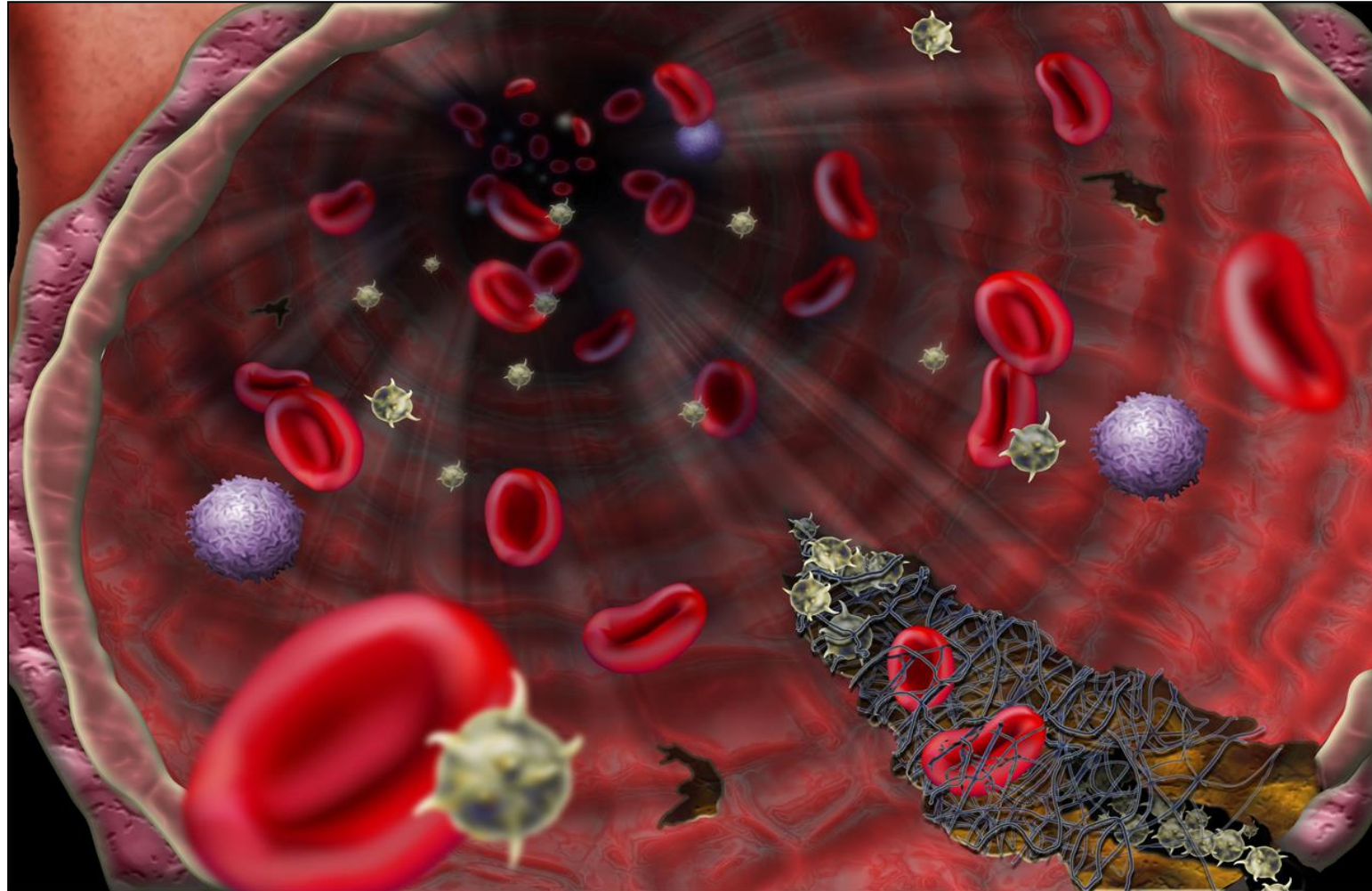


Fizjologia krwi



Składniki morfotyczne krwi

- **Krwinki czerwone (erytrocyty, normocyty)**

K. cz. to bezjądrzaste i pozbawione organelli komórki.

Kształt - spłaszczone na podobieństwo dysku i obustronnie wklęsłe w środku (dwuwklęsła soczewka).

Średnica 6 – 7 μm (owca, koza 4 – 5 μm).

Grubość na obrzeżach 2 μm , a w środku 1 μm .

Powierzchnia 120 μm^2 .

W czasie przeciskania się przez naczynia włosowate ulegają wydłużeniu, ich powierzchnia nieco się zwiększa co prowadzi do zwiększenia powierzchni zetknięcia się ze ścianą naczynia włosowatego i usprawnienia wymiany gazowej. Odkształcenia te są przejściowe (udział NO).

Otoczka krwinek zbudowana z lipoproteidów i glikoproteidów jest aktywna metabolicznie i zawiera kilkadziesiąt enzymów m.in. **ATP-aza, AChE, anhidraza węglanowa, dehydrogenazy, peptydazy, fosfatazy.**

Przebiegające z ich udziałem procesy metaboliczne zapewniają krwince odpowiedni kształt i **ujemne ładunki elektryczne, które powodują wzajemne odpychanie się.** Zapobiega to zlepianiu się krwinek i warunkuje ich pełne rozproszenie w naczyniach krwionośnych.

Niektóre białka integralne błony stabilizujące i regulujące kształt erytrocytu (**spektryny**) mogą wykazywać **właściwości kurczliwe** podobnie jak aktomiozyna.

We krwi krążącej oprócz erytrocytów występują ich młodociane formy, które dopiero co opuściły szpik:

- **retikulocyty** (10 promili) (resztki siateczki zasadochłonnej zawierającej RNA umożliwiającej syntezę hemoglobiny). Ich liczba wzrasta po krwotokach. Świadczy o wzmożeniu procesów krwiotwórczych lub niedokrwistości u młodych zwierząt.
- **erytroblasty kwasochłonne** (pojawiają się rzadko po krwotokach) (mają jądro, młodsze od retikulocytów).

Anizocytoza – zmiany wielkości (normocyty, makrocyty, mikrocyty).

Poikilocytoza – zmiana kształtu.

W niedokrwistościach: hemolitycznej i megablastycznej, białaczkach, toksemii.

Ze względu na wielkość krwinki czerwone określane są jako:

-**normocyty** - o prawidłowej wielkości;

-**mikrocyty** - o mniejszych rozmiarach niż krwinki prawidłowe;

-**makrocyty** - o większych rozmiarach od krwinek prawidłowych.

Występowanie erytrocytów o różnej wielkości określa się mianem **anizocytozy**.

W stanach patologicznych krwinki czerwone mogą przybierać różne kształty, stąd wyróżnia się:

- **sferocyty** - są małe, kuliste, grube, silnie barwiące się;
- **owalocyty**, inaczej eliptocyty - o kształcie owalnym;
- **akantocyty** - posiadają kolczaste wypustki;
- **schizocyty** - mają kształt trójkąta.

Różnokształtność krwinek czerwonych określa się mianem **poikilocytozy.**

Liczba i wielkość krwinek czerwonych, wskaźnik hematokrytowy oraz zawartość hemoglobiny.

Gatunek	Liczba w mln/ μ l krwi	Wielkość w μ m	Wskaźnik hematokrytowy %	Zawartość hemoglobiny w g/100 ml krwi
Człowiek	~ 5,0	~ 7,5	K(37-47) M(42-52)	11,0-17,5
Koń	~ 7,5	~ 5,3	~ 35	~ 10,0
Krowa	~ 6,0	~ 5,1	~ 35	~ 9,5
Owca	~ 10,0	~ 4,1	~ 38	~ 14,0
Koza	~ 17,3	~ 3,1		
Świnia	~ 6,6	~ 5,3	~ 42	~ 12,0
Pies	~ 6,2	~ 7,3	~ 45	~ 14,0
Kot	~ 9,1	~ 6,2		~ 12,0
Kura	~ 3,5	~ 13,7		

Hemoglobina

Wnętrze krwinki wypełnia gęsta, lepka, żelowata masa złożona w 30 % z **hemoglobiny**, która wypełnia oczka zrębu siatkowatego zbudowanego z białek i lipidów.

Hemoglobina jest zbudowana z **białka globiny** i barwnika zwanego **hemem**.

Globina składa się z **4 łańcuchów** polipeptydowych z których każdy jest połączony z grupą **hemu**.

Hem zbudowany jest z 4 pierścieni pirolowych, powiązanych ze sobą w większy układ pierścieniowy zwany porfiryną. Występująca w **Hb** porfiryna jest połączona z Fe^{2+} .

Hb stanowi więc kompleksowy związek żelazowo-porfirynowo-globinowy, składający się z 4 podjednostek (2α i 2β), z których każdą stanowi łańcuch polipeptydowy i towarzysząca mu grupa prostetyczna w postaci **hemu**.

Hem powstaje głównie w mitochondriach, a **globina** w obrębie rybosomów.

Hb wiąże O_2 , tworząc **oksyhemoglobinę**. **Fe** każdej cząsteczki **hemu** ma zdolność do **nietrwałego, luźnego** przyłączenia jednej cząsteczki O_2 , która z drugiej strony łączy się z resztą histydyny, zawartą w łańcuchu peptydowym. **Takie połączenie tlenu nazywa się utlenowaniem**, gdyż nie zmienia wartościowości żelaza (**Fe^{2+}**).

Tak więc jedna cząsteczka **Hb** może przyłączyć 4 cząsteczki tlenu .

Hb jest białkiem allosterycznym i przyłączenie cząsteczek O₂ jest regulowane na zasadzie interakcji allosterycznych tzn. zmian przestrzennych jej struktury czwartorzędowej. Wiązanie O₂ do **Hb** wzmacnia jej powinowactwo do wiązania dalszych cząsteczek tlenu do tej samej cząsteczki **Hb**.

Dzięki obecności **Hb** we krwi ilość transportowanego tlenu z płuc do tkanek **zwiększa się (50 x) z 5 do 250 ml na każde 100 ml krwi.**

Powinowactwo **Hb** do O₂ zależy od:

- **prężności CO₂**
- **pH**
- **stężenia 2,3-dwufosfoglicerynianu (2,3-DPG)**

Ma to duże znaczenie fizjologiczne, gdyż **wzrost prężności CO₂** i **spadek pH** w tkankach metabolicznie aktywnych (np. pracujących mięśniach) zmniejsza powinowactwo **Hb** do O₂, co ułatwia jego oddawanie tkankom (**efekt Bohra odkryty w 1904 r.**). Odtlenowanie **Hb**, ponownie na zasadzie efektu allosterycznego, powoduje przyłączenie CO₂ i jonów H⁺ w celu transportu do narządów wydalniczych (płuca, nerki). W płucach, w których prężność tlenu jest większa **Hb** ulega utlenowaniu.

Zwiększa się uwalnianie CO_2 i jonów H^+ do naczyń włosowatych pęcherzyków płucnych.

Krwinki czerwone transportują ok. 30% CO_2 w tym -

- 10% w postaci **karbohemoglobiny**

- 20% w postaci HCO_3^-

W czasie przechodzenia przez naczynia włosowate krwinki odbierają CO_2 z tkanki, i **po uwodnieniu, z udziałem anhidrazy węglanowej**, przekazują go do osocza (ok. 70% transportowanego CO_2) w postaci HCO_3^- . Tak więc krwinki, mimo, że transportują tylko 1/3 część CO_2 , odgrywają zasadniczą rolę w transporcie tego metabolitu przez krew.