



Krev – přednáška 1 fyzioterapie

Mgr. Helena Smítková



Krev

- Suspenze formovaných krevních elementů v plasmě (RBC, WBC, TRO)
- Dospělý 4,5-6 litrů (7-10% hmotnosti)
 - Transport: O₂, CO₂, živiny – glc, AK, lipidy, vitaminy, produkty metabolismu, ionty, hormony, přebytek tepla
 - Ochrana – srážecí mechanismy, bílé krvinky, puřovací schopnost



Plasma - elektrolyty

- Plasma = voda + rozpuštěné látky (elektrolyty, bílkoviny, živiny, produkty metabolismu, hormony, vitaminy, plyny)
- Elektrolyty

Hlavní: kationt **Na⁺**, anionty **Cl⁻**, **HCO₃⁻**

Další: K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, PO₄⁻

- FUNKCE: Transport

Na⁺, Cl⁻ drží objem, osm.tlak a ph ECT

HCO₃⁻ transport CO₂, pufr



Plasma - elektrolyty

K⁺ hlavní IC,
excitabilita nervů,
svalů !♥

Ca²⁺
nervosval.přenos,
kontraktilita
myokardu, srážení
krve

K ⁺	4 mmol/l
Na ⁺	140 mmol/l
Cl ⁻	110 mmol/l
Ca ²⁺	2,25 mmol/l

Plasma - bílkoviny

- Bílkoviny 60-80 g/l
 - albuminy, globuliny, fibrinogen
 - alb 2 x více
 - většina tvorba v játrech x Ig ← plasmatické bb !!
Jaterní onem.

Fce:

- alb - udržují stálý objem plasmy
 - ← onkotický tlak na stěnu kapilár
 - transport MK, Bi, léky, thyroxin..
 - rezerva (hladovění)
- globuliny - apolipoproteiny – transport TG
 - Ig A, G, M, E – protilátky
 - transferin – transport železa



Plasma – ostatní součásti

- malé organické molekuly – plasma pro ně nosičem

dusíkaté nebílkovinné ll. – AK, močovina,
kys.močová, kreatin, kreatinin, amoniak)

bilirubin, glukóza, laktát, lipidy – TG, chol,
VMK



Krev jako nárazníkový systém

- **pH krve $7.4 \pm 0,04$** ještě slučitelné 7-7.8

< 7.36 acidóza

> 7.44 alkalóza

V krvi 4 systémy co mohou změny pH vyrovnávat

5. Hydrogenkarbonátový - hlavní

6. Hemoglobinový

7. Proteinový

8. Fosfátový

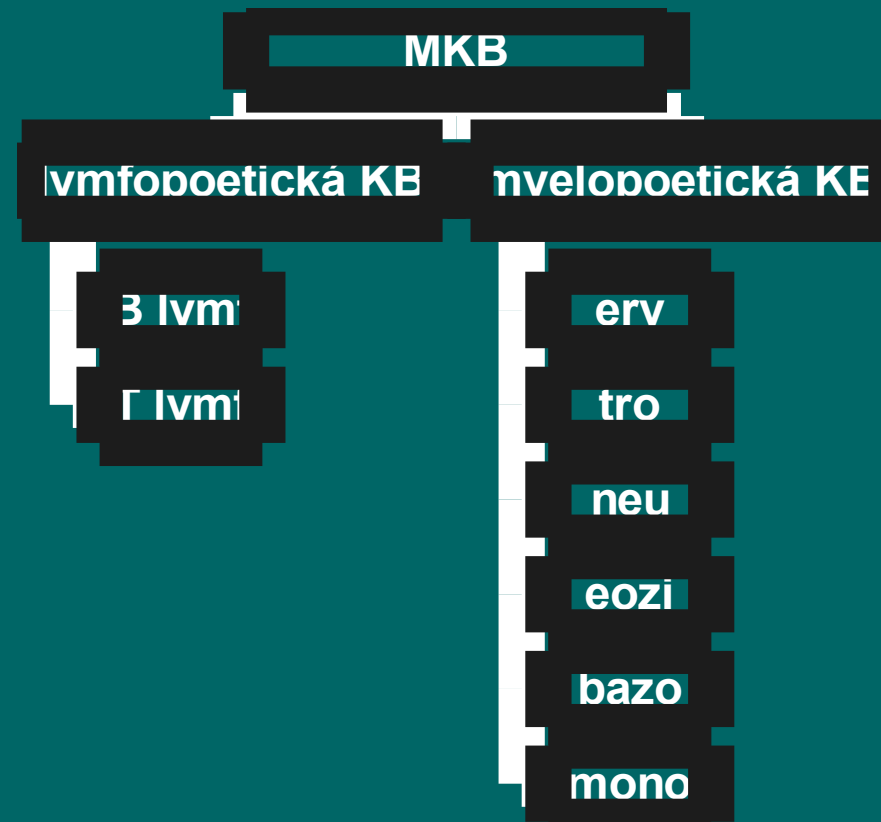
!! pH ovlivňuje vazbu a uvolňování O₂ z Hb

Tvorba krevních elementů

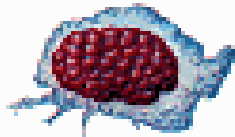
- dospělost - kostní dřev sterna, žeber, obratlů a plochých kostí – tzv. červená – aktivní KD
- extramedulární hematopoeza – játra, slezina
- mnohastupňový proces
- výchozí *pro všechny* buněčné linie – multipotentní (totipotentní) kmenové bb (MKB)– primitivní, nediferencované, schopnost sebe sama reprodukovat → nevyčerpatelnost a existence po celý život

Tvorba krevních elementů

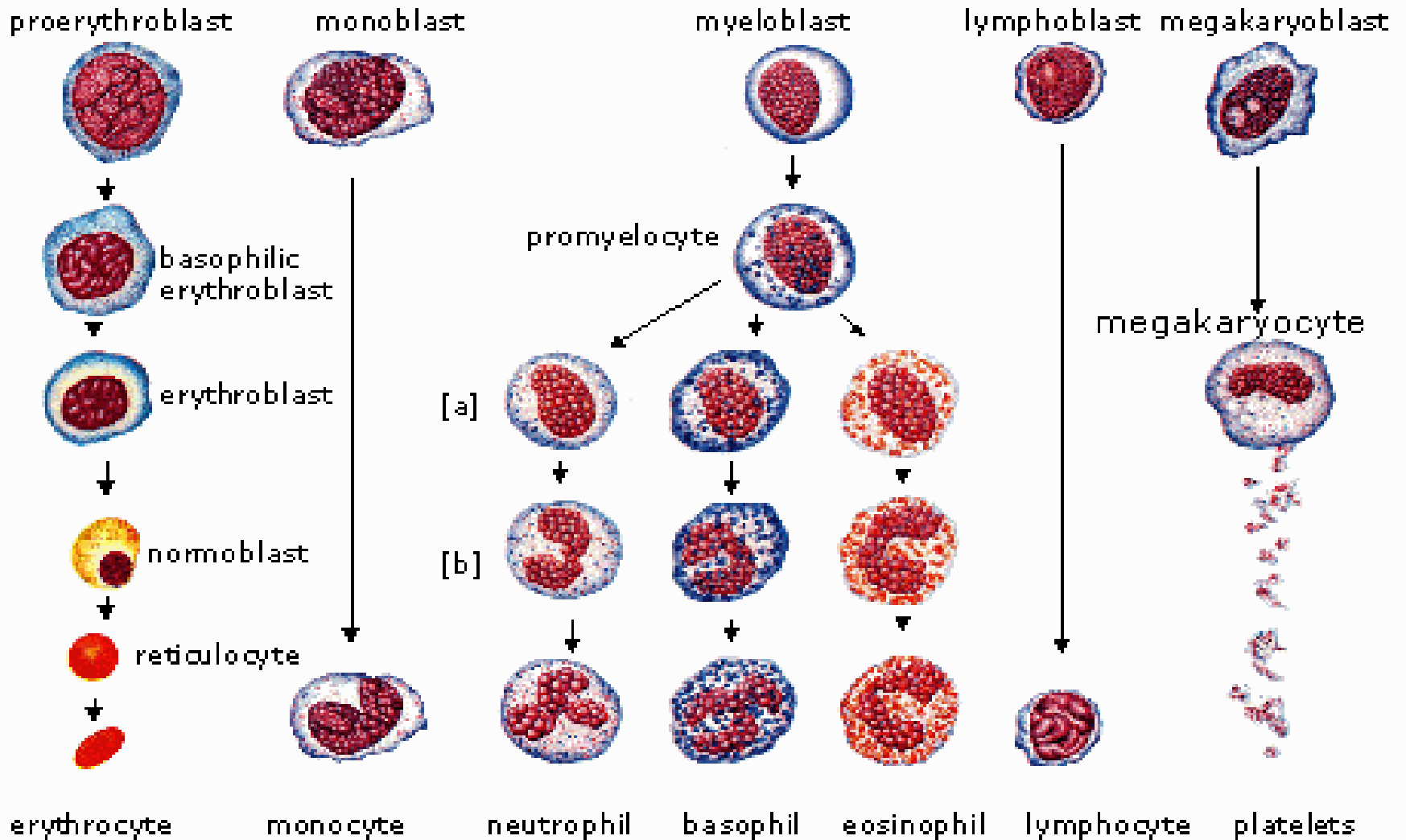
- MKB postupná diferenciace v unipotentní KBb pro jednotlivé linie – z nich další diferenciací → zralé elementy
- MKB dá vznik
 - lymfopoetické KB – pro B a T lymfo
 - myelopoetické KB – pro ostatní krevní elementy



Hematopoeza

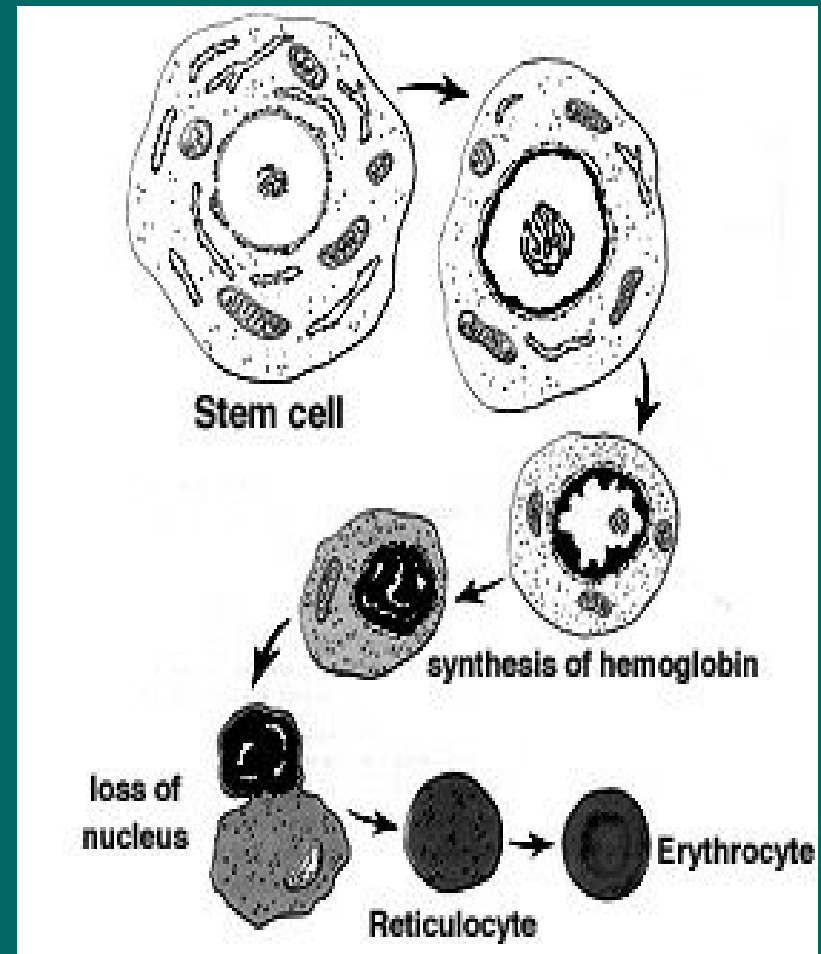


Uncommitted stem cell gives rise to committed cells



Erytropoeza

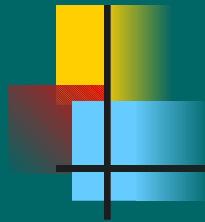
- v průběhu ⇒
 - ↓ buňky, jádra, jadérek, kondenzace chromatinu
 - extruze jádra
 - mizí buněčné organely
- po extruzi jádra ⇒ retikulocyt x ery zbytky organel; v krvi běžně 1% celkového počtu ery
 - ↑- retikulocytóza (po ztrátě krve, chron. krvácení, hemolýza)





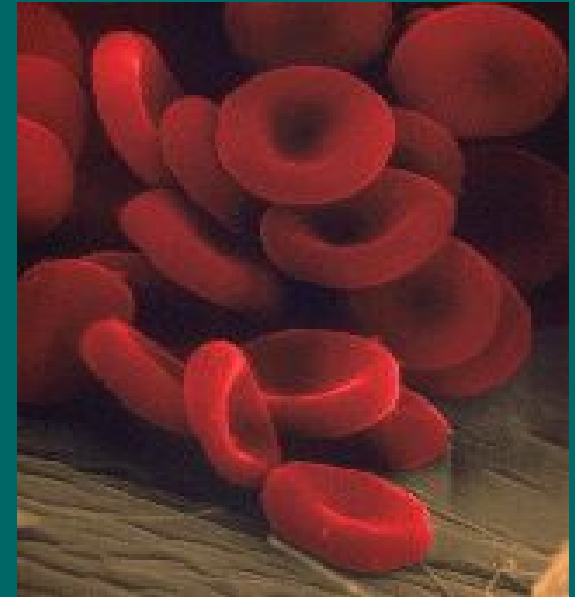
Erytropoeza

- úroveň regulována hladinou O₂ - hypoxie (↓ pO₂ v krvi → ledviny → **erythropoetin** -- stimulace erytropoezy ve dřeni)
- Fe – mikrocytární anemie
- vit. B12 – zásoby v játrech – nedostatek až za pár let
- kys.listová – ↓ alkoholici, těhotné, kojící



Erytrocyty

- bikonkávní disky, \varnothing 7,5 μm
tvar \uparrow povrch – plochu pro difuzi
- vlastně pouze membrána obklopující roztok Hb, 0 jádro ani organely, nemožnost reprodukce, přežití \varnothing 120 dní
- tvar a deformabilita ery \leftarrow membránový skelet – vláknitý protein spektrin \rightarrow síť pod lipidovou dvojvrstvou





Erytrocyty

- závislé na glukóze – v membráně obsahují přenašeče (nezávislé na inzulinu)
- z glc pak anaerobní glykolózou → ATP
- s věkem ery - zhoršení fce membrány (příčina ↑ ⇒ kyslíkových radikálů a ↓ antioxidační ochrana enzymy) → ↓ deformability až nemožnost průchodu mikrocirkulací → fagocytóza makrofágy sleziny, jater a dřeně → rozklad na globin/AK/ + hem → Fe /transferin/ + bilirubin /HC – žluč – střevo – stolice/



Erytrocyty

- počet ery průměrně:
 - ž $4,5 \cdot 10^{12}/l$ krve
 - m $5,0 \cdot 10^{12}/l$ krve
- hematokrit (htk) = krvinky/krev
 - 0,45 -- 45% (m vyšší)
 - Změny při anemii, popáleninách, zátěži, dehydrataci,...



Erytrocyty

Fce:

- transport dýchacích plynů mezi plicemi a tkáněmi
- obsahují **karboanhydrázu** – limitující enzym pro transport CO_2 – **mnohonásobně urychluje reakci** (10tis x rychlejší než v plasmě)



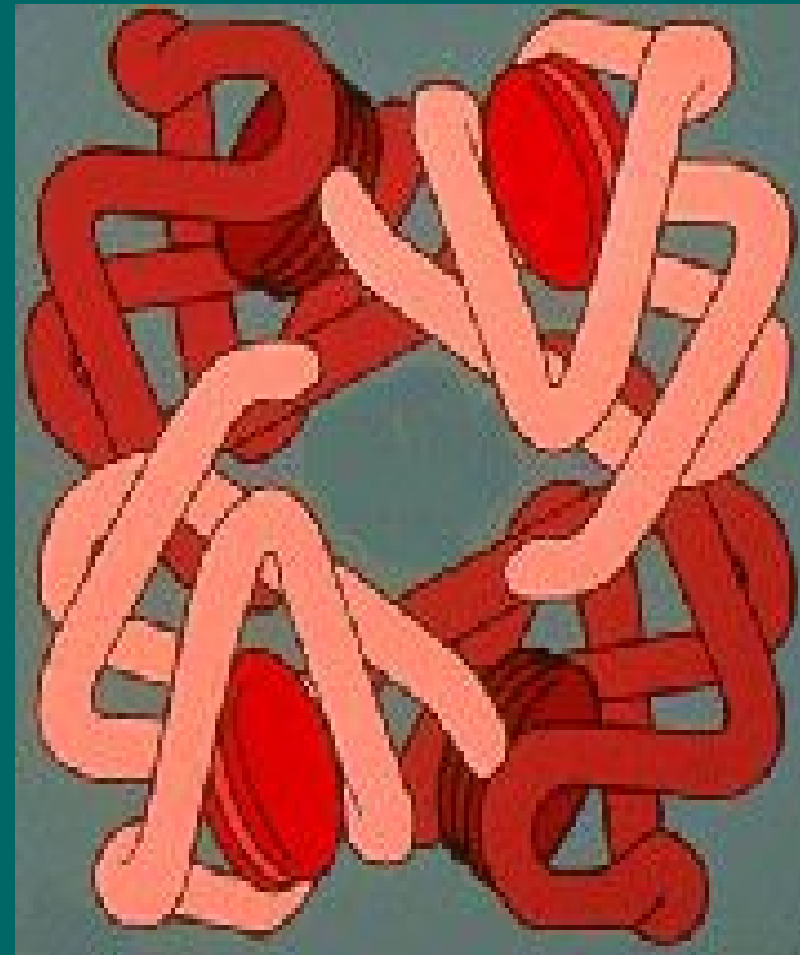


Transport CO₂ v krvi

- Ve formě **HCO₃⁻** je v plasmě transportováno 50% CO₂
- 27% **HCO₃⁻** v ery
- 11% **karbaminoHb** - na AK Hb
- 12% fyzikálně **rozpuštěný a nedisociovaná forma H₂CO₃**

Hemoglobin

- Složen z globinu (4 polypeptidové řetězce) a 4 skupin hemu s Fe^{2+}
- dospělý **HbA**, malé % HbA2
Glykovaný Hb - HbA_{1C} na 2 řetězcích glc
fce: dlouhodobá kompenzace DM;
HbF fetální ↑ afinita k O₂





Hemoglobin

FCE:

- 2) Červený pigment přenášejí O₂
- 3) účast na transportu CO₂ (pouze 11% CO₂ se takto transportuje)
! Hlavní je HCO₃⁻
- 4) nárazník

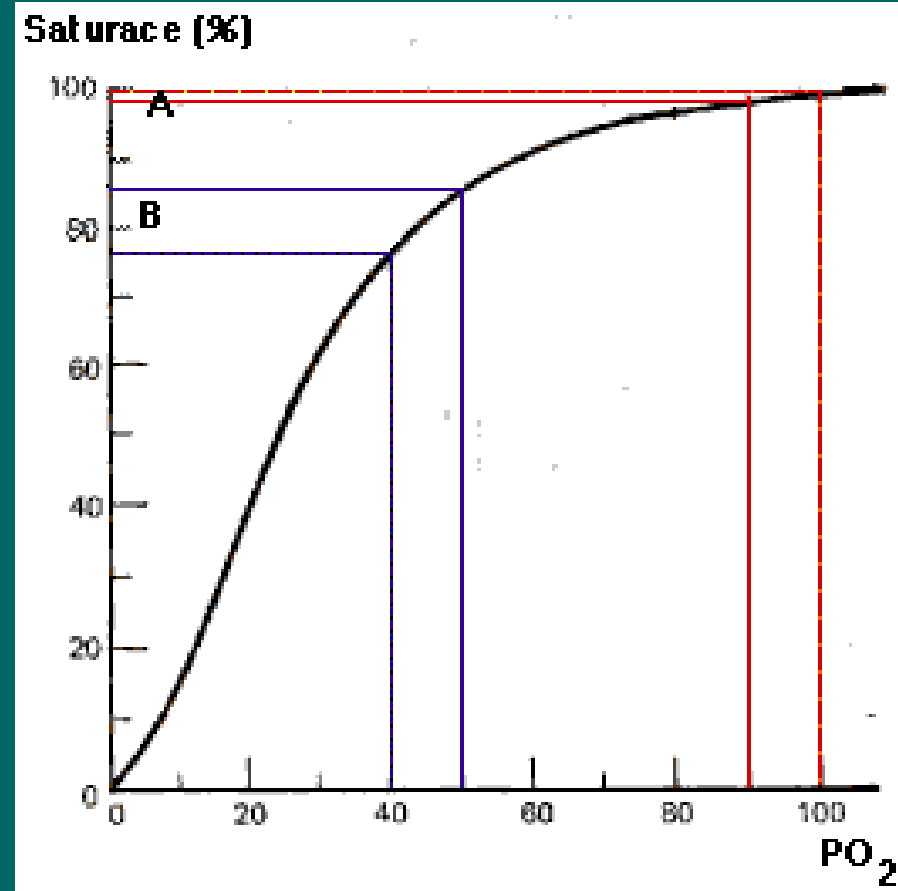
Hemoglobin

- Každý atom Fe^{2+} reverzibilně váže 1 O_2 ,
rce = oxygenace ! \rightarrow oxyHb
- konformační změna Hb po navázání 1 O_2
 \rightarrow snazší a rychlejší vazba dalších O_2
- Nízký parciální tlak kyslíku ($\downarrow p\text{O}_2$) \rightarrow \downarrow
afinity Hb k O_2 - tzn. O_2 se na periférii
snáz uvolní (s uvolněním 1 O_2 \rightarrow snazší a
rychlejší uvolnění zbylých O_2)

Vazebná (disociační) křivka Hb pro O₂

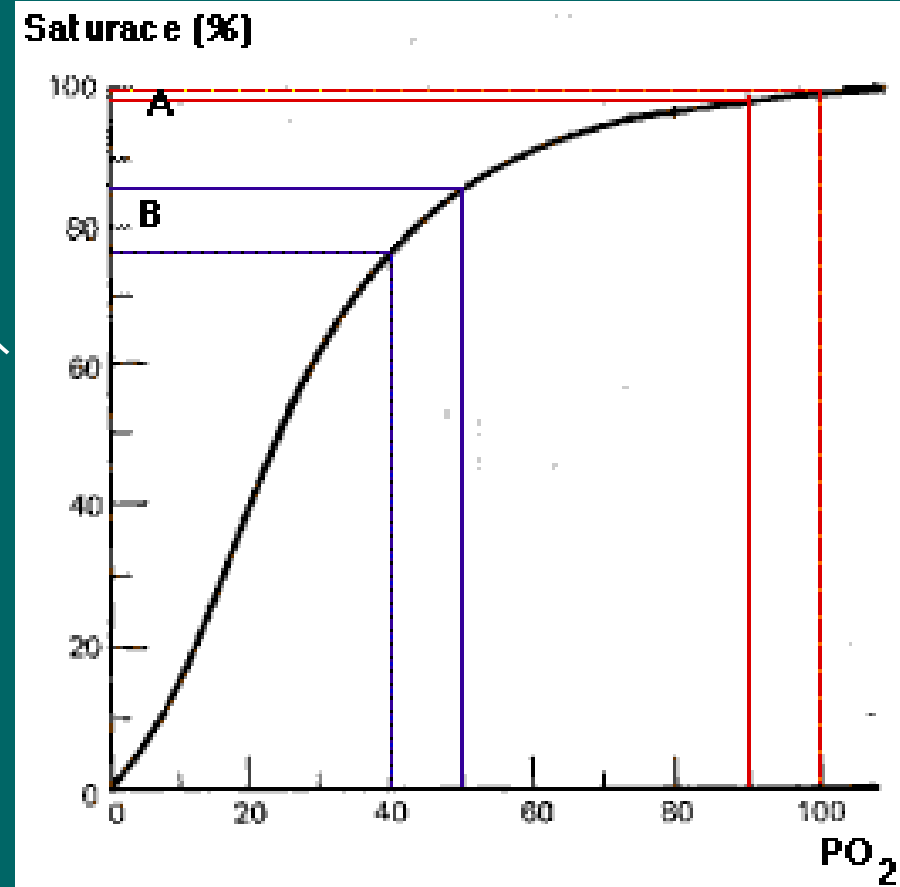
závěry:

- Sycení Hb kyslíkem se zvyšuje úměrně s rostoucím pO₂
- Tvar S – fáze strmá a plató
Navázání první molekuly O₂ usnadní navázání dalších
- **strmá fáze** - pouze malá změna pO₂ zajistí uvolnění velkého množství O₂
- **plato fáze** – klesne-li pO₂ např. ze 100 na 60 torr →
↓ se saturace Hb kyslíkem pouze o 10 % -
ochranná funkce



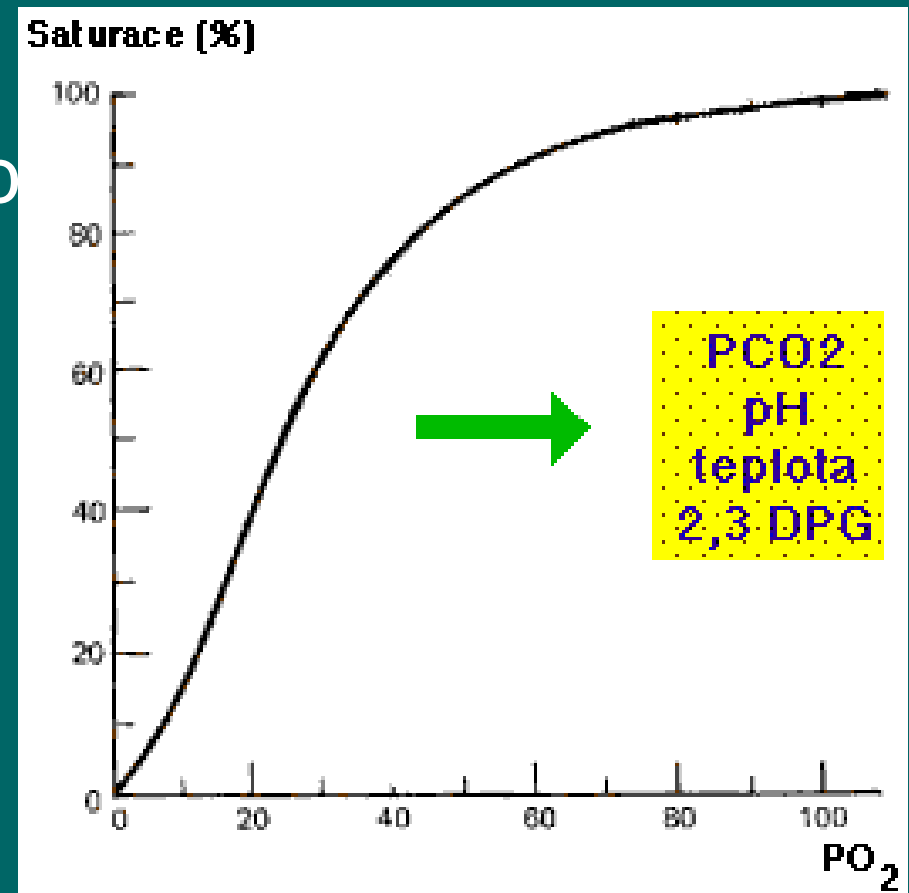
Vazebná (disociační) křivka Hb pro O₂

- Saturace Hb kyslíkem v %
 - Plicní kapiláry 97,5%
 - Arterie 97%
 - Venózní krev 75%, při ↑ spotřebě O₂ se i tento může uvolnit



Faktory ovlivňující afinitu Hb k O₂

- ↓ pH, ↑ pCO₂, ↑ T →
posun doprava
 - usnadňuje uvolnění O₂ do tkání
- ↓ Afinity Hb k O₂ při poklesu pH = **Bohrův efekt**
(H⁺ se víc váží na Hb, tím se ↓ jeho afinita k O₂)





Hemoglobin - deriváty

- deoxygenovaný (redukovaný Hb) – bez O₂ – jeho vazbou s CO₂ → karbaminoHb
- Vazbou Hb s CO → karboxyHb
- Působením oxidačních činidel – nitráty → metHb