gruczoł dokrewny - tymozyna, tymopoetyna, grasiczy czynnik surowiczy



Grasica - budowa

- Kora - sieć komórek zrębu połączonych desmosomami wypełniona tymocytami
- Miejsce intensywnych podziałów i różnicowania limfocytów T
- Immunokompetentne limfocyty T przechodzą do rdzenia, a stąd do krwi
- Większość tymocytów (niekompetentne) ulega degeneracji i jest trawiona przez makrofagi,

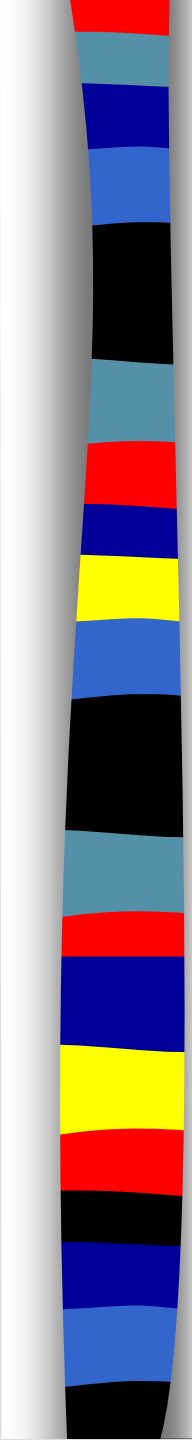


Grasica szkoła limfocytów
T - uczy tolerancji wobec
własnych Ag

Komórki opiekuńcze
(nabłonkowe) sprawdzają
dojrzałość limfocytów T i
eliminują

-Komórki rozpoznające
własne Ag

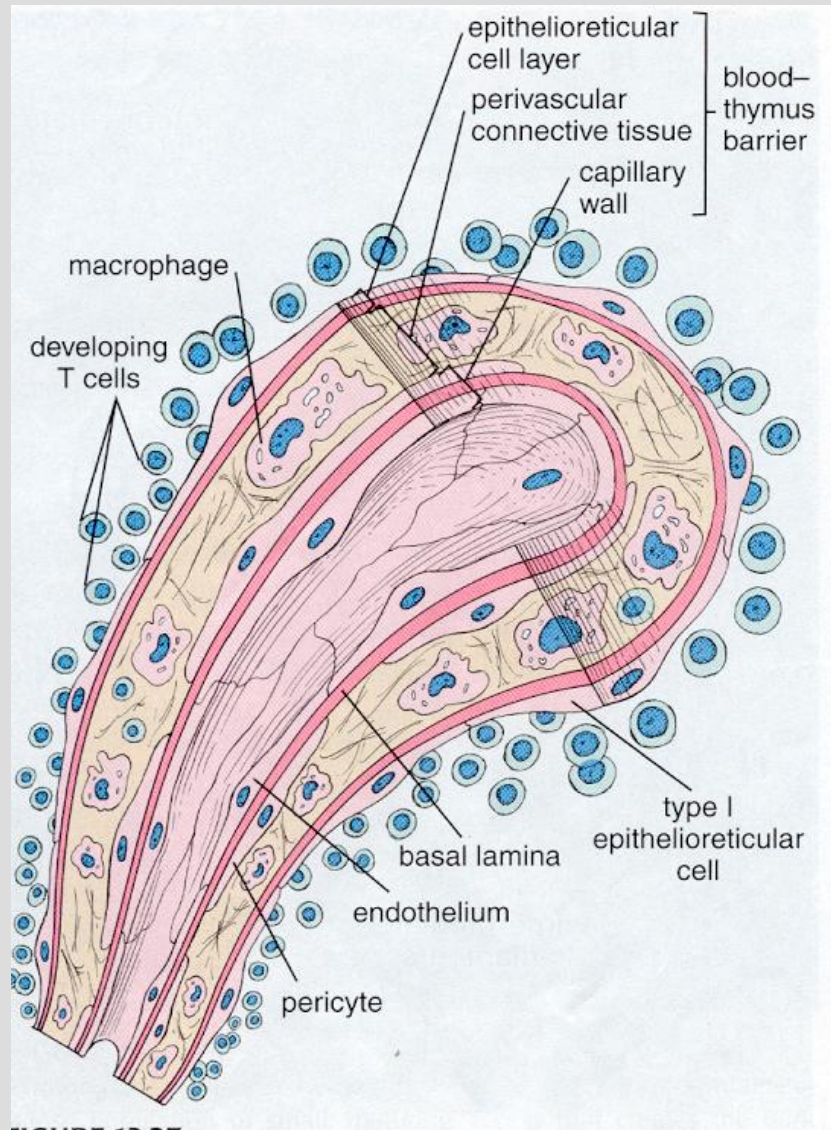
- nie posiadające
receptorów TCR

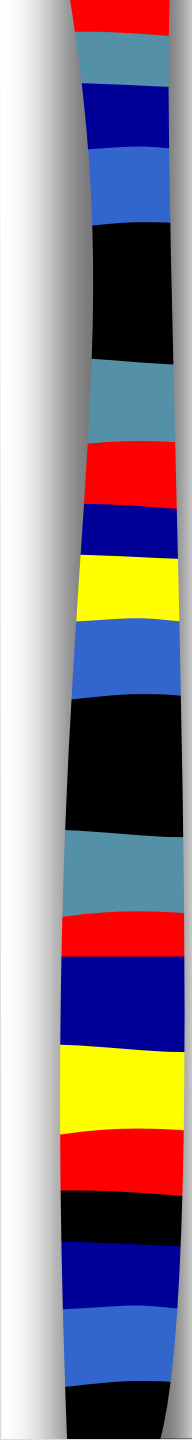


Grasica

- Rdzeń, zawiera mniej tymocytów
- Występują ciątka grasicze (Hassala) zrogowaciałe spłaszczone, tworzące płatki komórki
- Przechodzące przez grasicę naczynia są otoczone pochewką co tworzy barierę krew-grasica uniemożliwiając kontakt z antygenami.

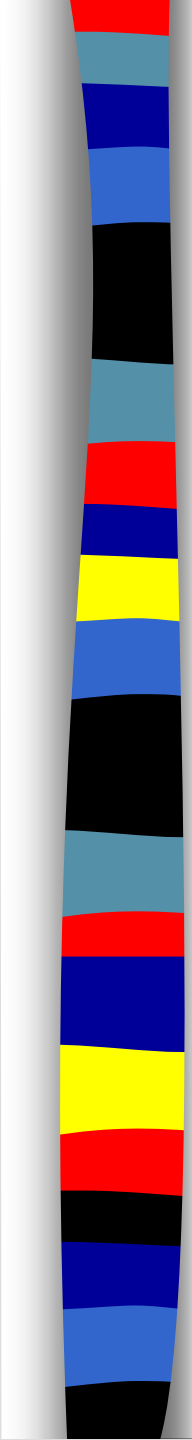
Bariera krew-grasica





Grasica - inwolucja

- W okresie dojrzewania grasica ulega zanikowi
- Zanika miąższ gruczołu zastępowany przez tkankę łączną, głównie tłuszczową.



Człowiek bez grasy

Węzeł chłonny

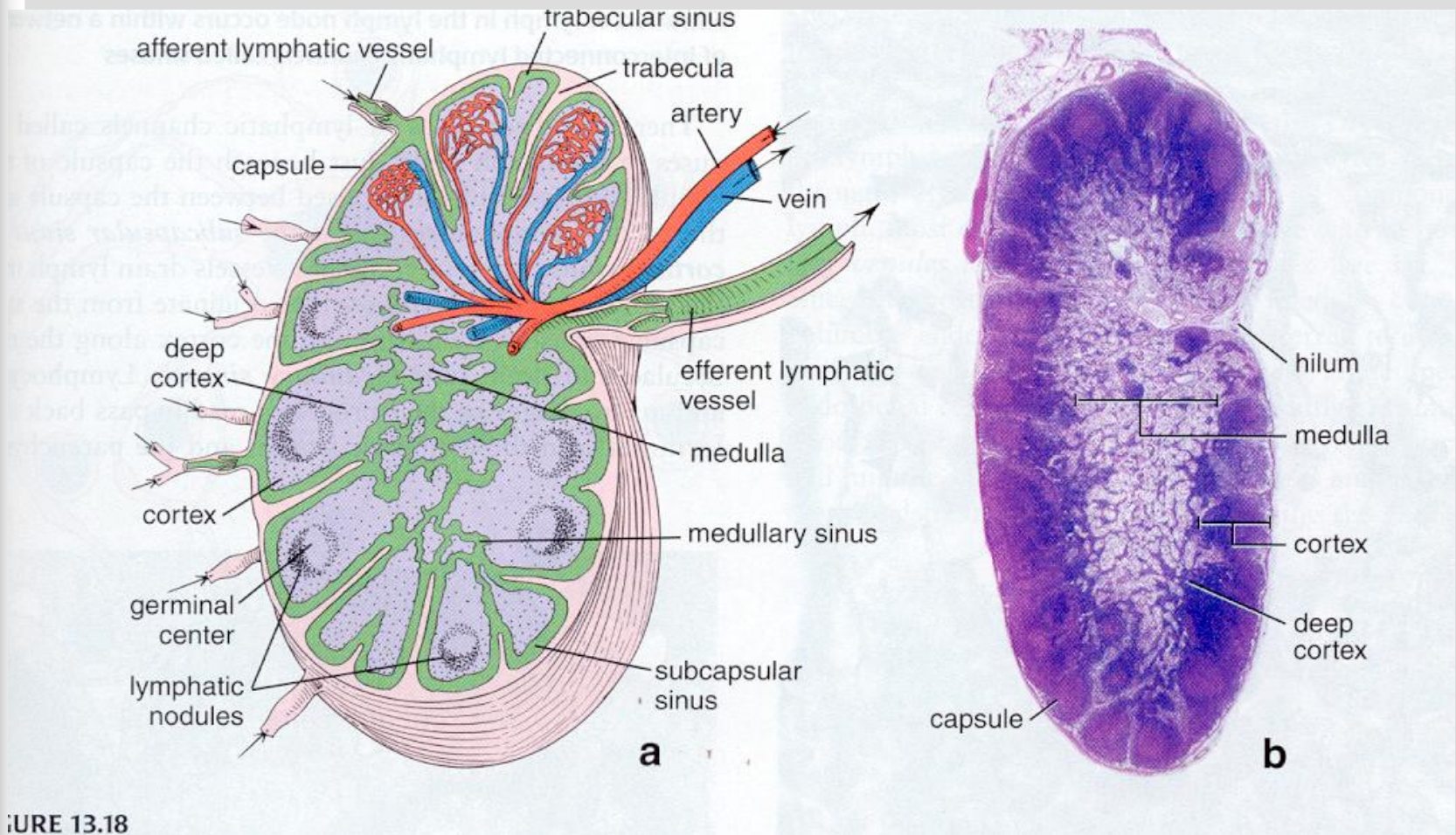
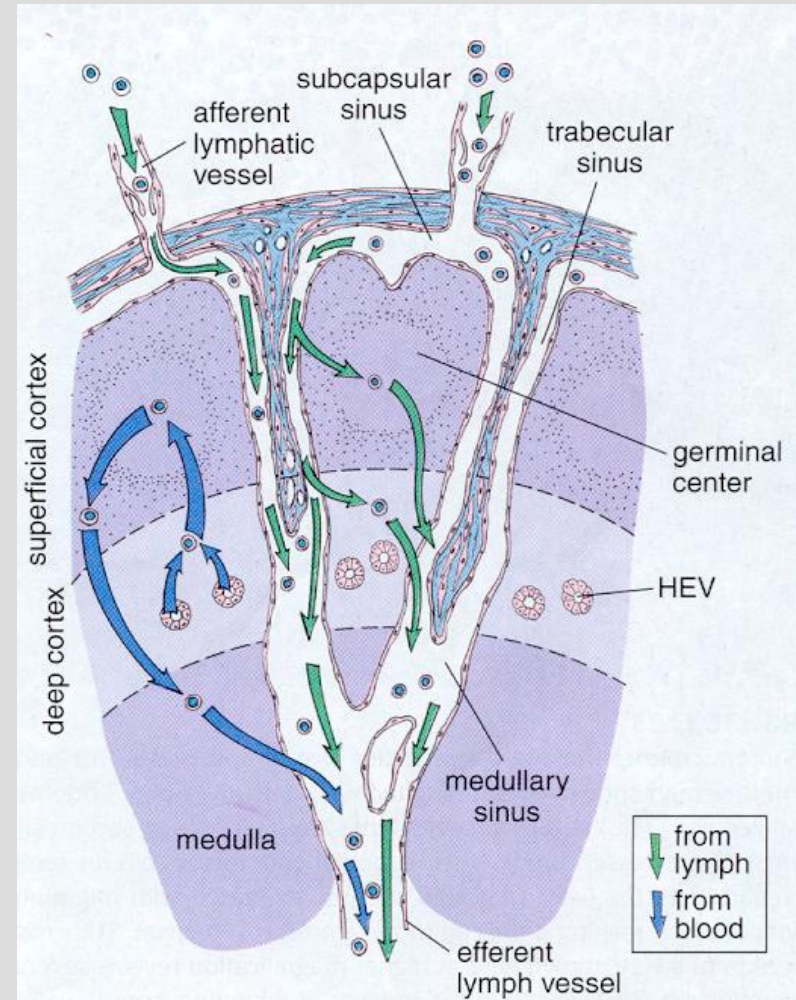
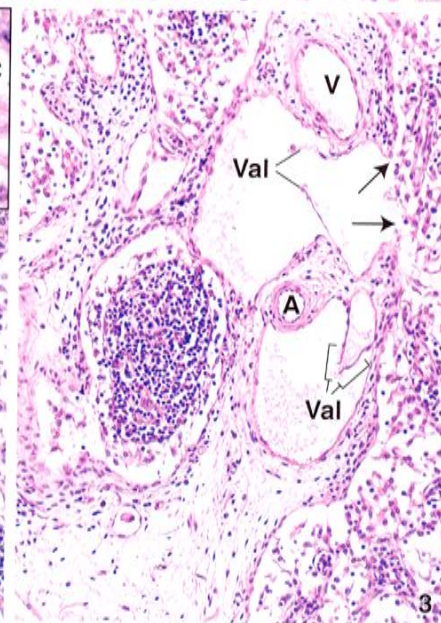
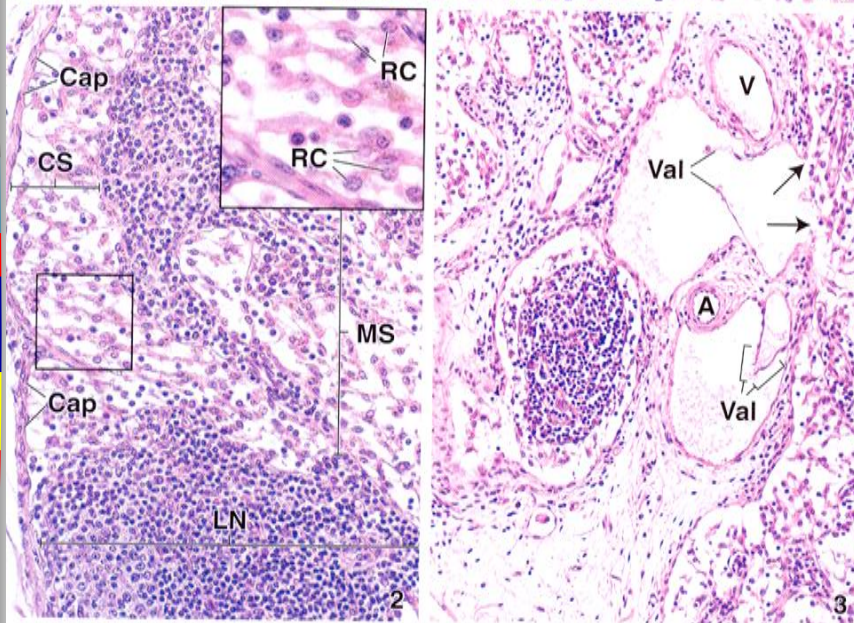
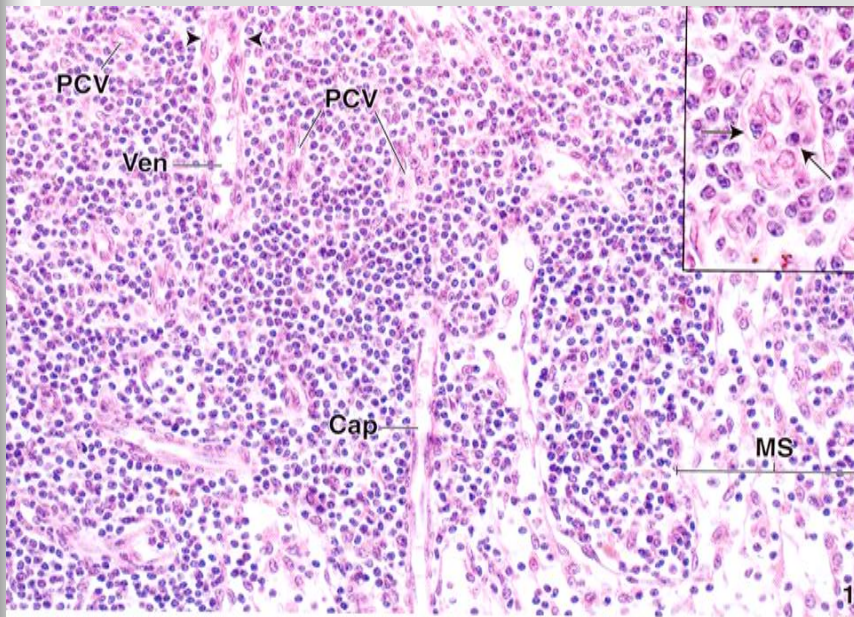
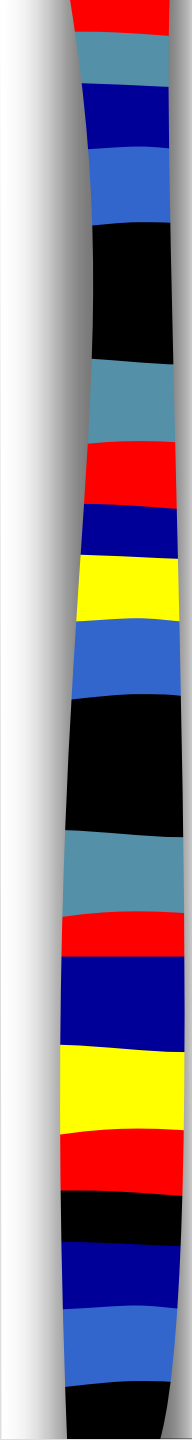


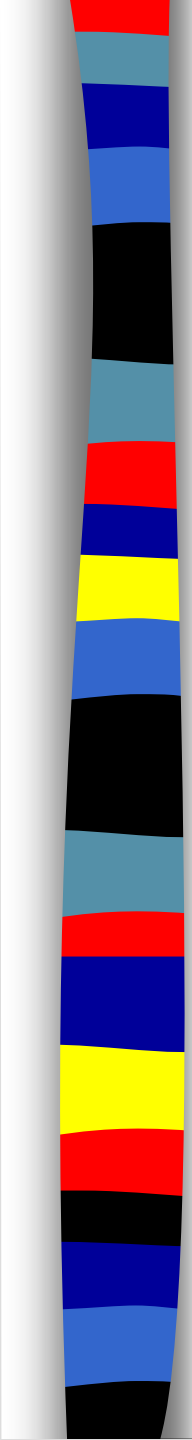
FIGURE 13.18





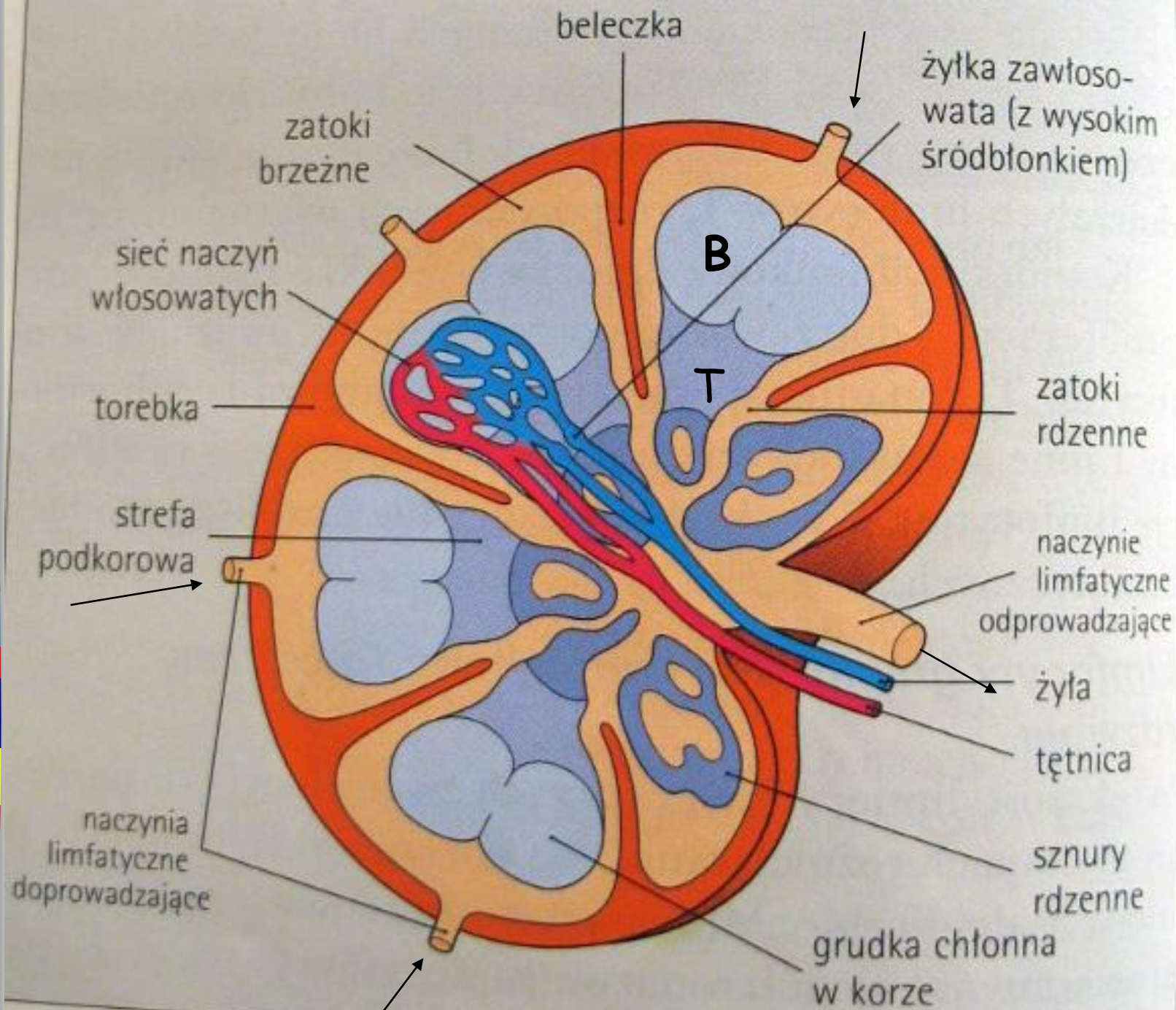
Węzły chłonne

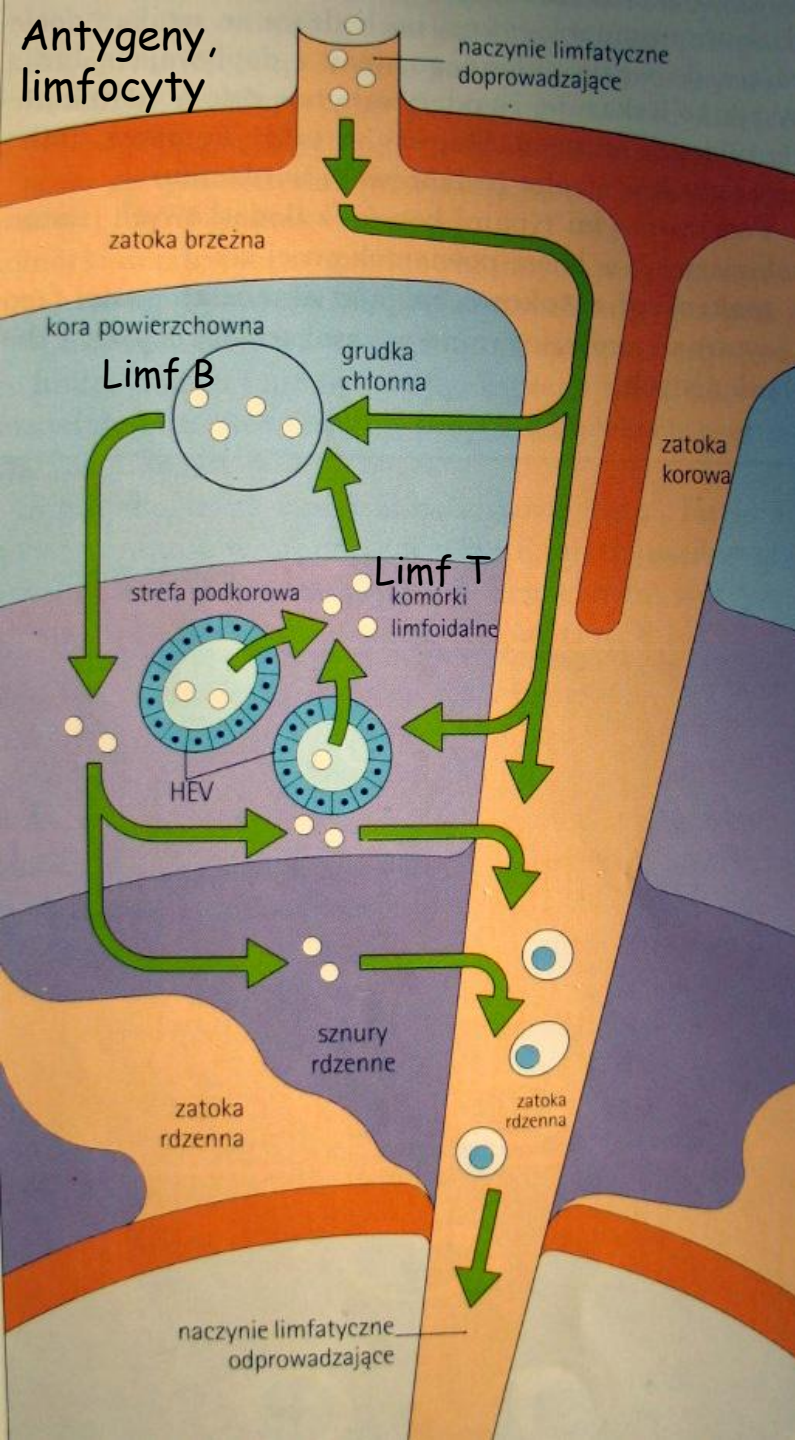
- Filtrują i oczyszczają limfę
- Są miejscem rozmnażania limfocytów
- Zasiedlane przez immunokompetentne limfocyty T i B



Węzły chłonne

- Dzielą się na strefę korową, podkorową i rdzenną
- Są miejscem rozpoznawania antygenów i rozmnażania limfocytów w czasie odpowiedzi immunologicznej
- Grudki chłonne zawierają limfocyty B, limf Th i makrofagi.
- Strefa podkorowa zawiera limfocyty T
- Rdzeń zawiera komórki plazmatyczne i makrofagi
- Limfocyty przedostają się z krwi do węzła przez żyłki o wysokim śródbłonku z receptorami dla limfocytów
- Antygeny (bakterie, wirusy) docierają do węzła z tkanek systemem naczyń limfatycznych.





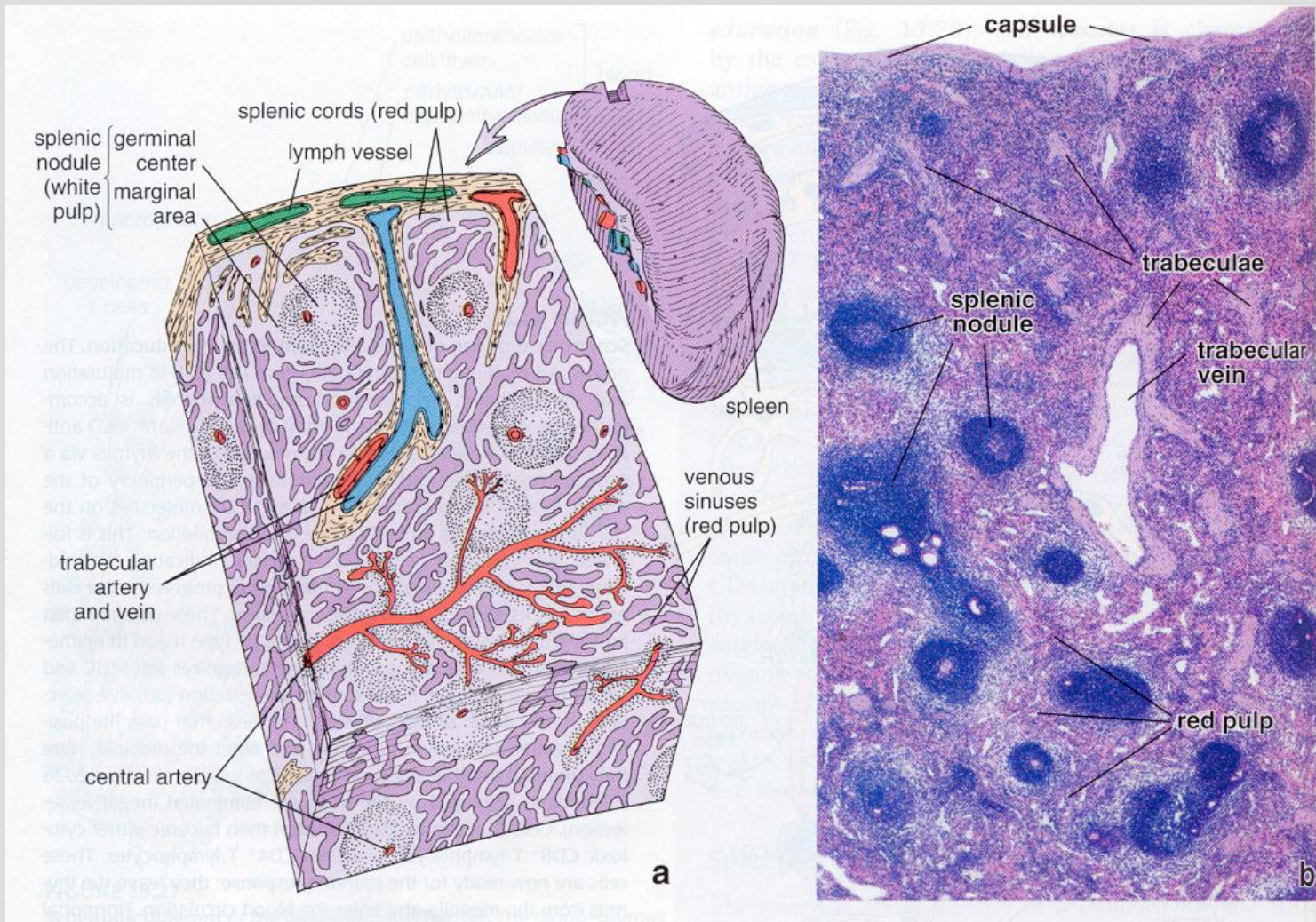
Węzeł chłonny

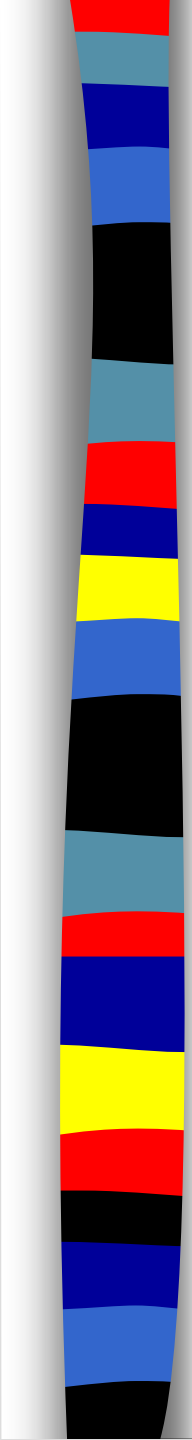
Antygeny pobudzają znajdujące się w grudkach chłonnych limfocyty B do proliferacji

Limfocyty T znajdują się głównie w strefie podkorowej

HEV - żyłki z wysokim śródbłonkiem przez które limfocyty przedostają się z krwi do węzła chłonnego

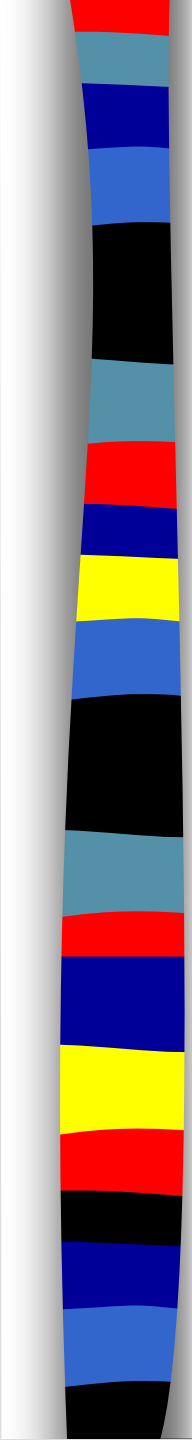
Śledziona





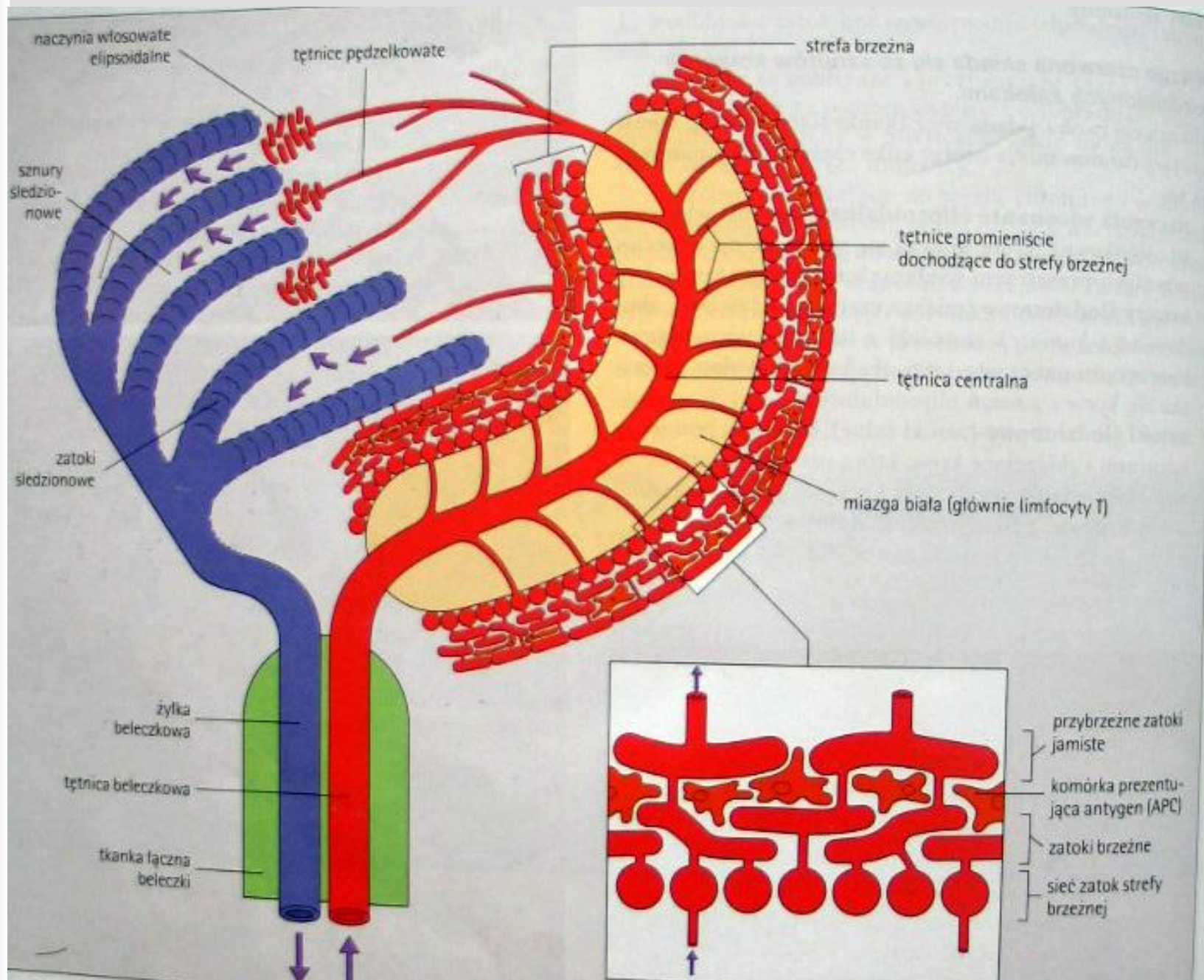
Śledziona

- Leży w lewym nadbrzuszu, waży 150g
- Funkcje:
 - Uruchamia pierwotną odpowiedź immunologiczną przeciw Ag znajdującym się we krwi
 - Usuwa z krwi stare lub uszkodzone erytrocyty i płytki krwi

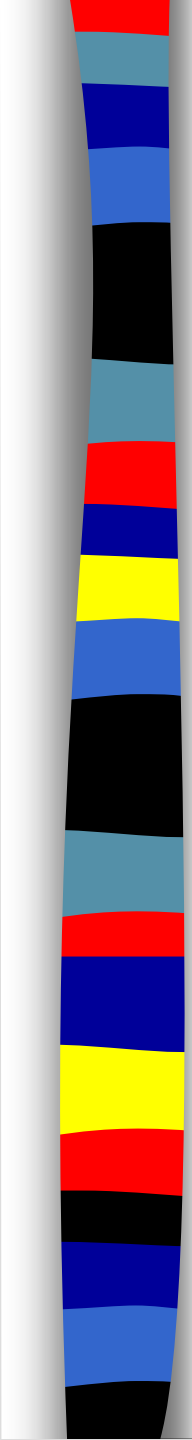


Śledziona

- Otoczona osłonką łącznotkankową z tkanki włóknistej, która wnika do wnętrza tworząc belecзки
- Wnętrze wypełnia tkanka siateczkowata tworząca rusztowanie dla miąższu śledziony.
- Dzieli się na:
 - miazgę czerwoną - sznury i zatoki naczyniowe wypełnione krwią
 - Miazgę białą - zbudowaną z limfocytów T i B

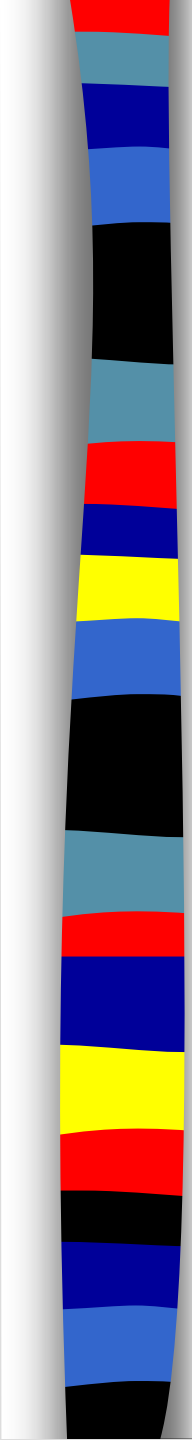


Nędoszytko



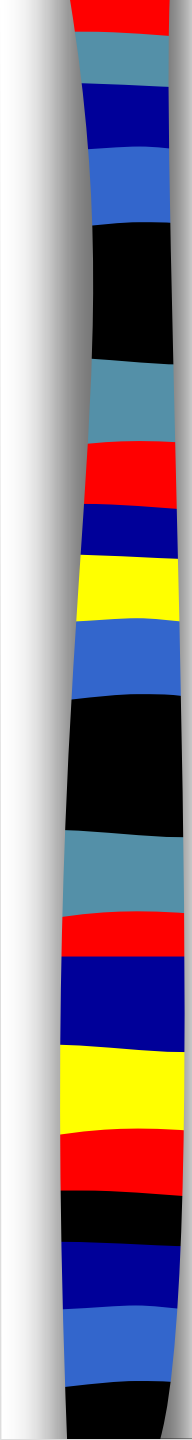
Miazga czerwona - usuwanie erytrocytów

- Prawidłowe erytrocyty przeciskają się przez wąskie szczeliny sznurów śledzionowych do zatok śledzionowych
- Stare erytrocyty mają sztywną błonę, ulegają lizie i są fagocytowane przez fagocyty ścian zatok



Miazga biała

- Zawiera komórki prezentujące Ag
- Zbudowana z limfocytów T i B
- Usuwa bakterie i wirusy z krwi



Usunięcie śledziony

- Uraz brzucha
- Nowotwór żołądka
- Chłoniaki

Skutki usunięcia:

- Obniżona odporność na choroby bakteryjne
Streptococcus pneumoniae
- Zmiany we krwi - wzrost liczby płytek i
anizocytoza erytrocytów

Koniec



Bogusław
Nedoszytko