

Červené krvinky

Červené krvinky (neboli erythrocyty) jsou **bezjaderné** krevní elementy bikonkávního tvaru. Hlavní součástí erythrocytu je hemoglobin. U zdravého dospělého člověka vznikají v červené kostní dřeni. Odbourávají jsou v retikuloendotelovém systému, zejména ve slezině. Signálem pro odstranění buňky z oběhu je defektní komplex oligosacharidů, který je připojen na proteiny vnější membrány. Životnost erythrocytu v krvi je okolo 120 dní^[1].

Vývoj erythrocytů

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Erythropoesa.*

Erythrocyt stejně jako ostatní krevní elementy pochází z **kmenové buňky**. Kmenová buňka se dále diferencuje do červené progenitorové řady v: proerythroblast → normoblast (bazofilní, polychromní a ortochromní) → retikulocyt → až v zralý erythrocyt. Přeměna retikulocytu na zralý erythrocyt trvá 24-48 hodin^[2]. Během této *maturace* ztrácí buňka své organely (mitochondrie, ribosomy, cytoplazmatické enzymy).

Fyziologické hodnoty

Červené krvinky patří k nejdůležitějším buňkám organismu zejména pro svou schopnost **přenášet krevní plyny**. Změny v jednotlivých parametrech mohou proto mít vážné následky.

Rozměry erythrocytu

Parametr	Hodnota
Průměr	7,5 μm ^[2]
Tloušťka na obvodu	2,6 μm ^[2]
Tloušťka ve středu	0,8 μm ^[2]
MCV (průměrný objem erythrocytu)	82-102 fl
MCH (průměrná hmotnost Hb v ery)	27-32 pg
MCHC (průměrná koncentrace Hb v ery)	310-360 g Hb/l ery

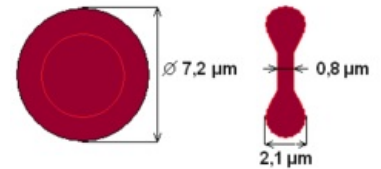


Schéma erythrocytu (rozměry odpovídají zaslému krevnímu nátěru)

 **Hodnoty platí pro krvinky v izotonickém roztoku. Na zaschlém krevním nátěru obarveném rutinní technikou se erythrocyty smršťují.**

Hodnoty v krvi

Krevní parametr		Hodnota
Počet erythrocytů	muži	$4,3-5,7 \times 10^{12}/l$
	ženy	$3,8-4,9 \times 10^{12}/l$
Hematokrit	muži	0,39-0,51
	ženy	0,33-0,47
	novorozenec	0,45-0,60 ^[2]

Funkce

1. Přenos dýchacích plynů

Hlavní funkcí erythrocytů je přenos kyslíku z plic do tkání a oxidu uhličitého v opačném směru. Kyslík se váže na centrální atom železa hemoglobinu, CO₂ se váže na hemoglobin nebo je v erythrocytech přeměněn na HCO₃⁻.

2. Pufrovací systém

Přítomnost hemoglobinu umožňuje erythrocytům pufrovat vodíkové kationty. Ve tkáních se H⁺ na Hb navazuje, v plicích se naopak z molekuly uvolňuje.

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Hemoglobin jako pufr.*

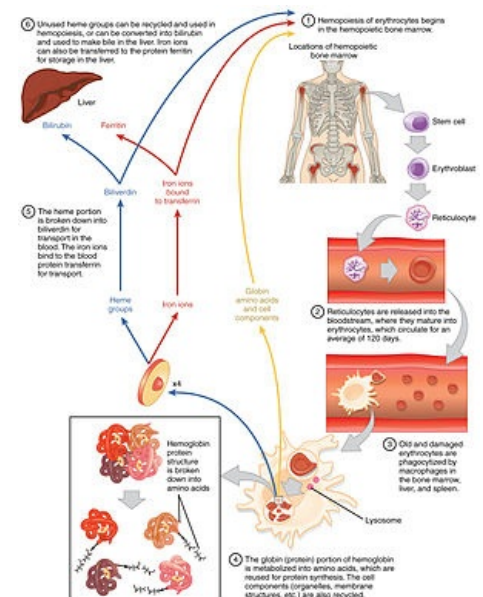
3. Udržování viskozity krve

4. Ochrana před volnými radikály

Antioxidační systémy *vychytávají a neutralizují* ROS a RNS

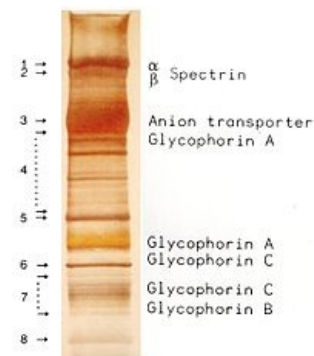
Morfologie erythrocytů

U zralého erythrocytu **nenacházíme jádro ani většinu organel**, proto není schopen proteosyntézy. Buňka má **typický bikonkávní (piškotovitý) tvar**, který se v krevním nátěru projeví jako projasnění uprostřed. Hlavní výhodou tohoto tvaru je **zvětšení difúzní plochy pro výměnu plynů** (až o 30% oproti kulovému tvaru^[3]). Povrch buňky



Životní cyklus erythrocytu

tvorí pevná elastická membrána (plazmalema) propustná pro vodu a elektrolyty. Membrána je deformovatelná, proto mohou krvinky snadno procházet kapilárním řečištěm. Erythrocyty jsou tvořeny ze 40 % lipidy, 10 % sacharidy, 50 % proteiny^[4]. Zhruba polovina proteinů lipidové dvojvrstvy je představována integrálními transmembránovými proteiny. Transmembránové proteiny společně s fibrilárními proteiny uvnitř buňky **tvorí pevnou oporu** pro tvar erythrocytu. Fibrilární proteiny tvoří síť pod membránou. Periferní proteiny pak tvoří zejména *glykokalyx*, který je základem existence krevních skupin. Některé proteiny (aktin, tropomyozin a další aktin vázající proteiny) tvoří *spojovací komplex* mezi vlákny spektrinu. Propojení mezi několika spojovacími komplexy má schopnost **kontrakce**, což usnadňuje průchod erythrocytu kapilárou.



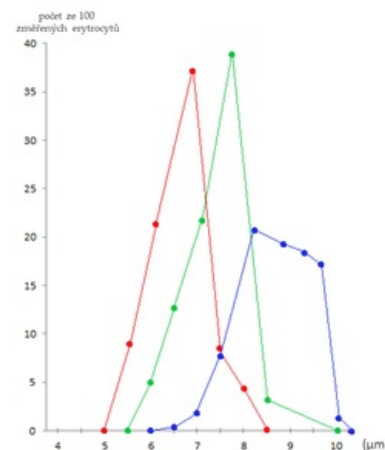
Elektroforéza membránových proteinů erythrocytu

Membránové proteiny

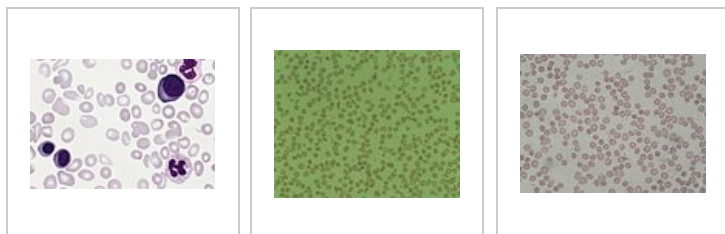
Protein	Doplňující informace
spektrin	hlavní cytoskeletální protein, tvoří tetramery, má vysokou molekulovou hmotnost, má 4 vazebná místa → pro ankyrin, aktin, proužek 4.1 a samotný spektrin (autoasociace)
ankyryn	ukotvení spektrinu k cytoplazmatické membráně (na integrální membránové proteiny)
kapnoforin (proužek 3)	aniontový kanál - přesun chloridových iontů z cytoplazmy do okolí a naopak (Hamburgerův shift)
aktin	řetězec F-vláknitého aktinu - má vazebná místa pro spektrin a proužek 4.1
proužek 4.1	tvoří tzv. ternární komplex = aktin + spektrin, ukotvuje k membráně (váže se na glykoforiny A, C)
glykoforiny A,B,C,D	určují příslušnost jedince k MN systému, zajímavost: glykoforin A - má vazebná místa pro původce malárie

Pojmy vázané na změny parametrů erythrocytů

Parametr	Pojem	Význam	Příčina
Počet	Erytopenie (erythrocytopenie, oligocytemie)	snížení počtu ery	anemie
	Polycytemie	zvýšení počtu erythrocytů	např. při adaptaci na vyšší nadmořské výšky
Velikost	Mikrocyty	ery < 7 μm	např. při nedostatku železa
	Makrocyty	ery > 9 μm	např. při nedostatku vit. B12, B6 a kyseliny listové
	Anizocytóza	nestejná velikost buněk	
Tvar	Drepanocyty	srpkovitý tvar ery	hemoglobinopatie
	Sférocyty	kulovitý tvar	Hereditární sférocytóza
	Echinocyty	trnité výběžky	
	Poikilocytóza	nepravidelný tvar ery	
Obsah Hb	Hypochromie	snížený obsah Hb	
	Anizochromie	nestejný obsah Hb	



Priceova-Jonesova křivka
Červená = Hemolytická anémie (mikrocyty)
Zelená = norma
Modrá = Perniciózní anémie (makrocyty)



Polycythemia vera

Mikrocytóza

Hereditární sférocytóza

Priceova-Jonesova křivka

V krvi se normálně vyskytují krvinky menší a větší než je norma, což označujeme jako **fyzilogickou anizocytózu**. Priceova-Jonesova křivka je **grafickým znázorněním rozložení velikostí erythrocytů**. Při různých patologických stavech dochází k posunům křivky.

Metabolismus erythrocytů

[Podrobnější informace naleznete na stránce Metabolismus erythrocytů.](#)

Výhradní zdrojem energie pro erythrocyty je **glukóza**, která je do buňky transportována přes **GLUT-1 transportér**. Uvnitř buňky je zpracovávána enzymy v cytoplazmě. Samotná produkce erythrocytů je ovlivňována hormonem erythropoetinem, který je produkován v ledvinách a játrech. (Obr.)



Metabolismus hemu.

Membrána erythrocytů

Membrána erythrocytů je složena z deseti hlavních proteinů, které můžeme rozdělit na dvě skupiny:

1. **integrální** – glykoforiny, proteiny vyměňující anionty - př.: Kapnoforin (band 3, Cl⁻ kanál)
2. **periferní** – spektrin, ankyrin, aktin

Glykoforiny jsou glykoproteiny, které mají N-konec vyčnívající nad povrch erythrocytu. Proteiny vyměňující anionty vytvářejí v membráně kanál pro zprostředkování výměny iontů Cl⁻ a HCO₃⁻. Spektriny, ankyrin a ostatní periferní bílkoviny odpovídají za udržování tvaru erythrocytu.

Odkazy

Související články

- Krev
- Krevní obraz
- Hemokoagulace
- Vyšetření krevní srážlivosti
- Vyšetření krvácivosti
- Krvetvorba (histologie)
- Chorobné stavy ze zvýšeného počtu erythrocytů
- Anémie
- Transport CO₂ krví
- Transport kyslíku krví
- Erythropoeza

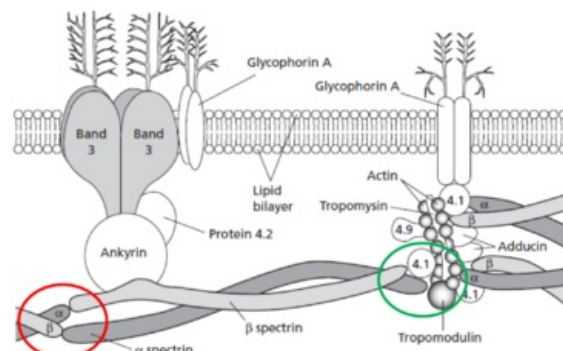
Použitá literatura

- TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4., přeprac. a uprav. vydání. Praha : Grada, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
- PECKA, Miroslav. *Přehled laboratorní hematologie. Díl I, Krvetvorba, Červená krevní řada*. 1. vydání. Praha : Galén, 1995. 144 s. ISBN 8085824280.
- JUNQUIERA, L. Carlos, José CARNEIRO a Robert O KELLEY, et al. *Základy histologie*. 1. vydání. Jinočany : H & H, 1997. 502 s. ISBN 80-85787-37-7.
- KITTNAR, Otomar a Agamemnon DESPOPOULOS, et al. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 790 s. ISBN 978-80-247-3068-4.

Reference

1. KITTNAR, Otomar a ET AL.. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 790 s. s. 140. ISBN 978-80-247-3068-4.
2. JUNQUIERA, L. Carlos, José CARNEIRO a Robert O. KELLEY. *Základy histologie*. 1. vydání. Jinočany : H&H, 1999. 502 s. s. 221. ISBN 80-85787-37-7.
3. TROJAN, Stanislav a ET AL.. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha : Grada, 2003. 772 s. s. 121. ISBN 80-247-0512-5.
4. KONRÁDOVÁ, Václava, Jiří UHLÍK a Luděk VAJNER. *Funkční histologie*. 2. vydání. Jinočany : H & H, 2000. 291 s. s. 100-103. ISBN 80-86022-80-3.

Citováno z „https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Červené_krvinky&oldid=448398“



Membrána erythrocytů,

<https://www.prf.upol.cz/fileadmin/userdata/PrF/katedry/>