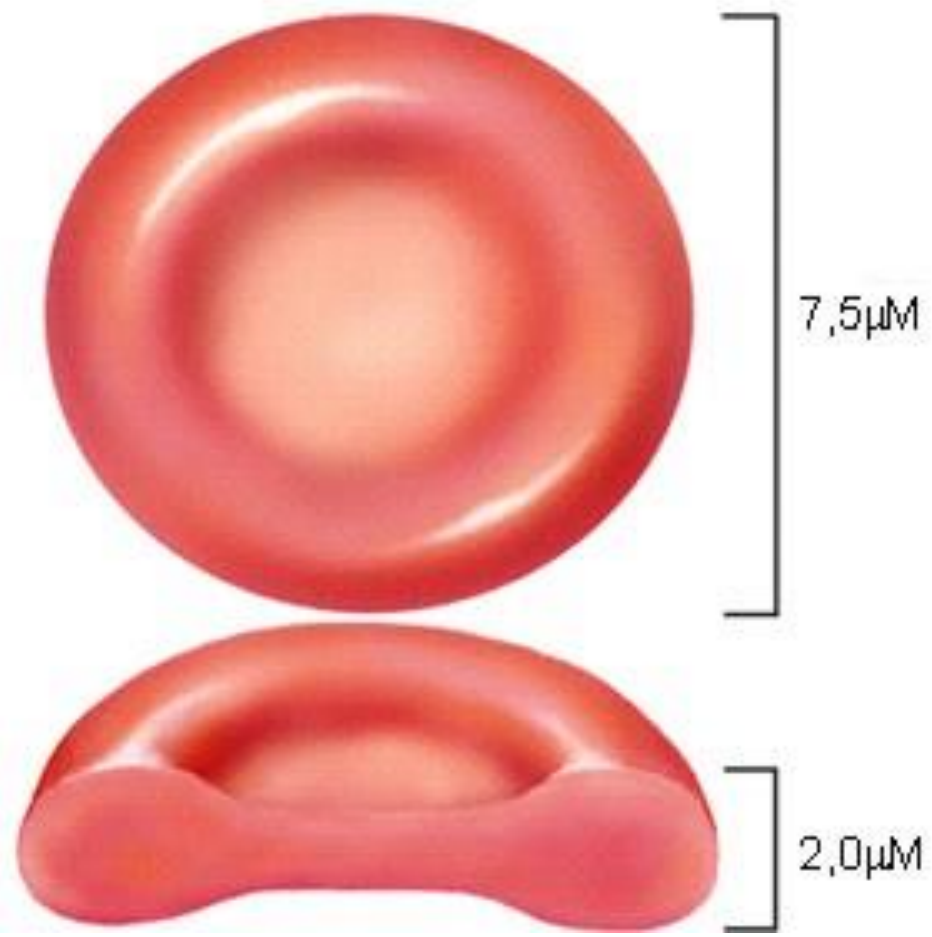
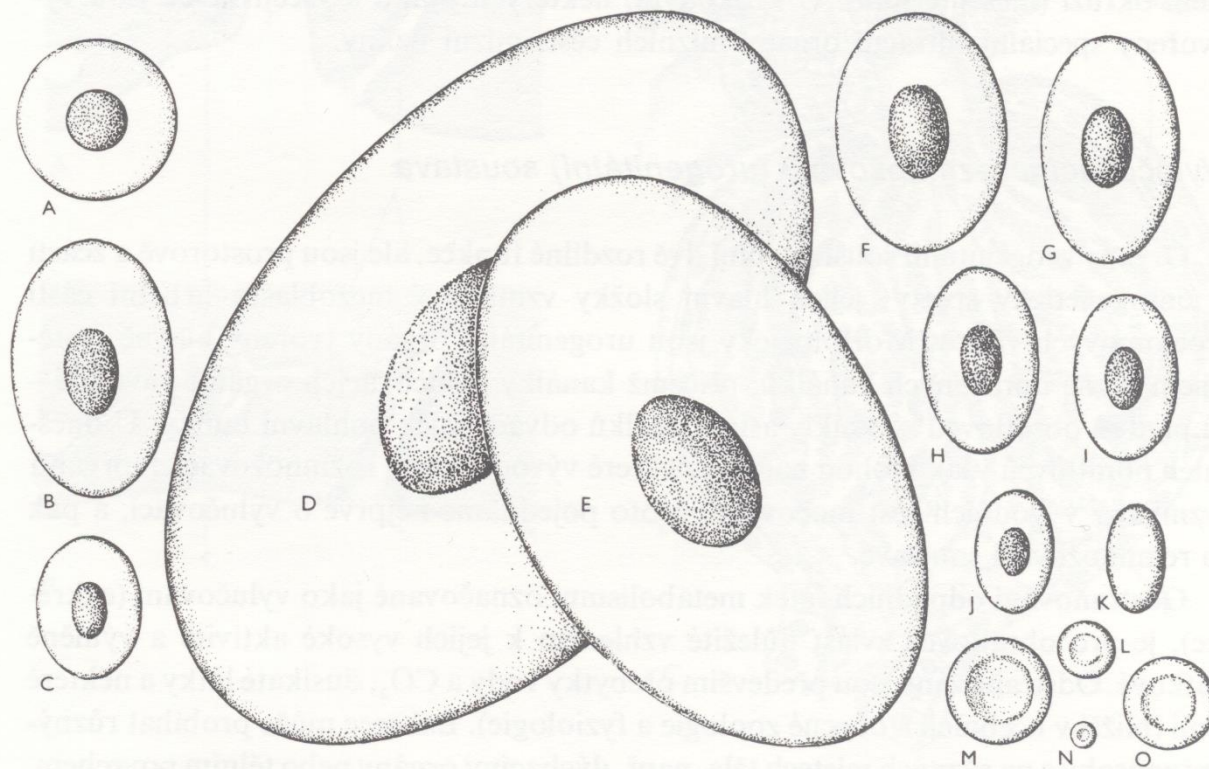


# Červené krvinky

(erytrocyty)

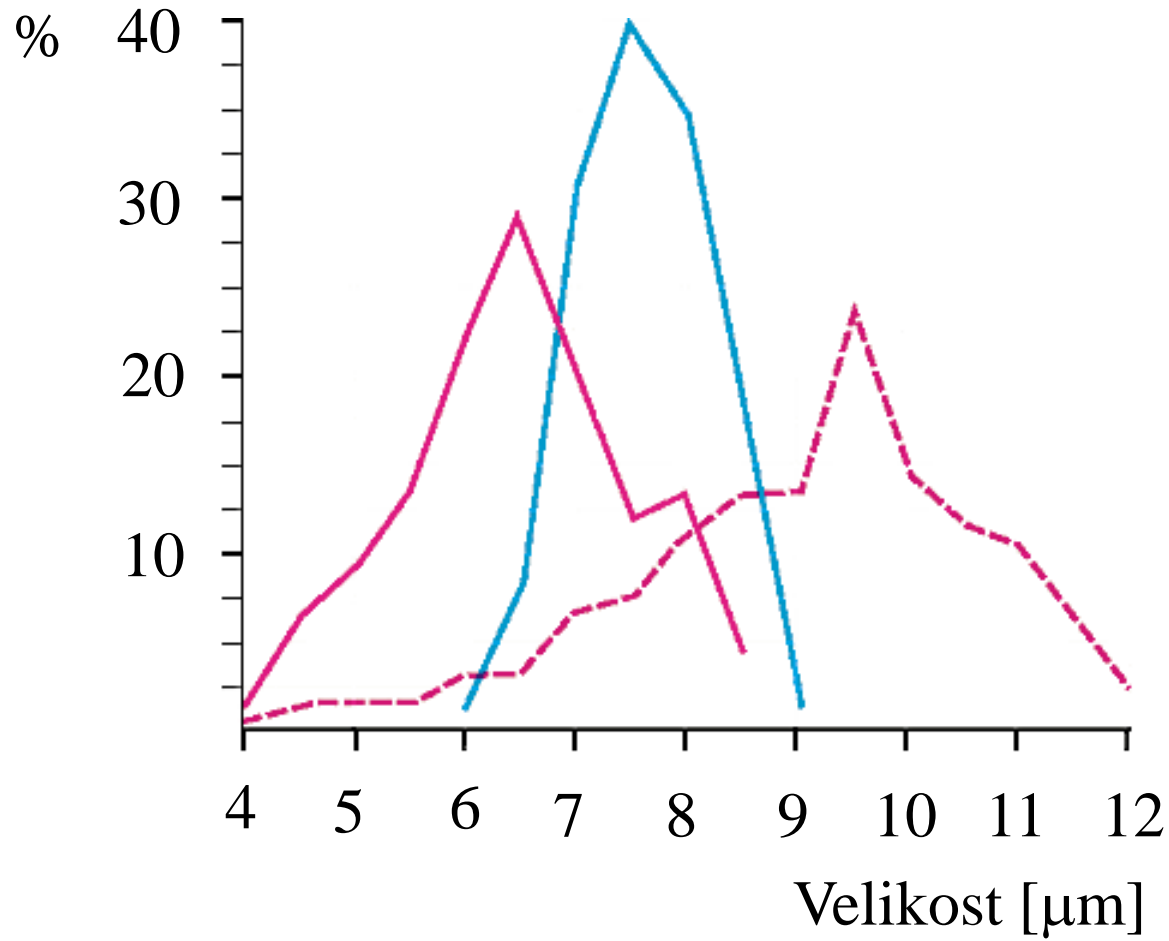






**Obr. 41.** Červéné krvinky (erythrocyty) různých obratlovců v jednotném měřítku: A – minule (rod *Petromyzon*), B – rejnok (rod *Raja*), C – kostnatá ryba (rod *Solea*), D a E – ocaseři obojživelníci (D – *Amphiuma*, E – *Proteus*), F – bezocasý obojživelník (rod *Rana*), G a H – plazi (G – *Testudo*, H – *Lacerta*), I a J – ptáci (I – *Struthio*, J – *Gallus*), K až O – savci (K – *Lama*, L – *Capra*, M – *Elephas*, N – *Tragul*, O – *Homo*). Podle Giersberga a Rietschela.

## Anizocytóza (Price-Jonesova křivka)



$4,3 - 5,3 \times 10^{12} / l$  (muži)

$3,8 - 4,8 \times 10^{12} / l$  (ženy)

celkové množství:  $25 \times 10^{12}$  (~ 5 l krve)

60% voda

40% sušina

95% hemoglobin

ostatní proteiny

lipidy

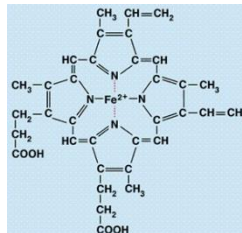
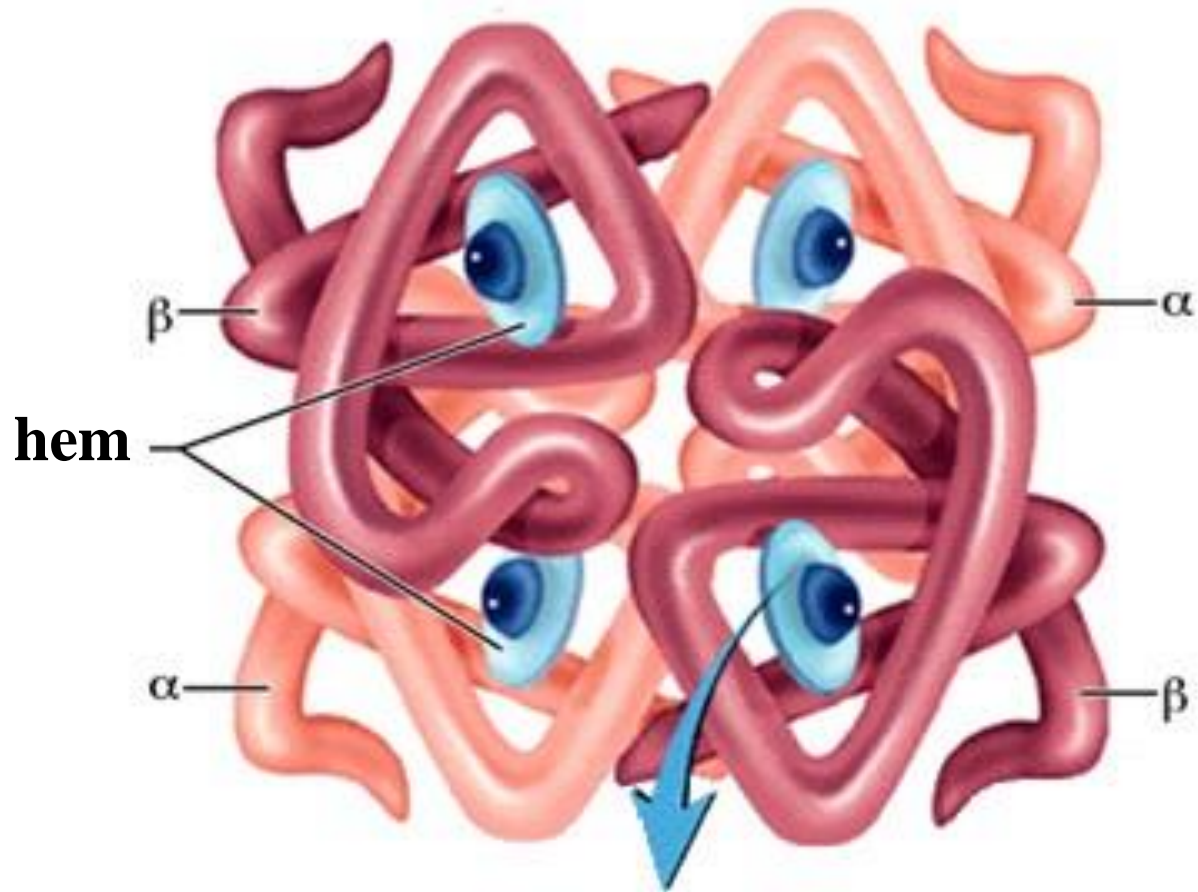
sacharidy

elektrolyty

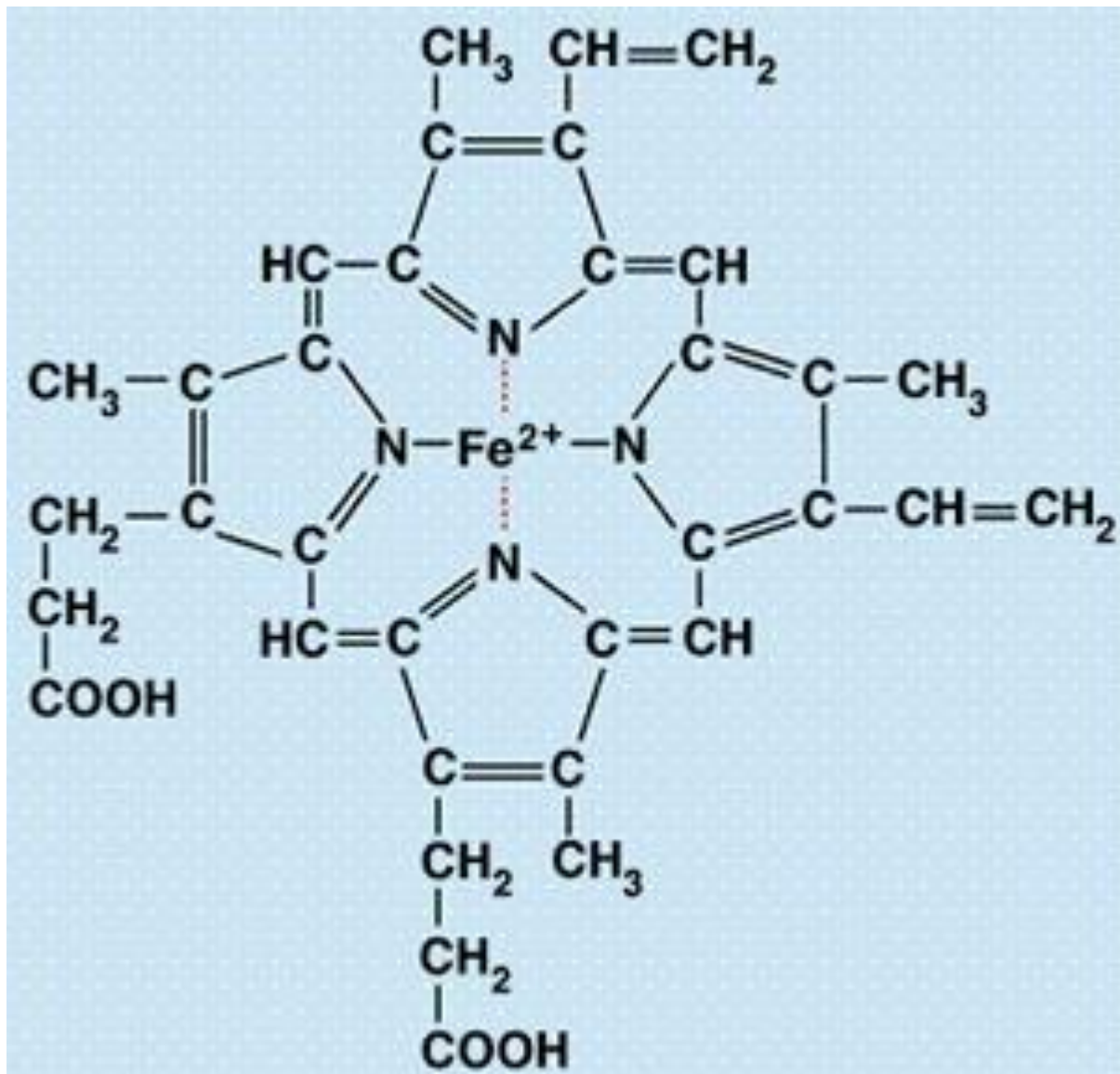
individuální identita – povrchové molekuly na membráně  
(cukry a bílkoviny)

metabolismus erytrocytů:

- anaerobní glykolýza (Embden-Meyerhofův cyklus)
- boční sled reakcí – 2,3-difosfoglycerát (2,3-DPG)
- vysoký obsah glutathionu
- methemoglobin reductasy (udržují  $\text{Fe}^{2+}$ )
- karboanhydrasa







## Embryonální hemoglobiny:

Portland	$\zeta_2\gamma_2$
Gower 1	$\zeta_2\varepsilon_2$
Gower 2	$\alpha_2\varepsilon_2$

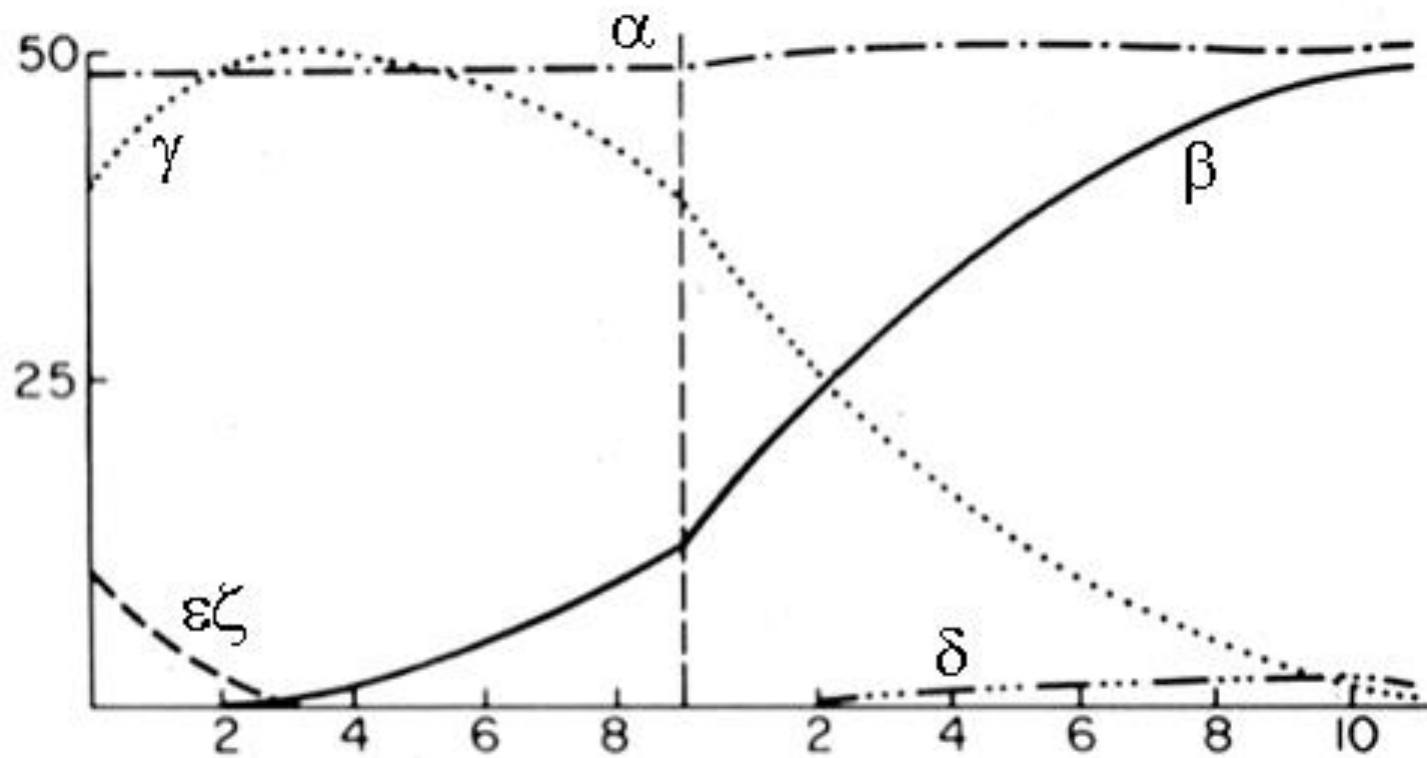
## Fetální hemoglobin:

HbF	$\alpha_2\gamma_2$
-----	--------------------

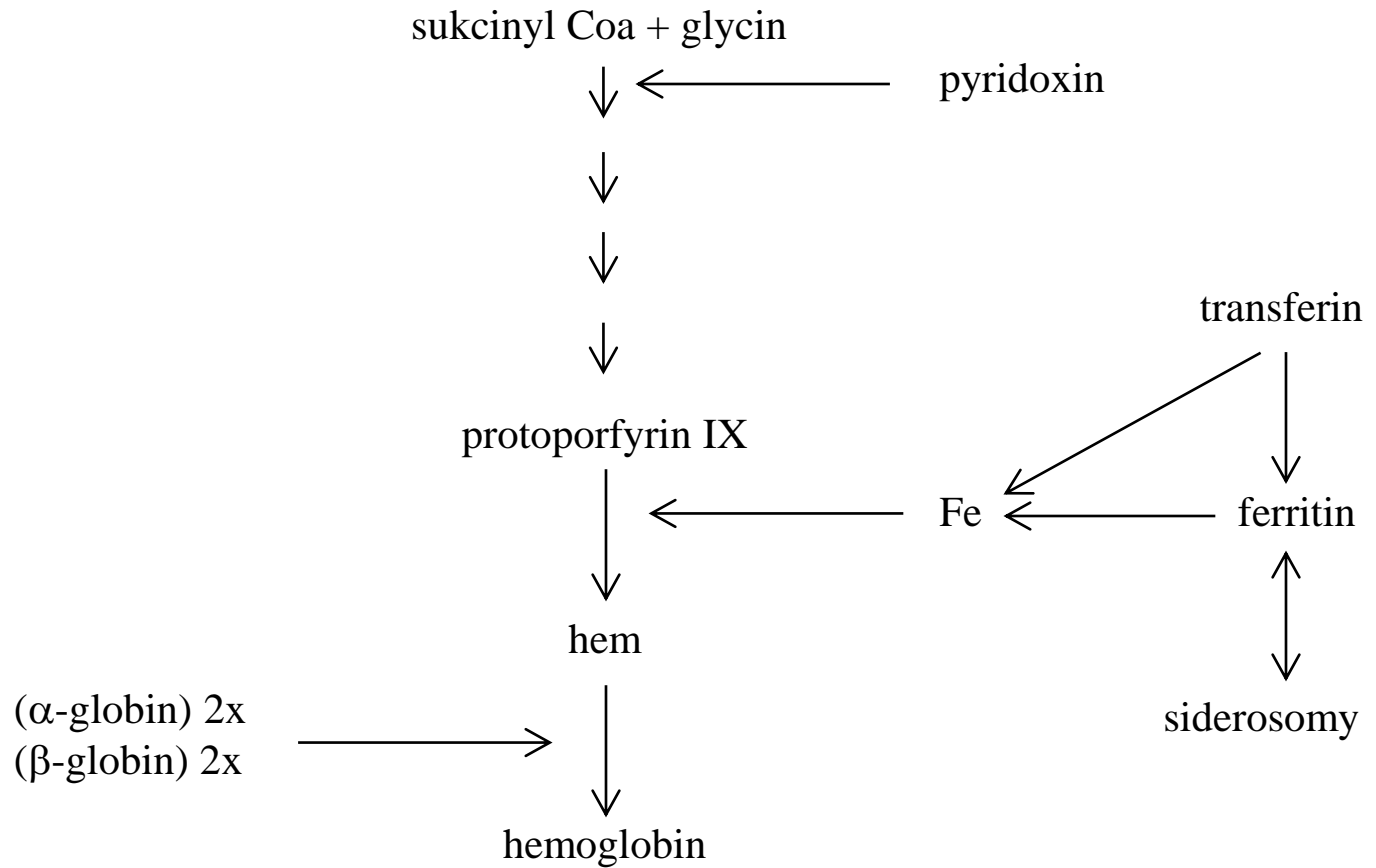
## Hemoglobiny dospělého typu:

HbA	$\alpha_2\beta_2$
HbA <sub>2</sub>	$\alpha_2\delta_2$

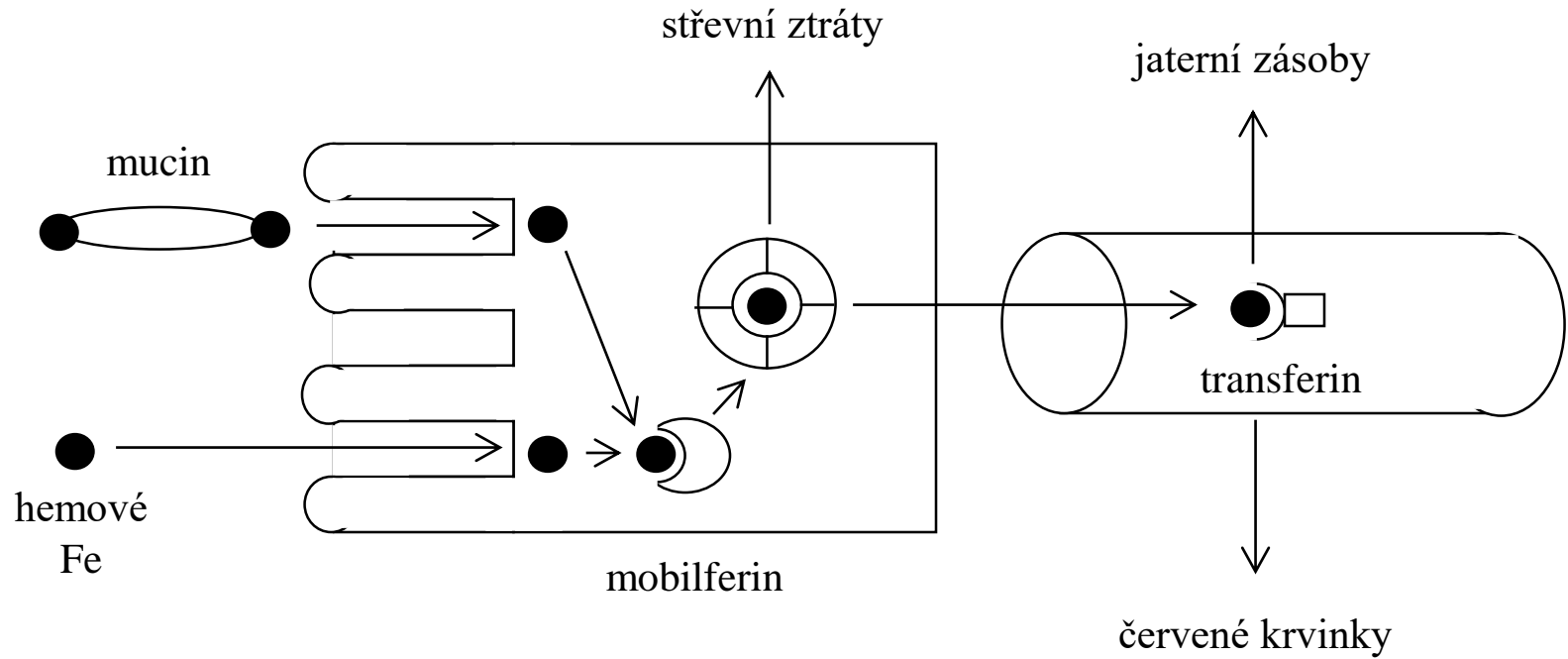
% celkového Hb



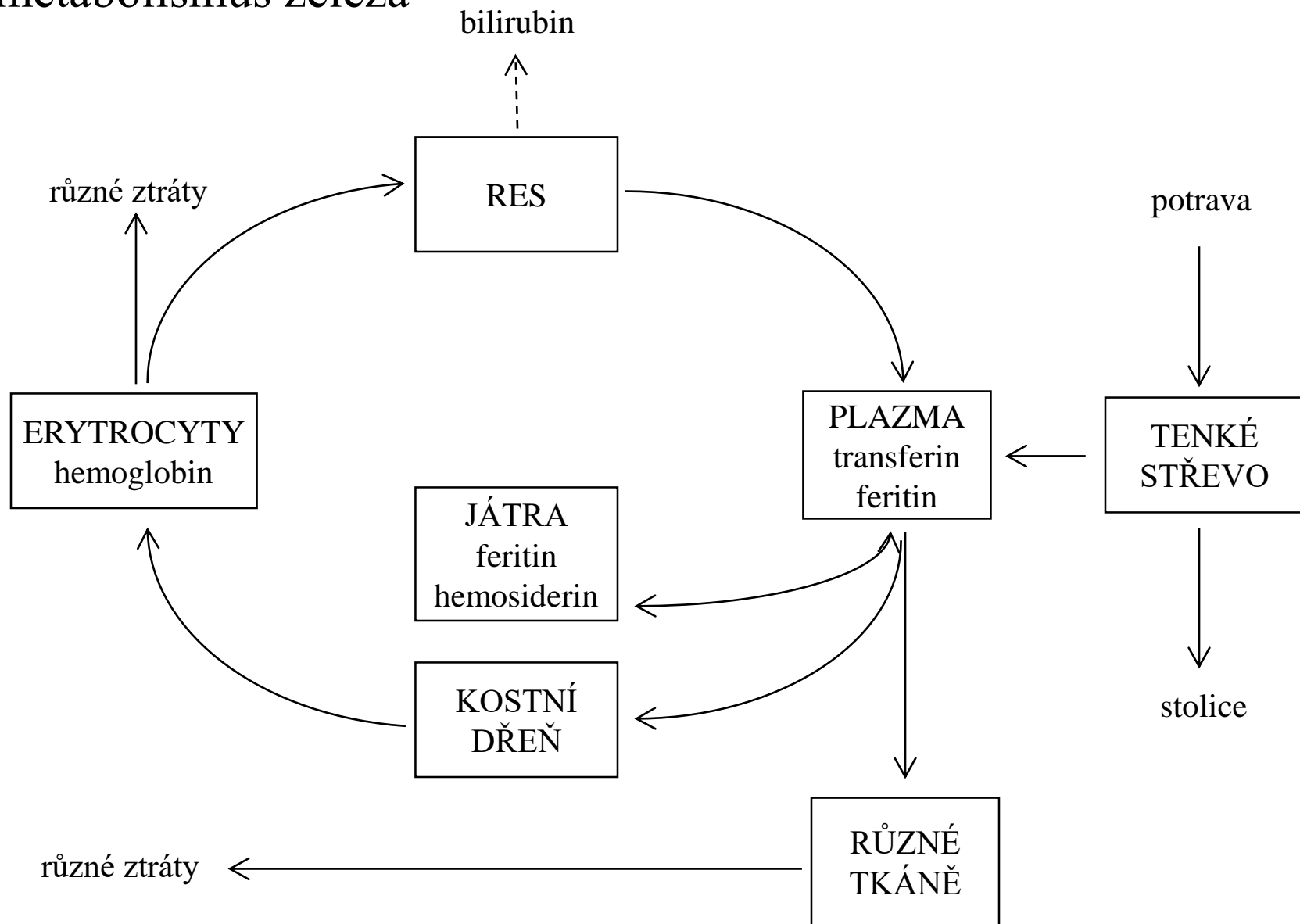
# syntéza hemoglobinu



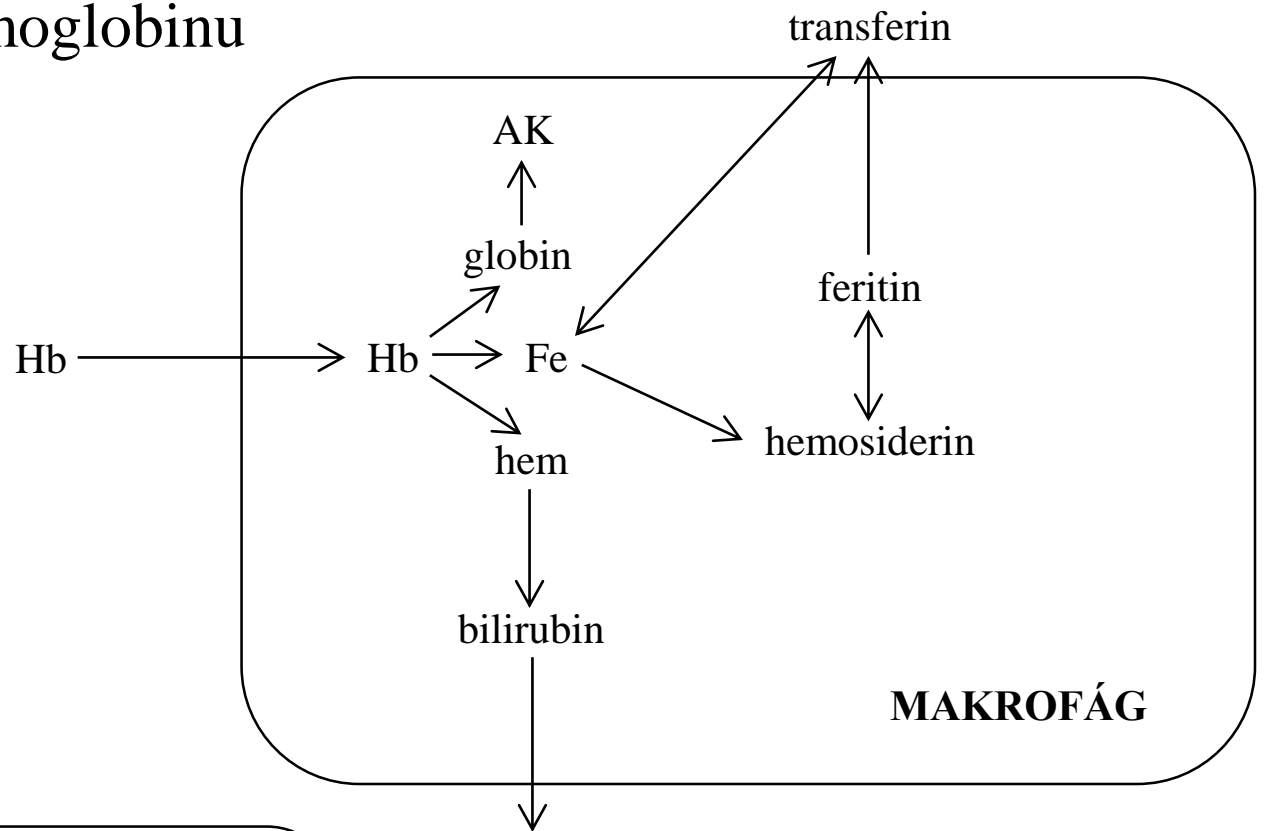
# absorbce železa



# metabolismus železa

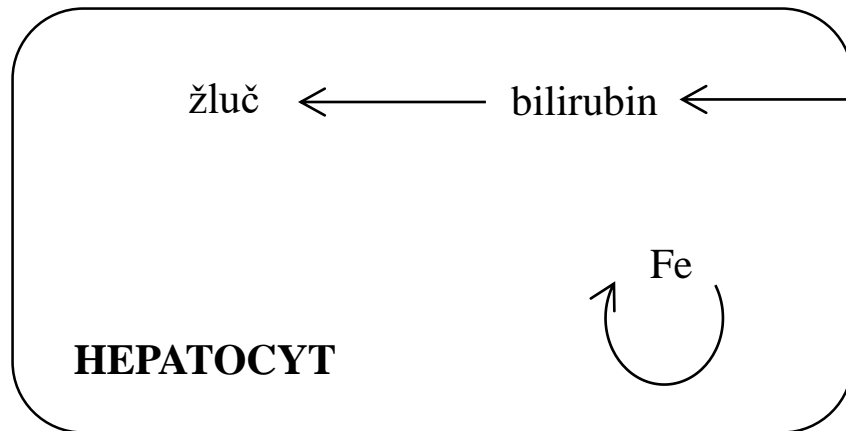


# metabolismus hemoglobinu

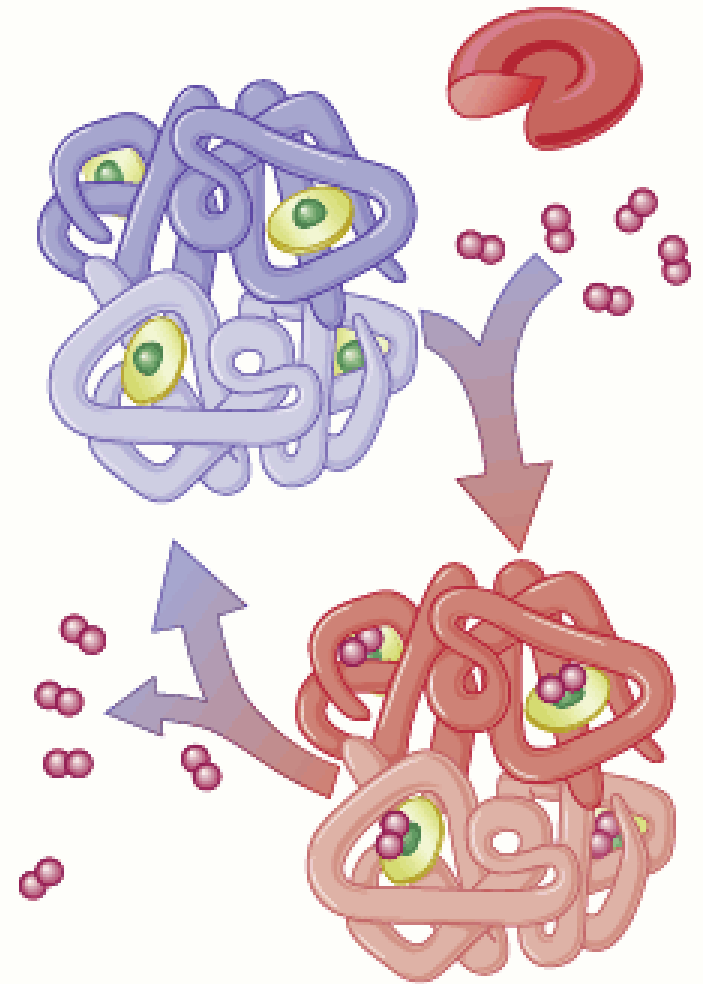
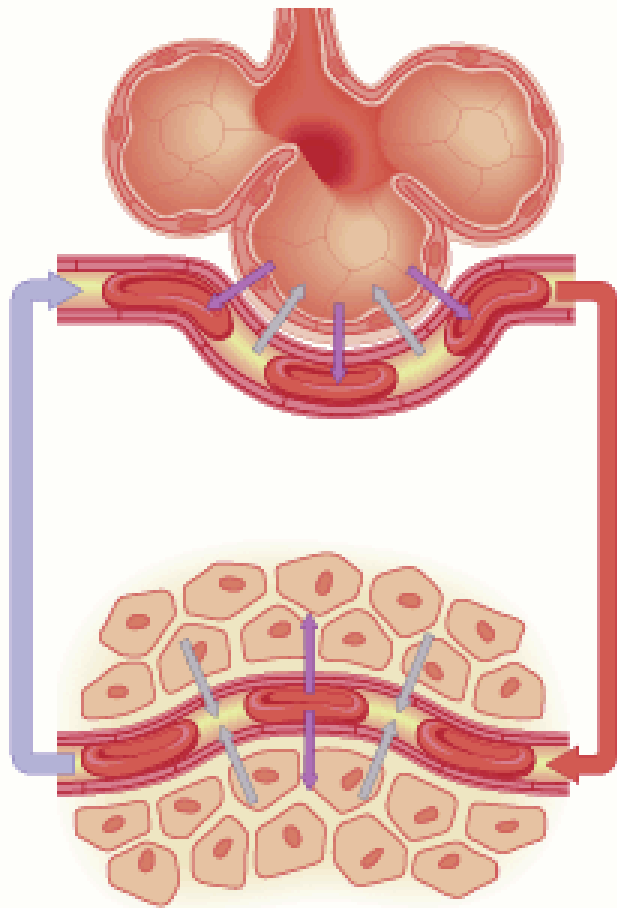


**KREV**

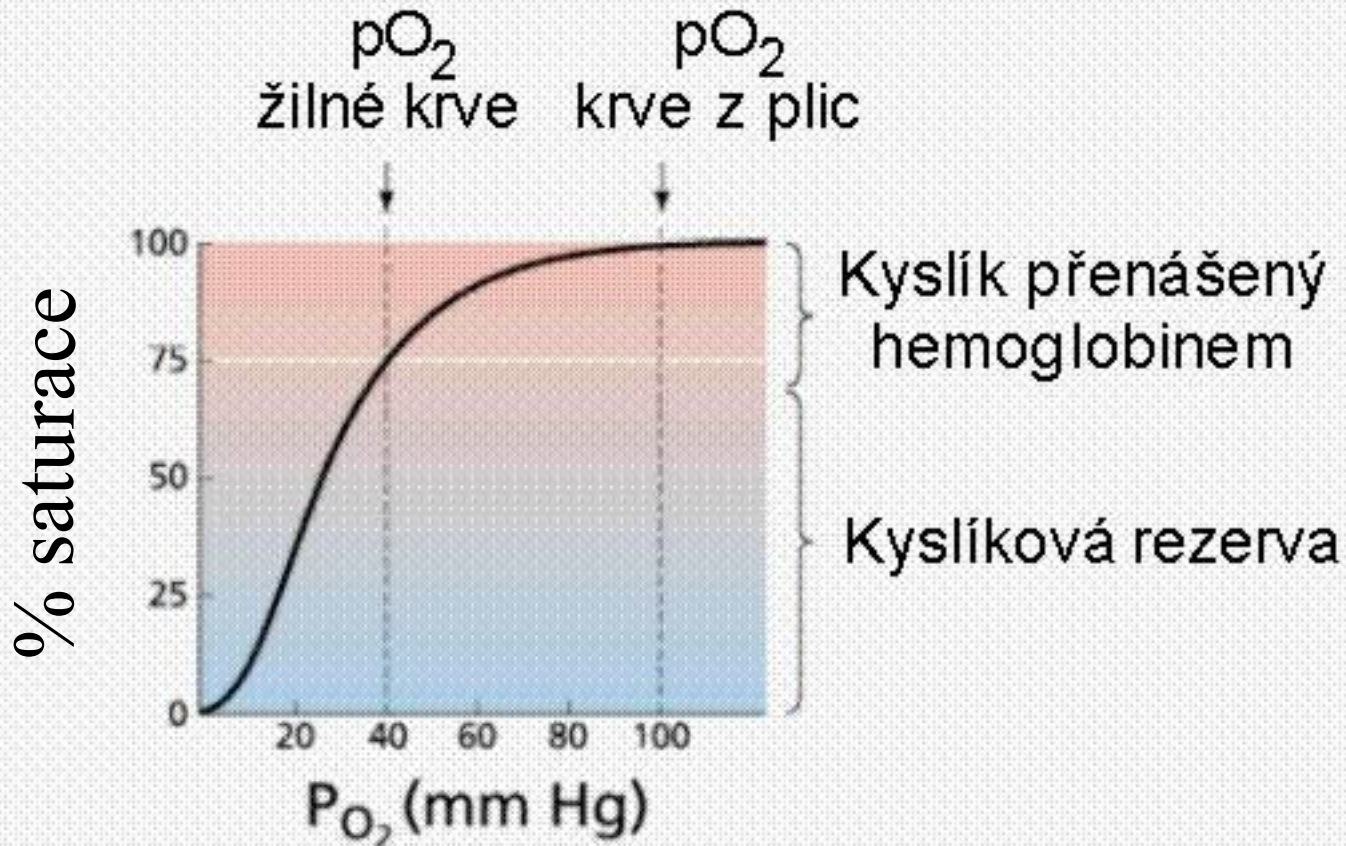
**MAKROFÁG**

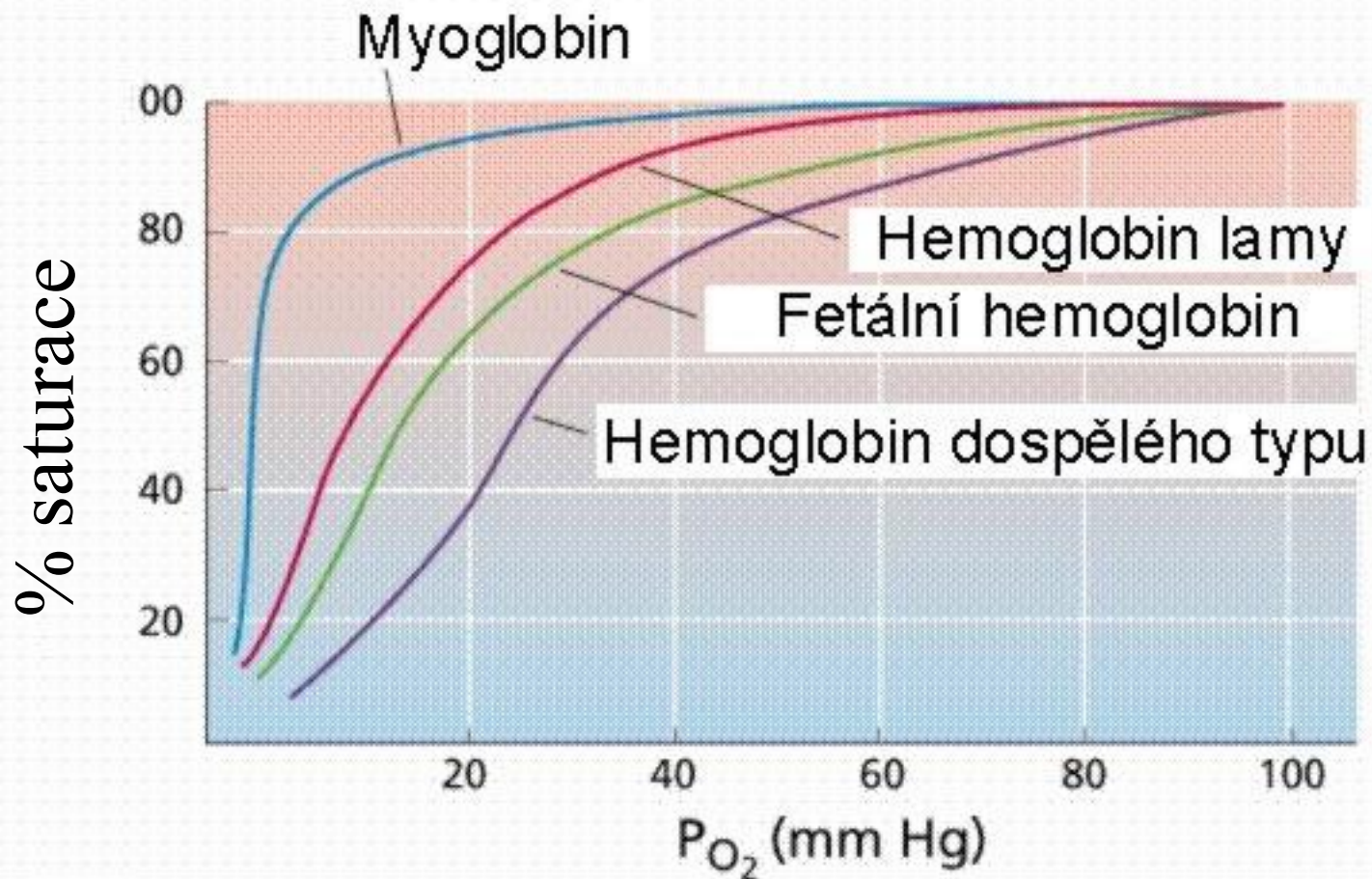


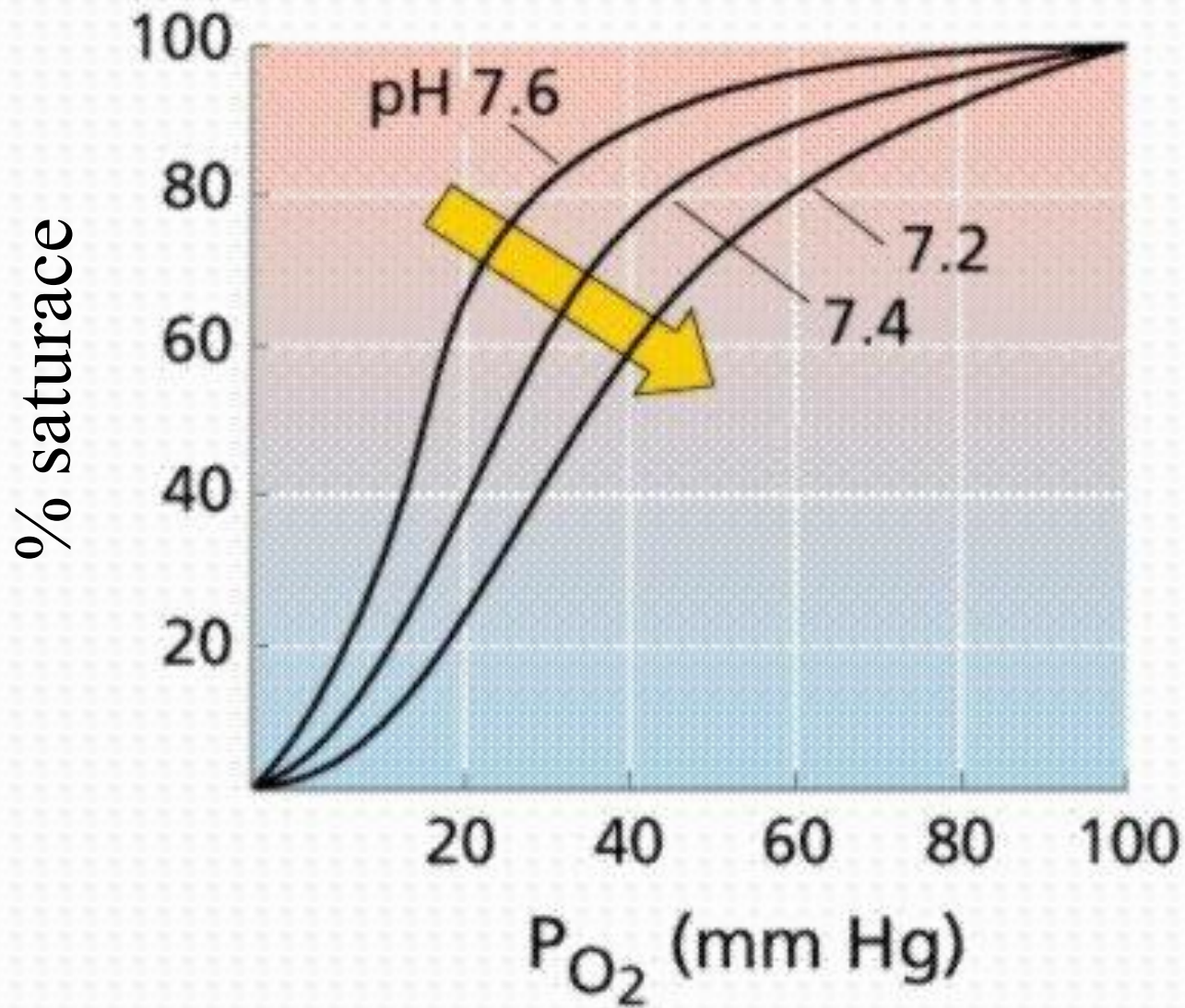
**HEPATOCYT**











## Bohrův efekt

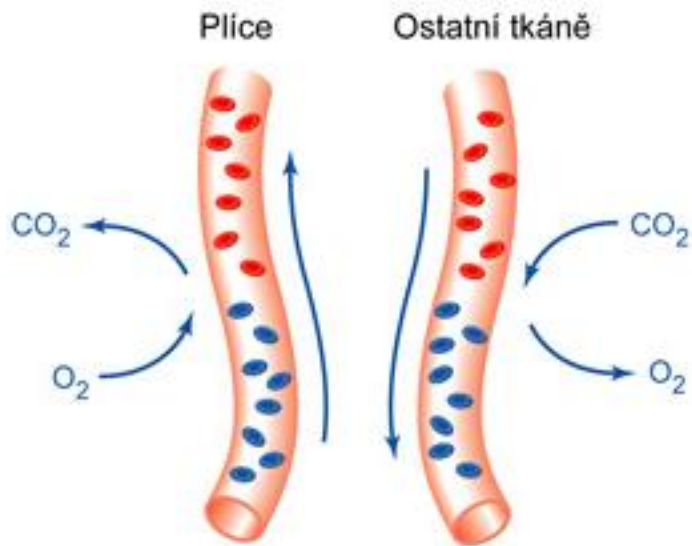
- dánský fyziolog Christian Bohr (1904)
- v přítomnosti  $\text{CO}_2$  se snižuje afinita  $\text{O}_2$  k respiračním barvivům (hemoglobin)
- zvýšená hladina  $\text{CO}_2$  (snížené pH) → snížená afinita vazby  $\text{O}_2$  k hemoglobinu
- usnadněný přenos  $\text{O}_2$  hemoglobinem
  - vazba  $\text{O}_2$  na hemoglobin v plicích
  - uvolnění  $\text{O}_2$  z hemoglobinu ve tkáních

## Bohrův efekt

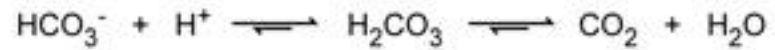
- oxyhemoglobin ( $\text{HbO}_2$ ) je silnější kyselinou než deoxyhemoglobin (Hb)
- ve tkáních (nižší pH v důsledku uvolňování  $\text{CO}_2$  a metabolických kyselin - zejména laktátu),  $\text{HbO}_2$  snadno uvolňuje kyslík
- v plicích, kde  $\text{CO}_2$  z krve odchází, Hb naopak kyslík snadno váže
- uvolňování a vazba  $\text{H}^+$  hemoglobinem také usnadňuje odstraňování  $\text{CO}_2$  v plicní ventilaci a napomáhá udržet pH krve ve velmi úzkém intervalu



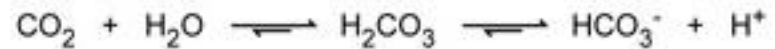
# Bohrův efekt



Plice



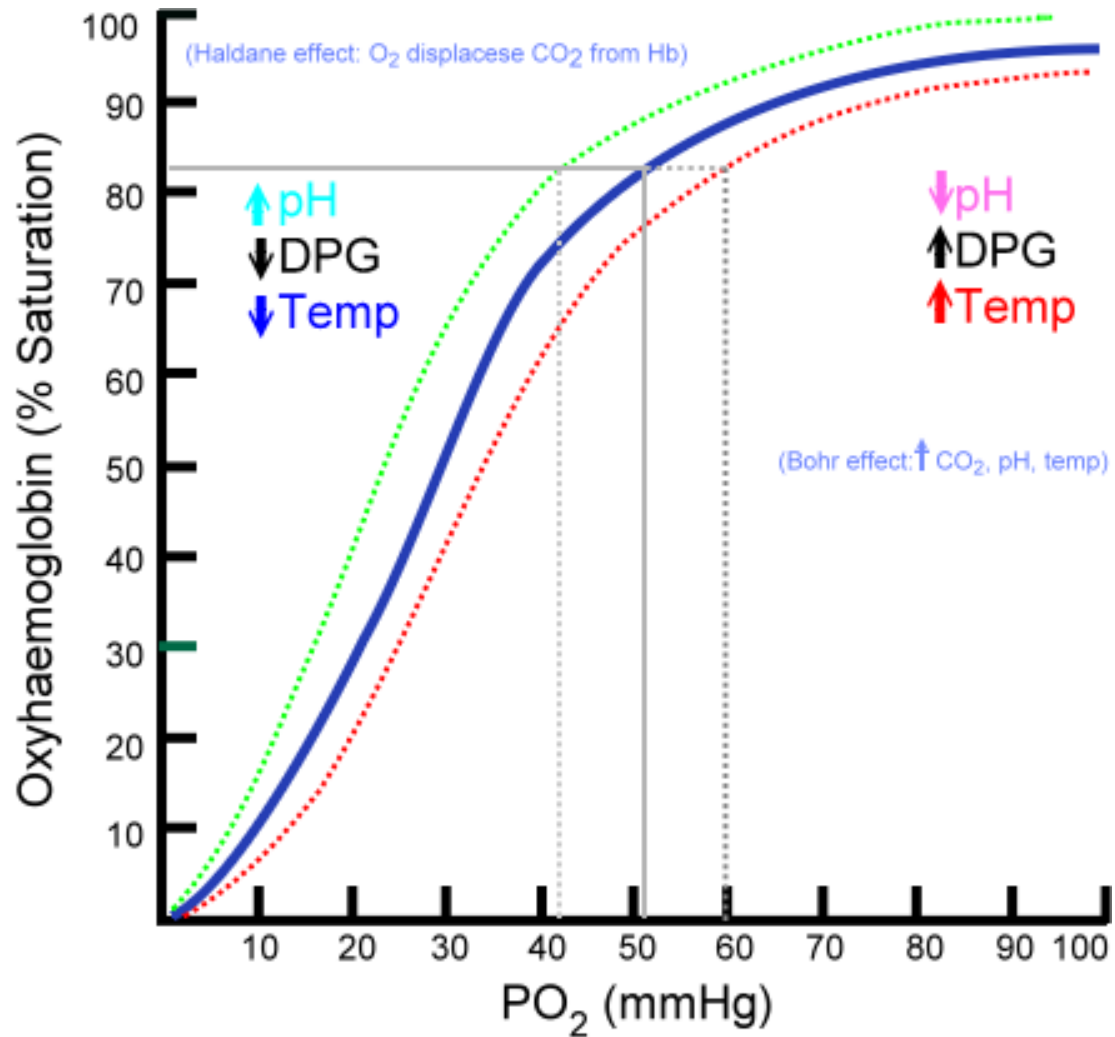
Ostatní tkáň



## Haldanův efekt

- britský lékař John Scott Haldane
- čím nižší je okysličení krve, tím vyšší je její schopnost přenášet oxid uhličitý
- redukovaný Hb (deoxyhemoglobin) snadněji váže protony
- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
- posun reakce doprava

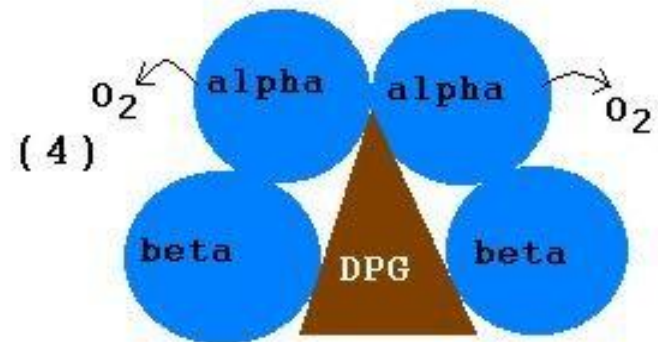
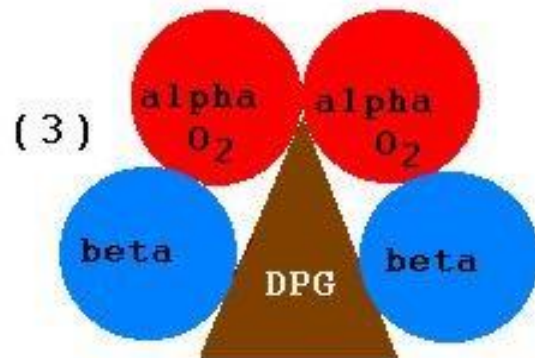
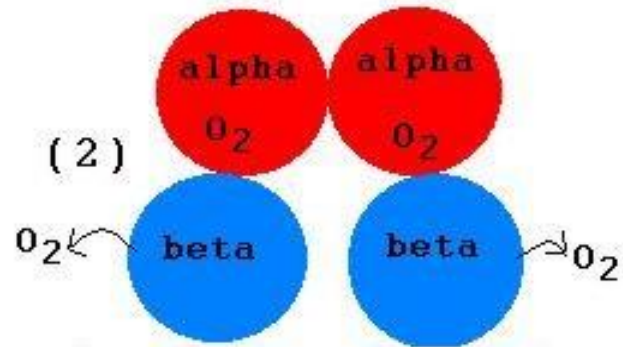
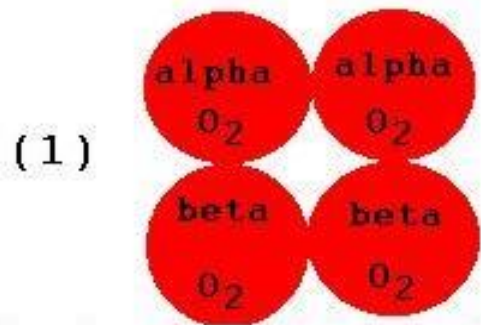
# Bohrův a Haldanův efekt

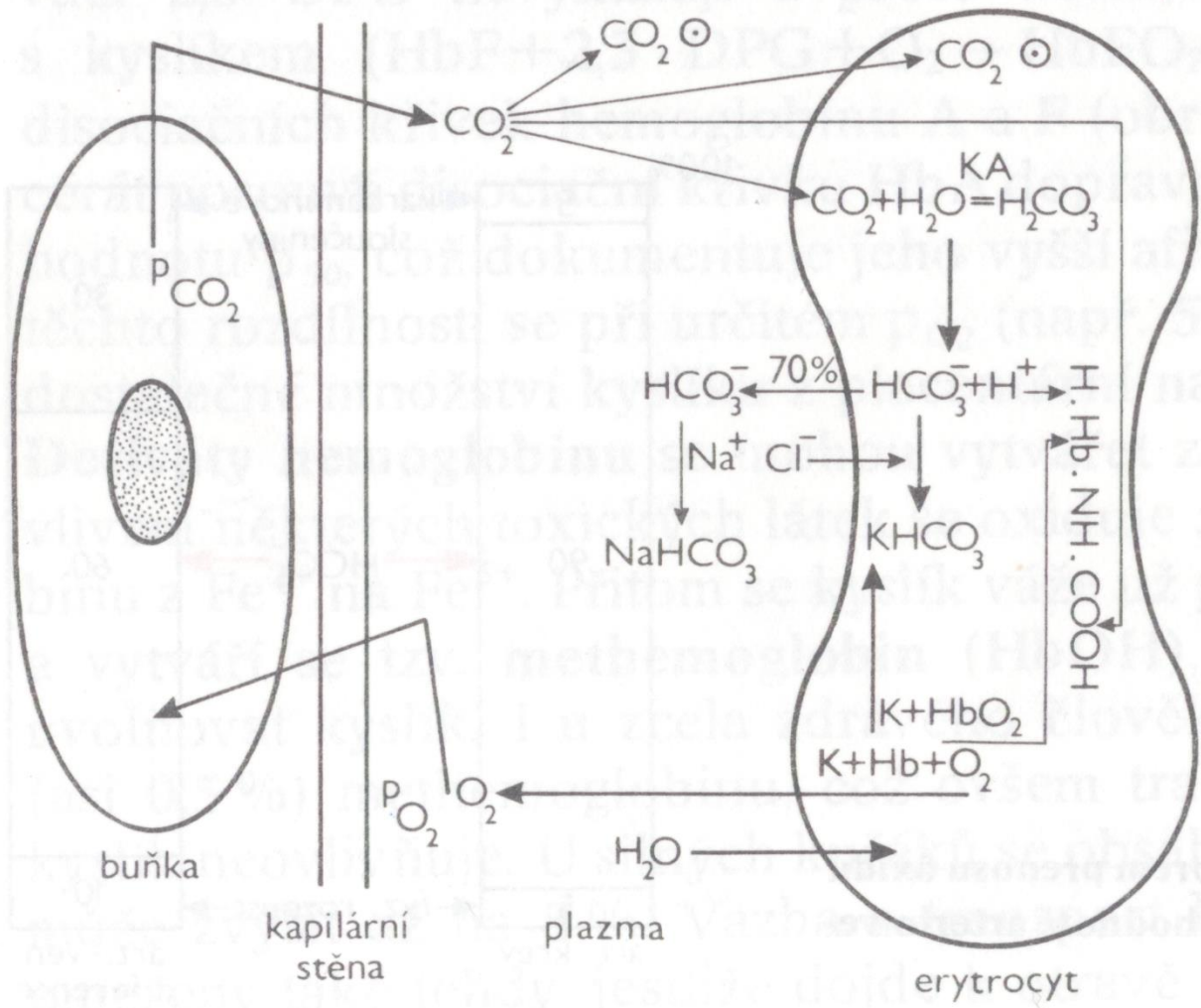




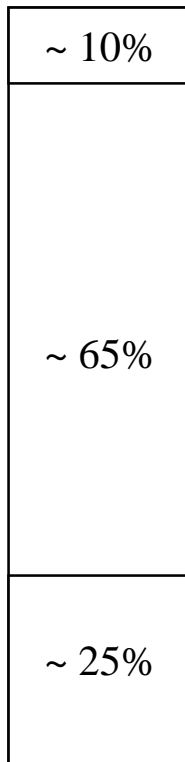
## 2,3-DPG

- přibližně 5 mmol/L v červených krvinkách
- vyšší afinita k deoxyhemoglobinu (ve tkáních) než k oxyhemoglobinu (v plicích)
- vazba k částečně deoxygenovanému Hb – snažší uvolnění zbývajícího kyslíku
- nižší afinita k HbF





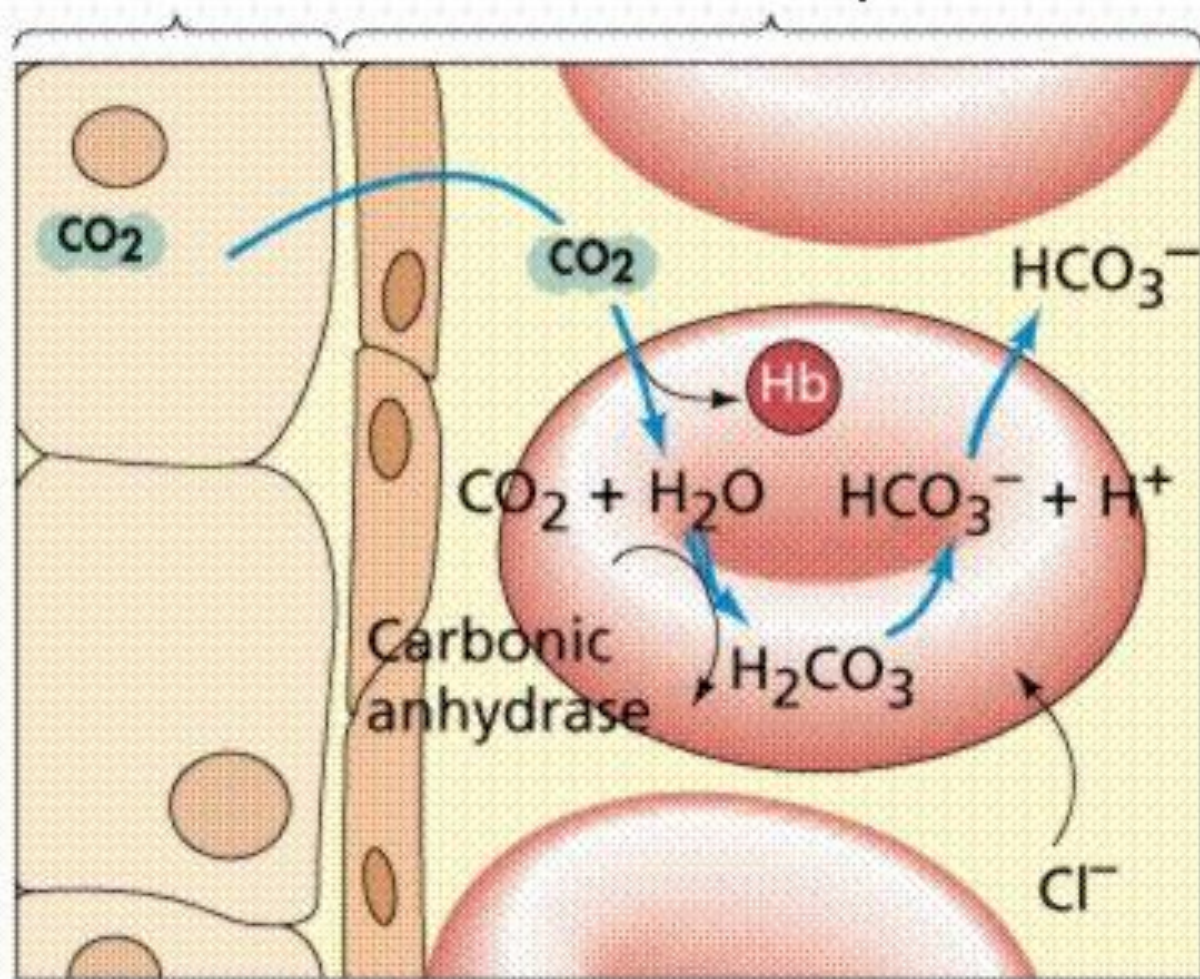
# přenos CO<sub>2</sub>



- rozpuštěný  
(plazma, erytrocyty)
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- karbaminové sloučeniny  
(karbaminohemoglobin)

Tkáň

Krevní kapilára





Krevní kapilára

Plíce

