

DÝCHACÍ SYSTÉM

ANATOMIE DÝCHACÍCH CEST

Dutina nosní

Vedlejší dutiny nosní

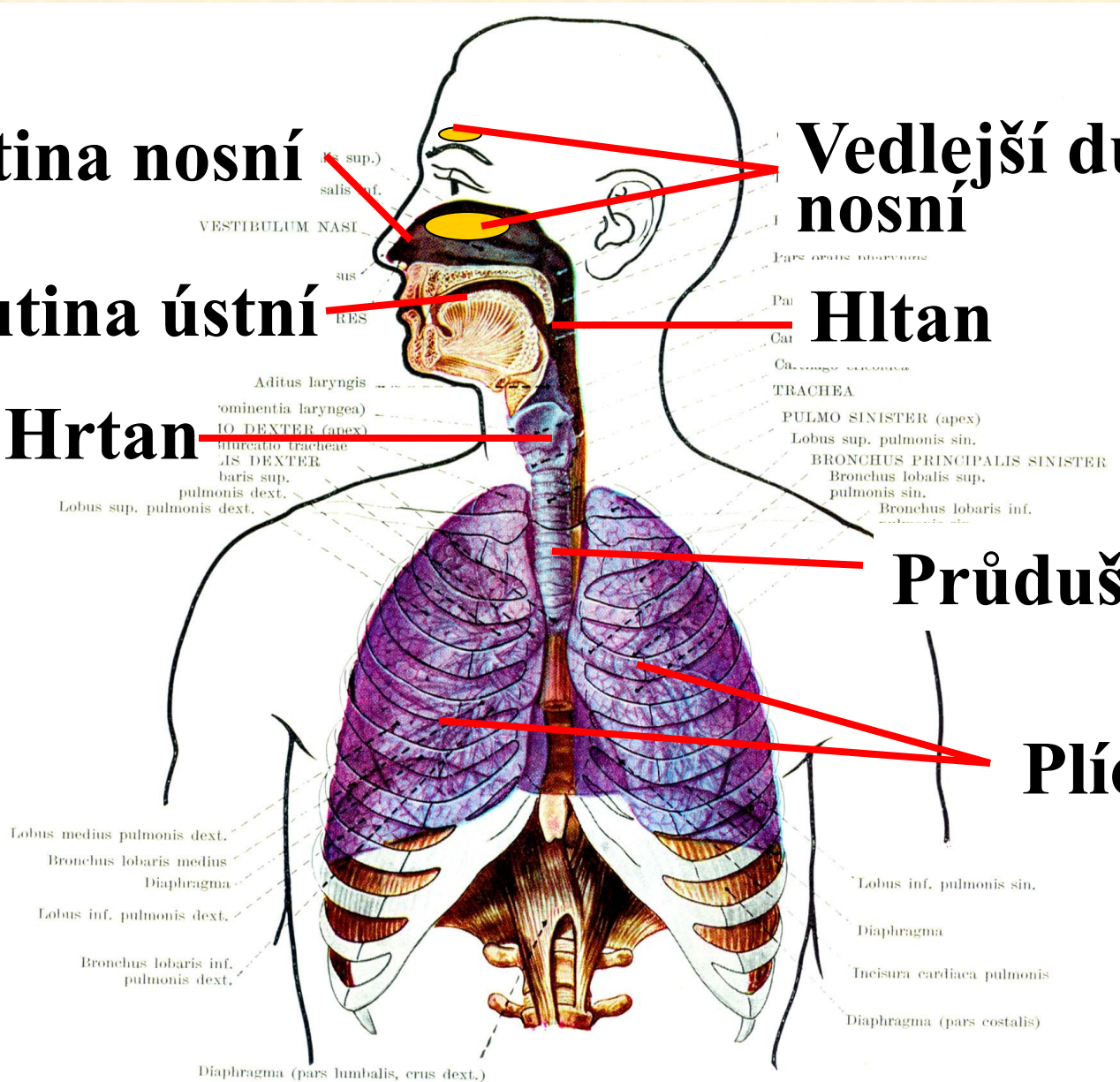
Dutina ústní

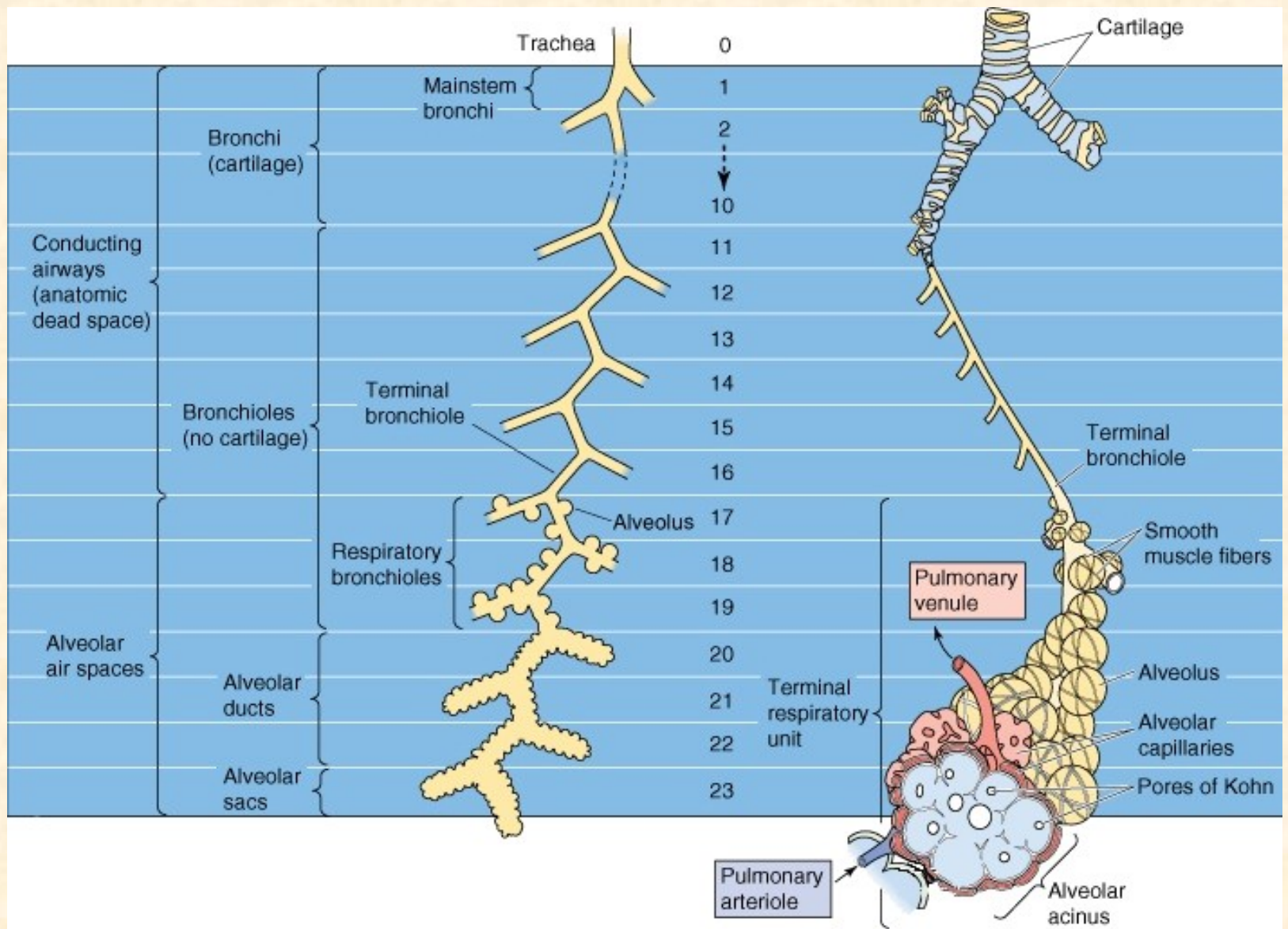
Hltan

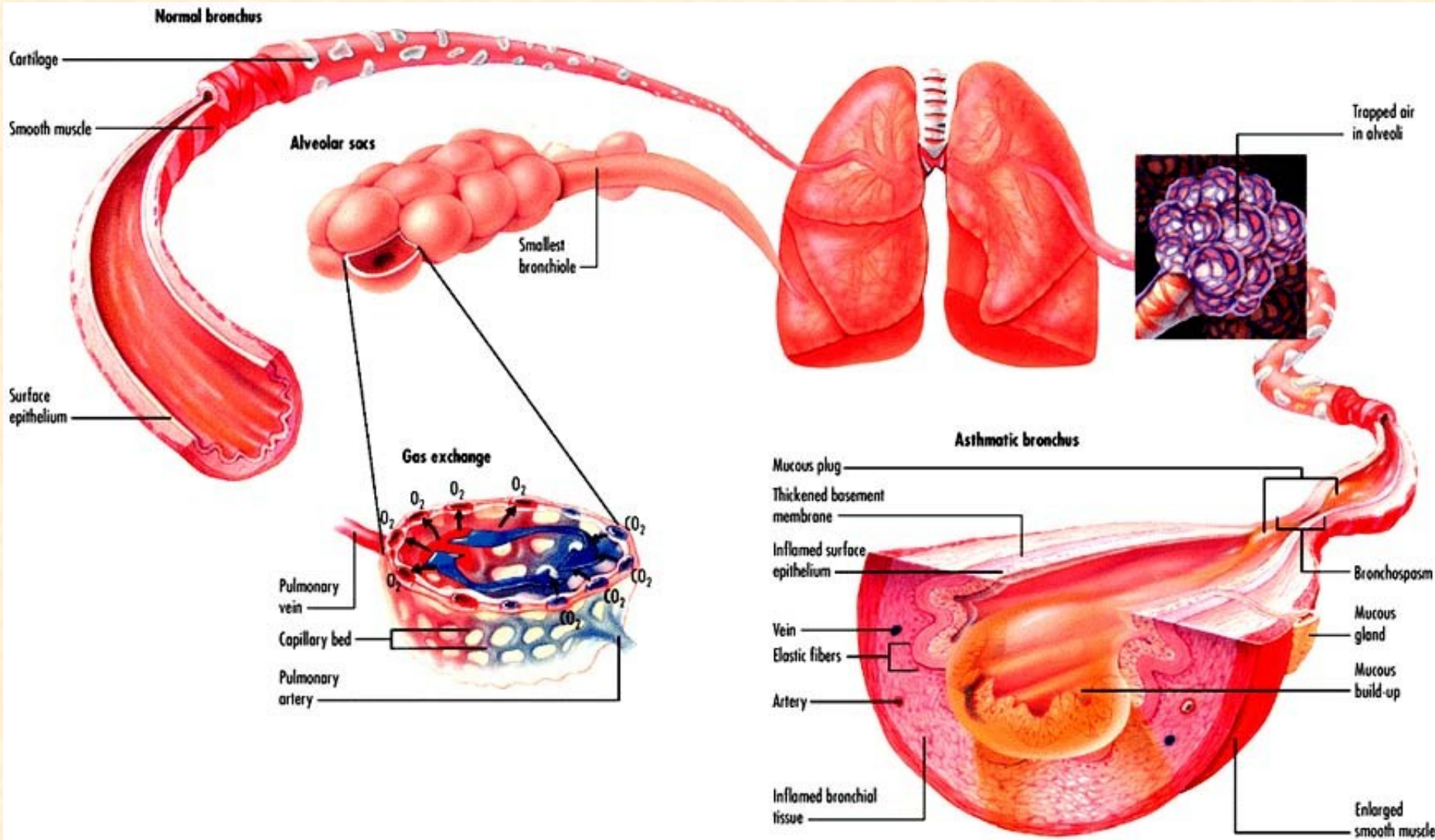
Hrtan

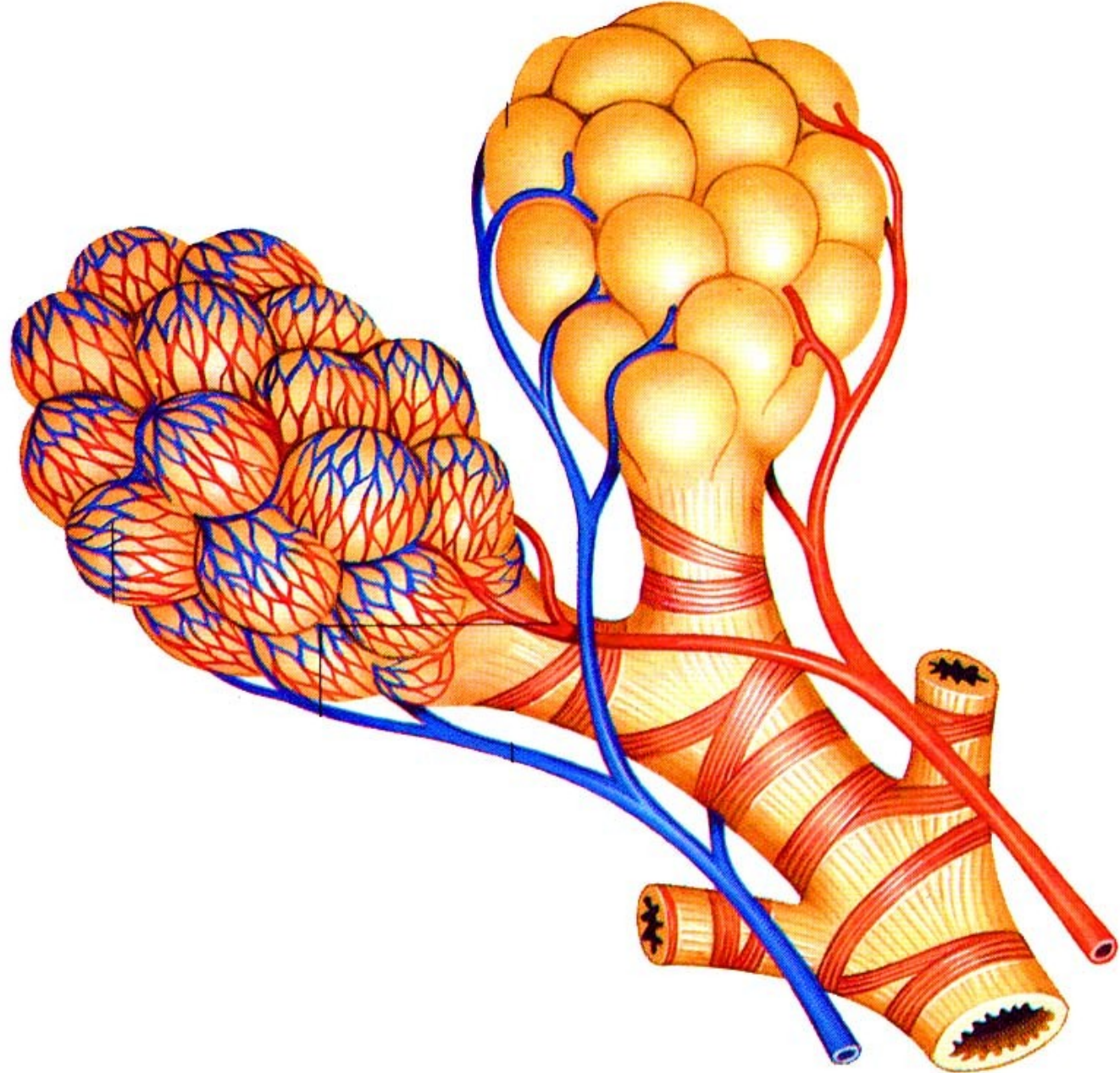
Průdušnice

Plíce

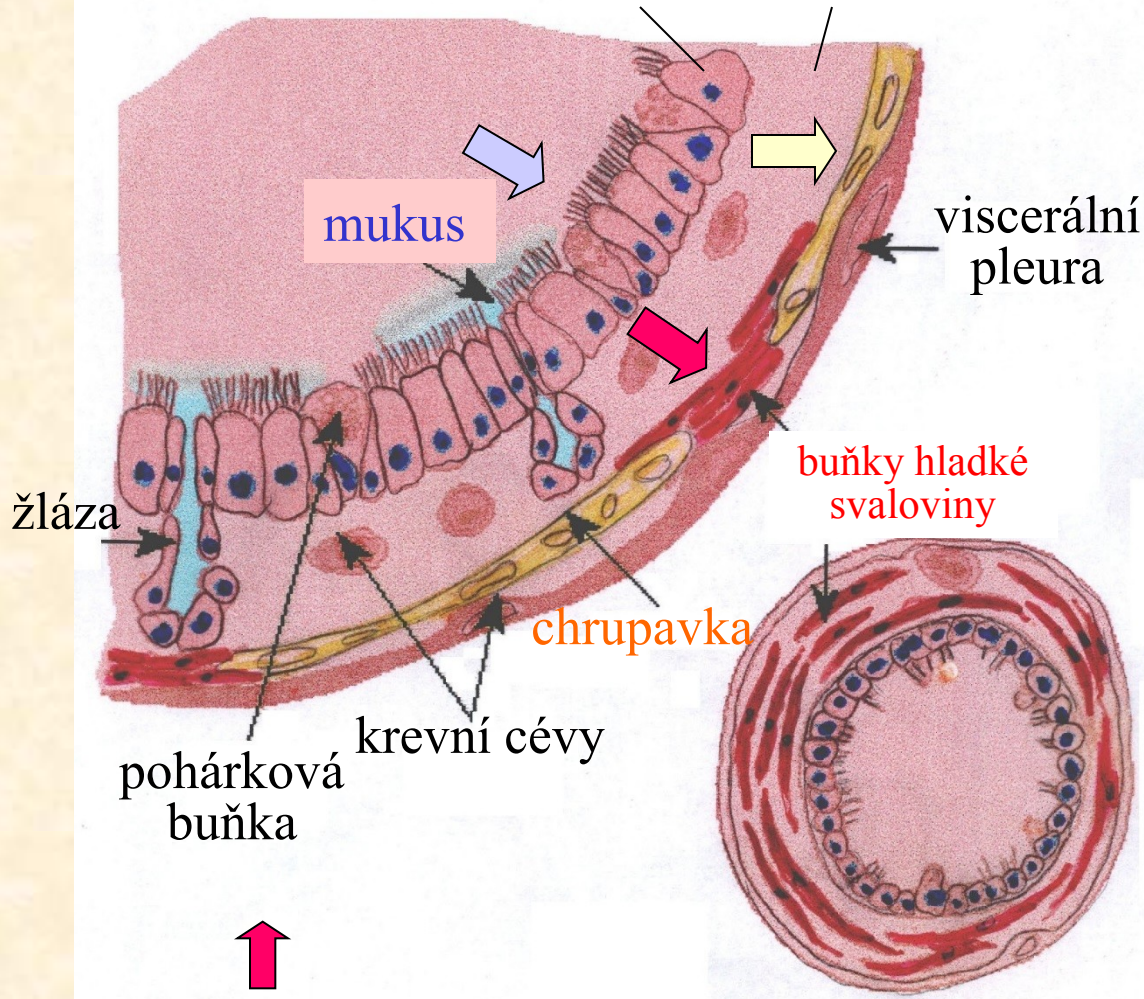








ciliární cylindrický epitel lamina propria



AUTONOMNÍ INERVACE SVALOVÝCH BUNĚK

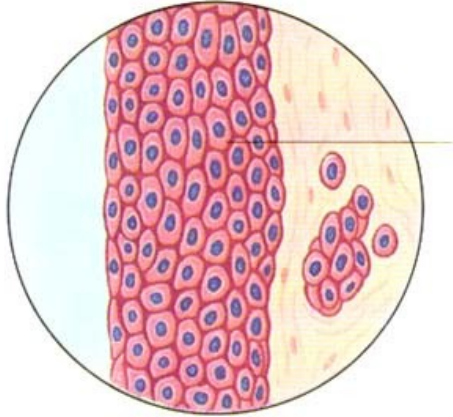
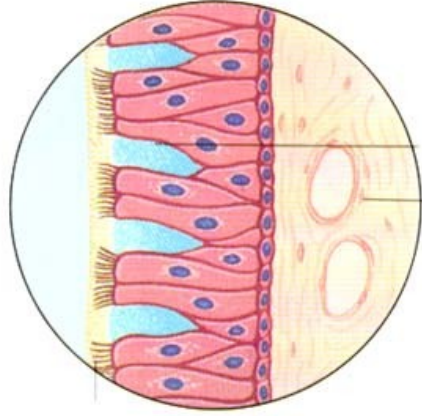
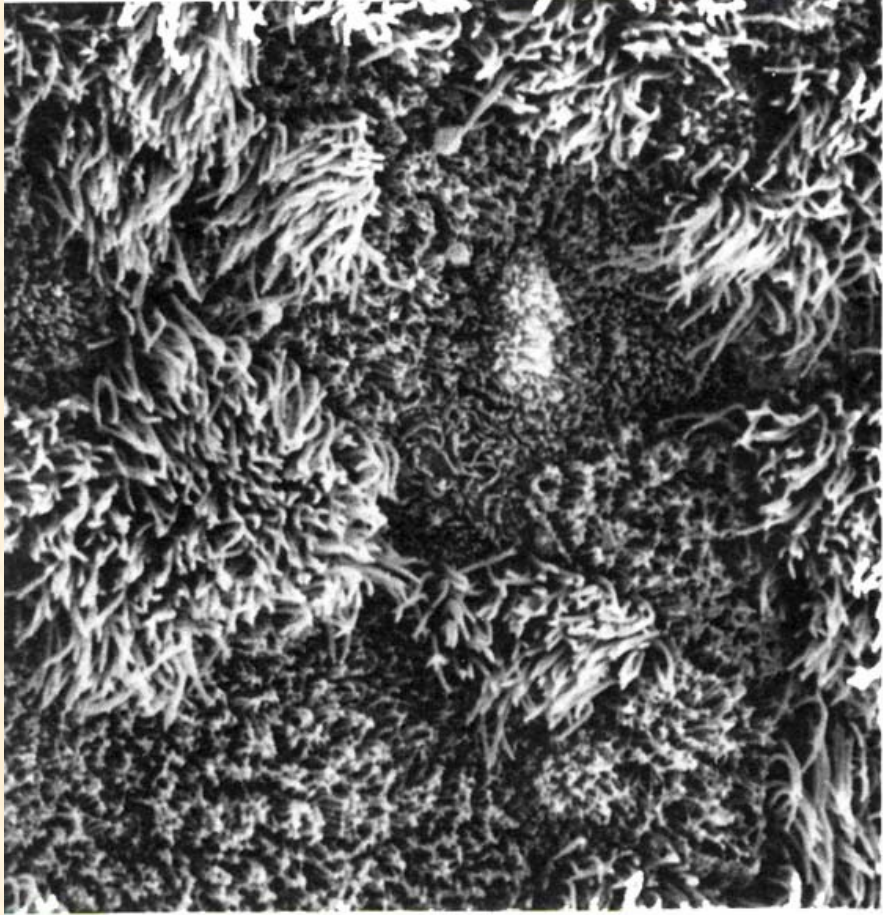
muskarinové receptory
aktivace acetylcholinem
⇒ bronchokonstrikce

β_2 -adrenergní receptory
aktivace noradrenalinem
⇒ bronchodilatace

BRONCHUS

**TERMINÁLNÍ
BRONCHIOLUS**

$\varnothing < 1 \text{ mm}$



FÁZE TRANSPORTU O_2 K BUŇKÁM

VENTILACE PLIC

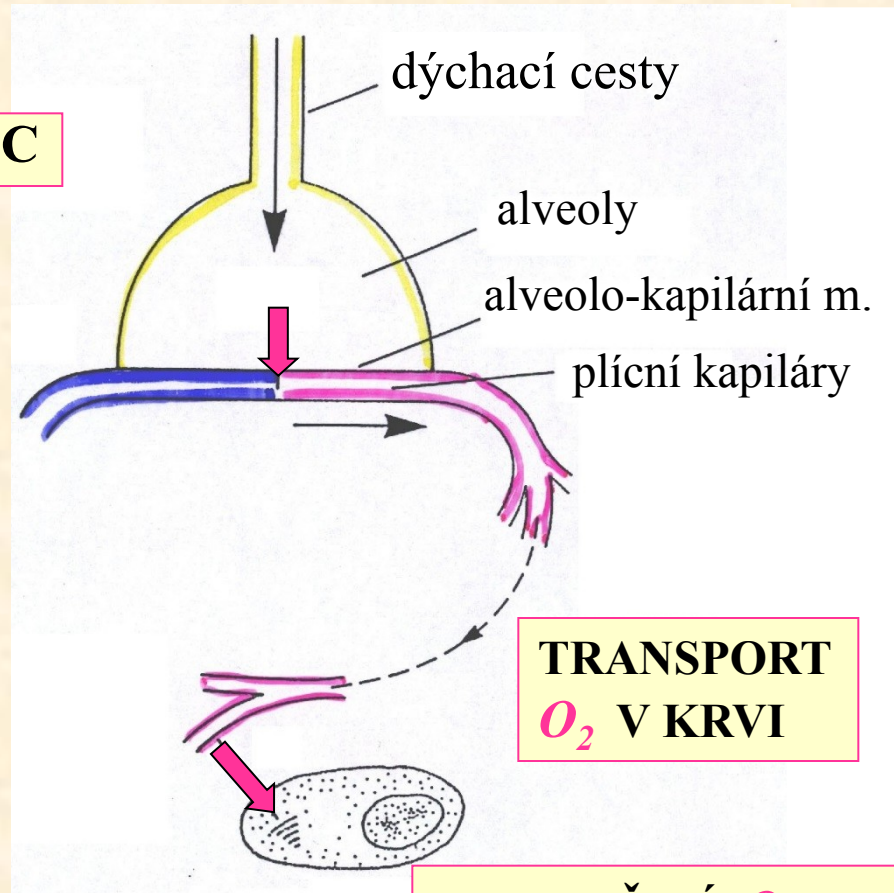
**DIFUZE O_2 PŘES
ALVEOLO-KAPILÁTRNÍ
MEMBRÁNU**

**DIFUZE O_2
Z PERIFERNÍ KAPILÁRY
DO BUŇKY**

V KLIDU

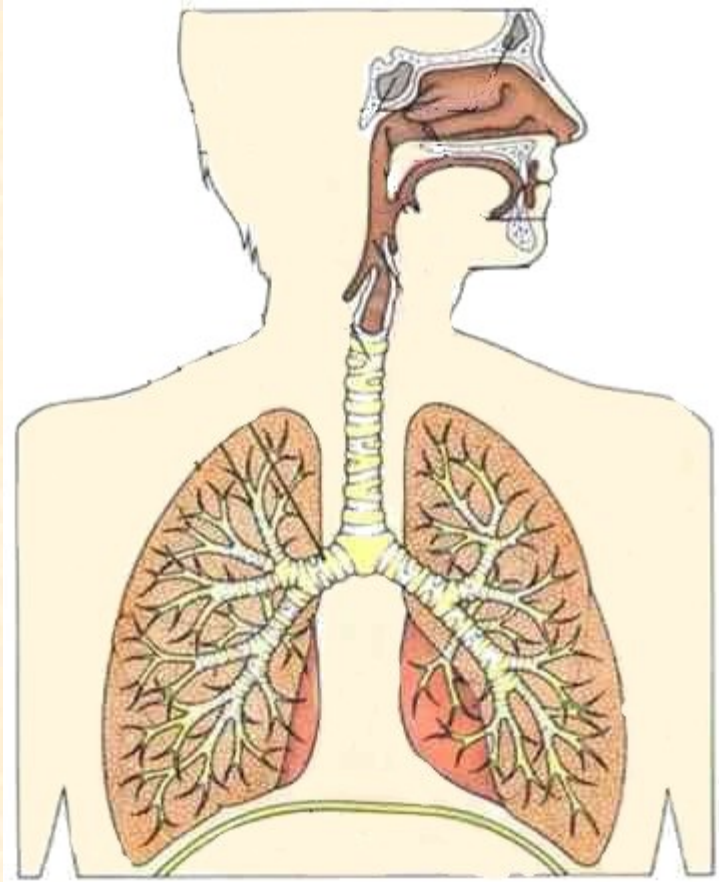
příjem O_2 ~300 ml / min

výdej CO_2 ~250 ml / min



VNITŘNÍ DÝCHÁNÍ

Ventilace plic



Funkce dýchacích cest:

- ✓ zbavování mechanických nečistot – zachycení ve vrstvičce hlenu (řasinky ho pak sunou do faryngu)
- ✓ bariéra proti vniknutí infekce – lymfatická tkáň
- ✓ úprava teploty vdechovaného vzduchu – na tělesnou teplotu, zvlhčení
- ✓ aktivita hl. svaloviny – ovlivňuje plicní ventilaci
- ✓ hlasové vazy → základní tón

DÝCHACÍ CESTY

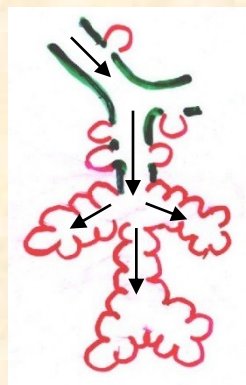
ANATOMICKÝ MRTVÝ PROSTOR – ZÓNA KONDUKCE



- NOSNÍ PRŮDUCHY
- FARYNX
- LARYNX
- TRACHEA
- BRONCHY
- BRONCHIOLY
- TERMINÁLNÍ BRONCHIOLY

Další funkce:

- oteplení vzduchu, očištění, doplnění vodními parami
- reflexní odpovědi na dráždivé podněty
- řeč a zpěv (specifické funkce laryngu)



**ZÓNA
VÝMĚNY PLYNŮ
(alveolo-kapilární membána)**

CELKOVÁ PLOCHA 70 - 100 m²

V_T dechový objem ('*tidal volume*') ~500 ml

V_A alveolární část dechového objemu ~350 ml

V_D část dechového objemu v mrtvém prostoru ('*dead volume*') ~150 ml

$$V_T = V_A + V_D$$

$$f = 12/\text{min}$$

$$\dot{V} = V_T \times f$$

**MINUTOVÁ
VENTILACE PLIC**

6 l/min

$$\dot{V}_A = V_A \times f$$

ALVEOLÁRNÍ VENTILACE

4,2 l/min

$$\dot{V}_D = V_D \times f$$

**VENTILACE MRTVÉHO
PROSTORU**

1,8 l/min

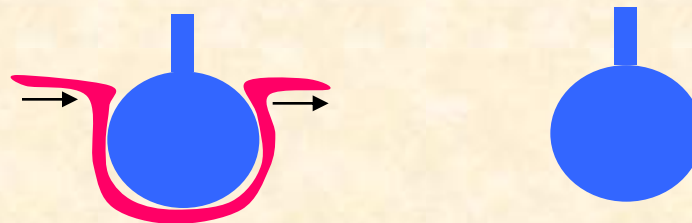
MRTVÝ PROSTOR

CELKOVÝ OBJEM, VE KTERÉM NEDOCHÁZÍ K VÝMĚNĚ PLYNŮ

- **ANATOMICKÝ mrtvý prostor** - objem dýchacích cest (objem nadechnutého vzduchu, který se ještě nasmíchal s alveolárním vzduchem)
- **ALVEOLÁRNÍ mrtvý prostor** - množství alveolárního vzduchu, které se dostalo do alveol, ale neúčastní se na výměně plynů (nedostatečné prokrvení, stěna nepropustná pro dýchací plyny)

FUNKČNÍ (celkový) mrtvý prostor

=ANATOMICKÝ + ALVEOLÁRNÍ



U ZDRAVÉHO JEDINCE

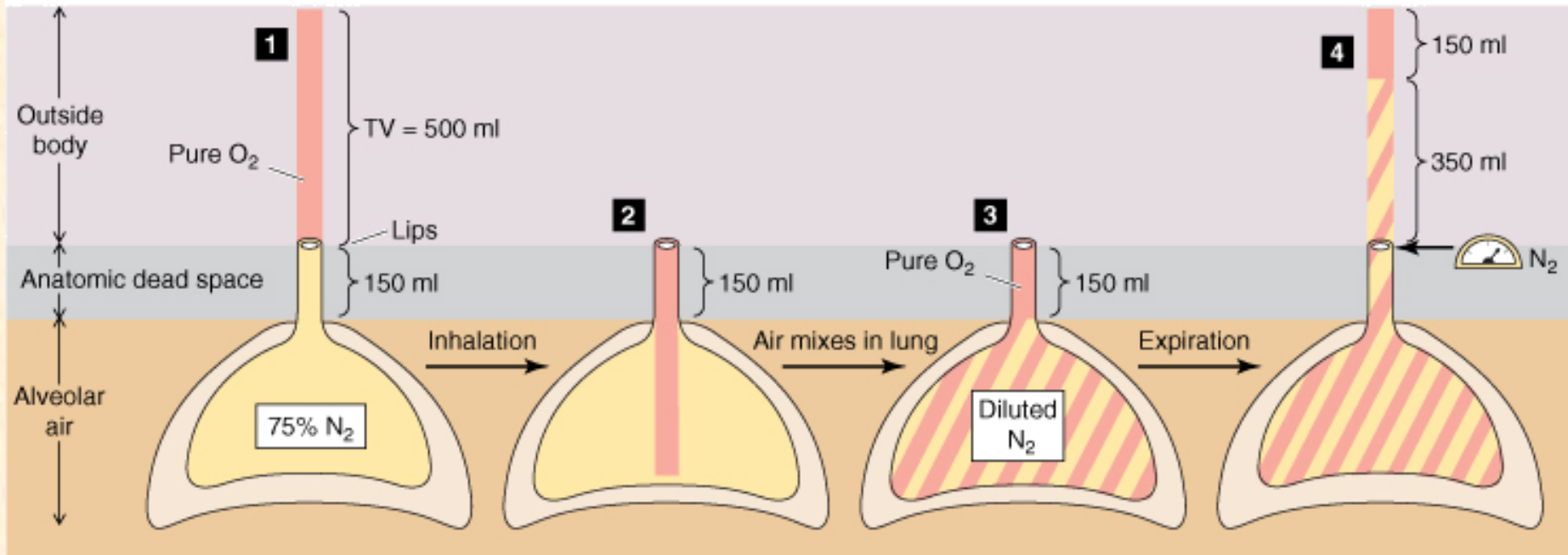
oba dva prostory (jak anatomický, tak funkční) jsou prakticky stejné

MRTVÝ PROSTOR –

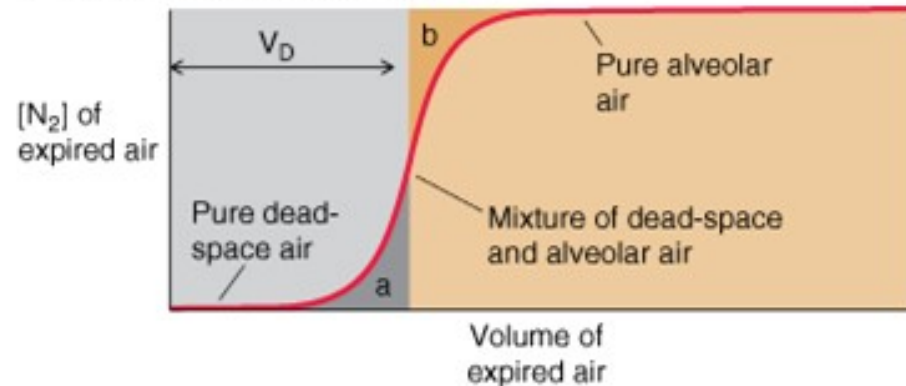
– dusíkový test (hluboký nádech čistého O₂,

následuje pomalý výdech s kontinuálním monitorováním koncentrace dusíku)

A DILUTION OF INSPIRED 100% O₂



C MEASURED [N₂] PROFILE



Difuze plic

SLOŽENÍ SUCHÉHO ATMOSFERICKÉHO VZDUCHU

O_2	20,98 %	$F_{O_2} \approx 0,21$
N_2	78,06 %	$F_{N_2} \approx 0,78$
CO_2	0,04 %	$F_{CO_2} = 0,0004$

Ostatní složky

BAROMETRICKÝ TLAK VZDUCHU NA ÚROVNI MOŘE
1 atmosféra = 760 mm Hg

PARCIÁLNÍ TLAKY PLYNŮ SUCHÉHO VZDUCHU
NA ÚROVNI MOŘE

$$P_{O_2} = 760 \times 0,21 = \sim 160 \text{ mm Hg}$$
$$P_{N_2} = 760 \times 0,78 = \sim 593 \text{ mm Hg}$$
$$P_{CO_2} = 760 \times 0,0004 = \sim 0,3 \text{ mm Hg}$$

$$1 \text{ kPa} = 7,5 \text{ mm Hg (torr)}$$

SLOŽENÍ ALVEOLÁRNÍHO VZDUCHU

parciální tlaky v mm Hg

INSPIROVANÝ VZDUCH

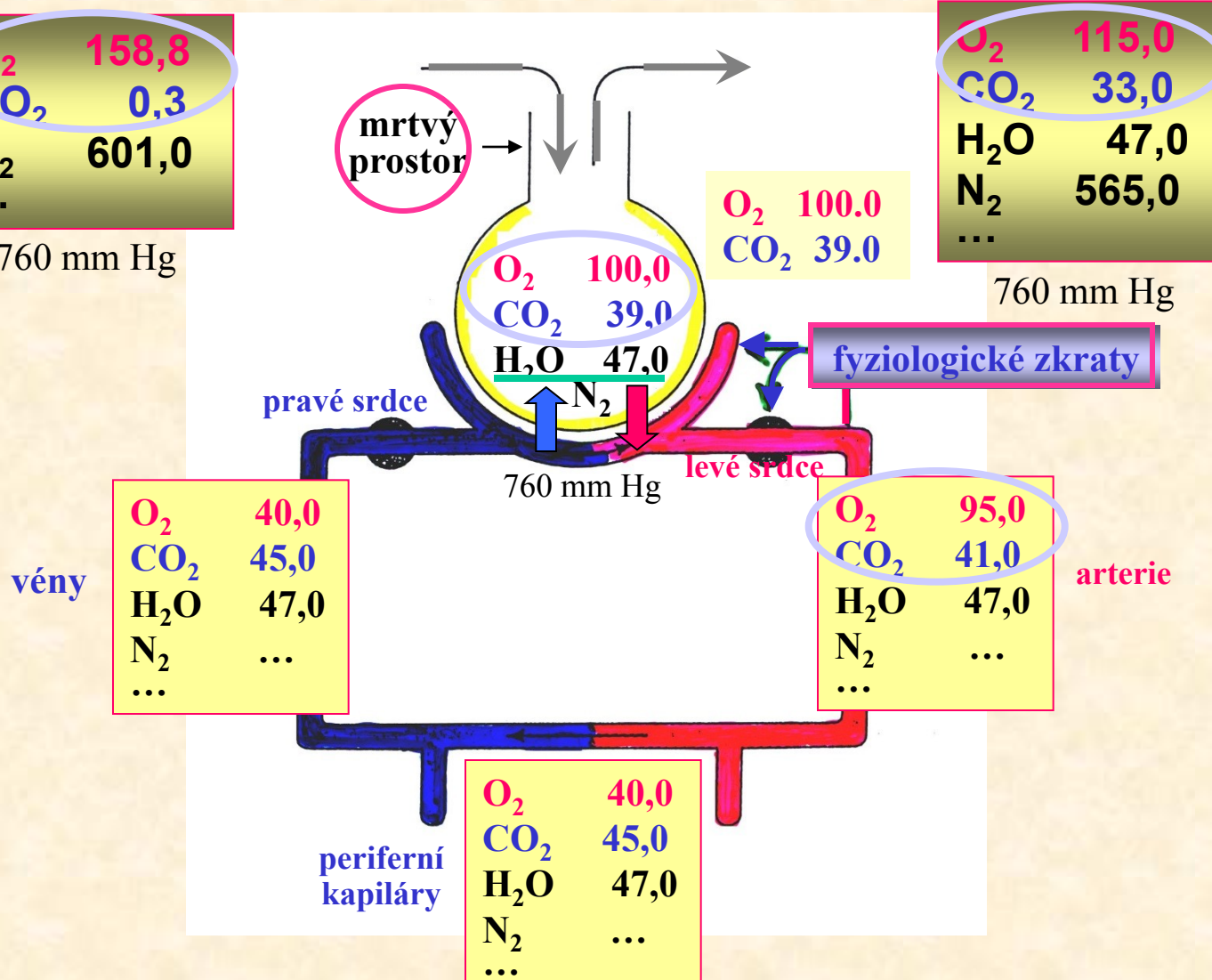
O ₂	158,8
CO ₂	0,3
N ₂	601,0
...	

760 mm Hg

EXSPIROVANÝ VZDUCH

O ₂	115,0
CO ₂	33,0
H ₂ O	47,0
N ₂	565,0
...	

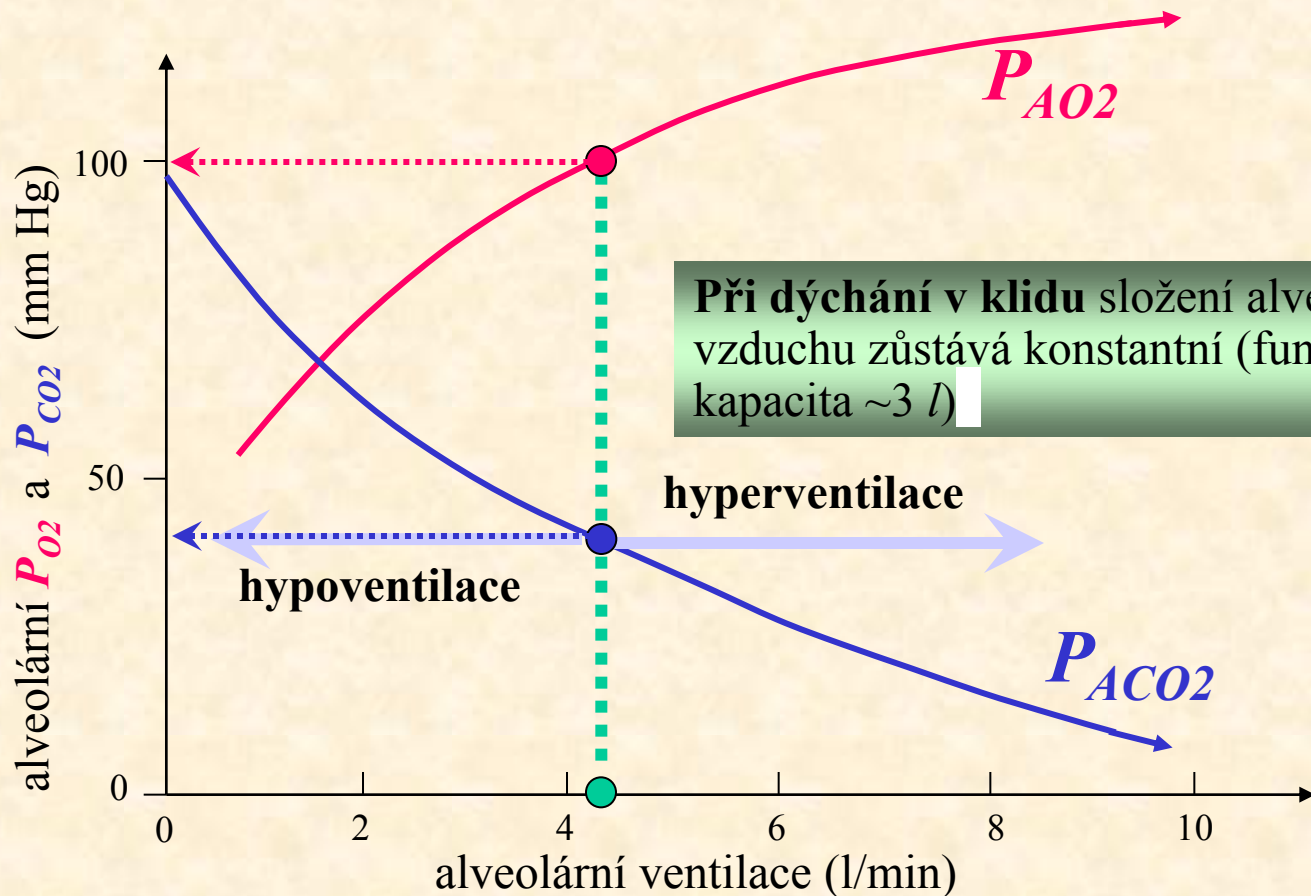
760 mm Hg



?

?

Alveolární P_{O_2} a P_{CO_2} při volní hypo- a hyperventilaci

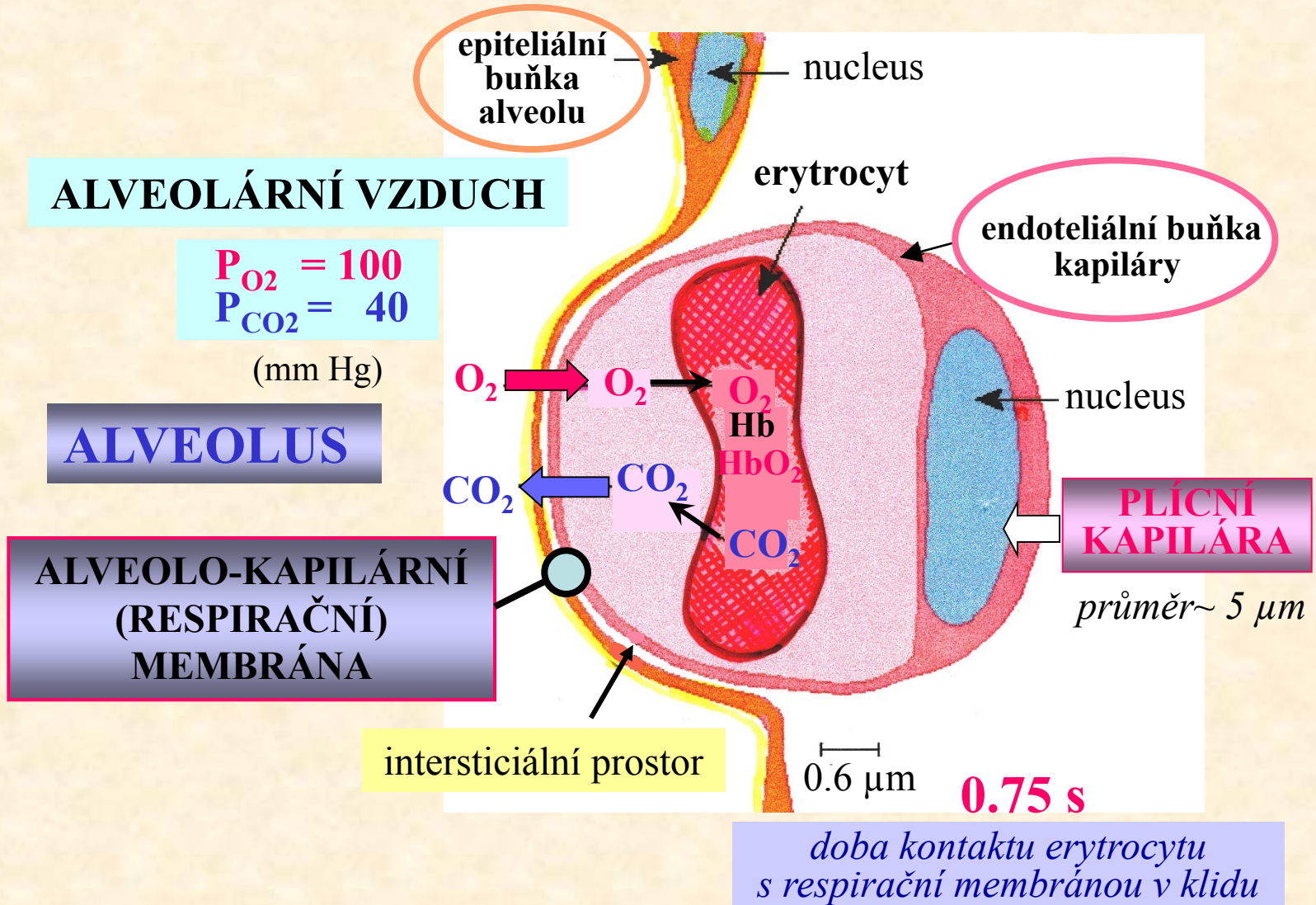


hyperventilace → **HYPOKAPNIE** → respirační alkalóza

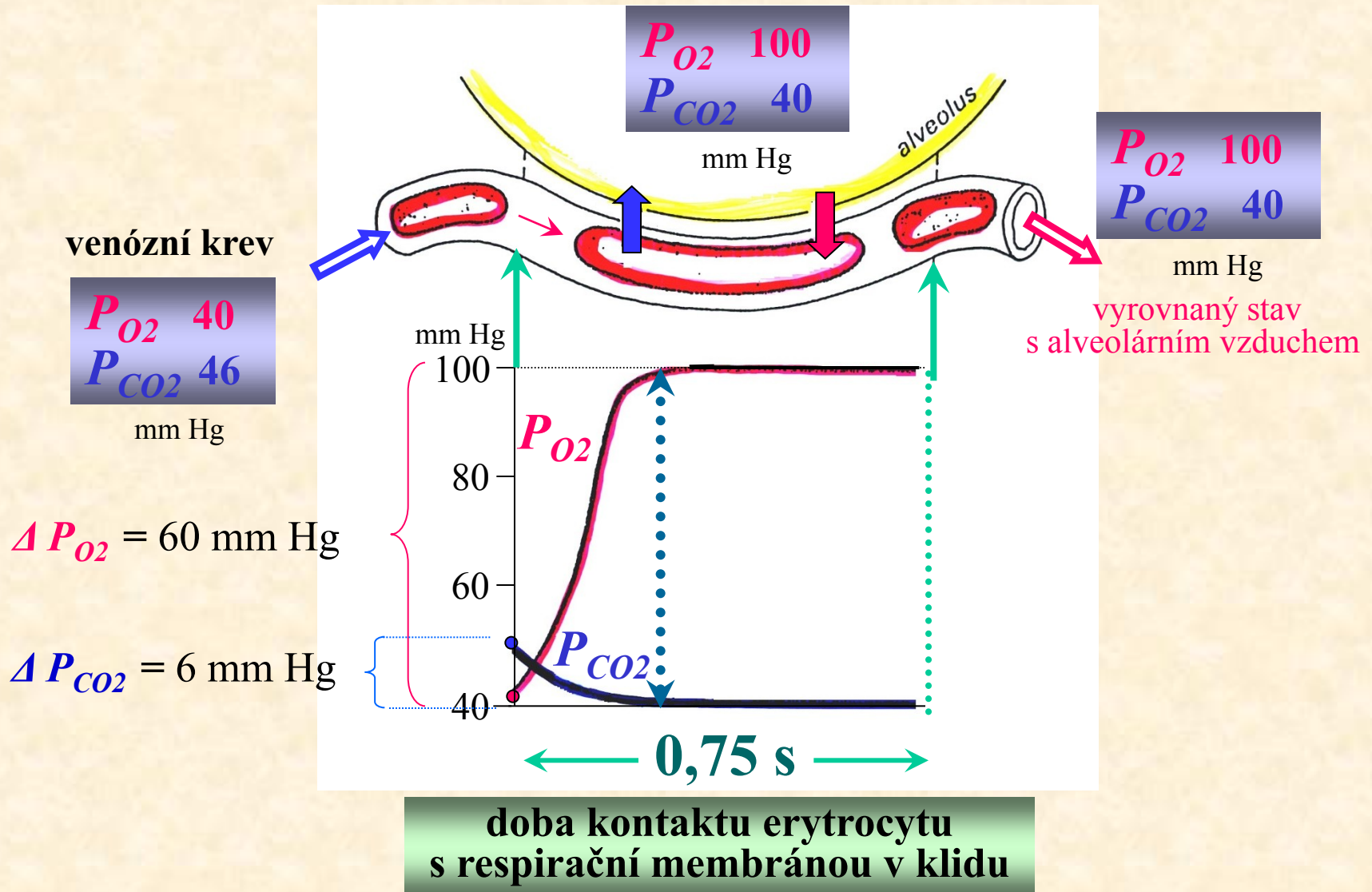
hypoventilace → **HYPERKAPNIE** → respirační acidóza

ALVEOLO-KAPILÁRNÍ (RESPIRAČNÍ) MEMBRÁNA

DIFUZE PLYNŮ



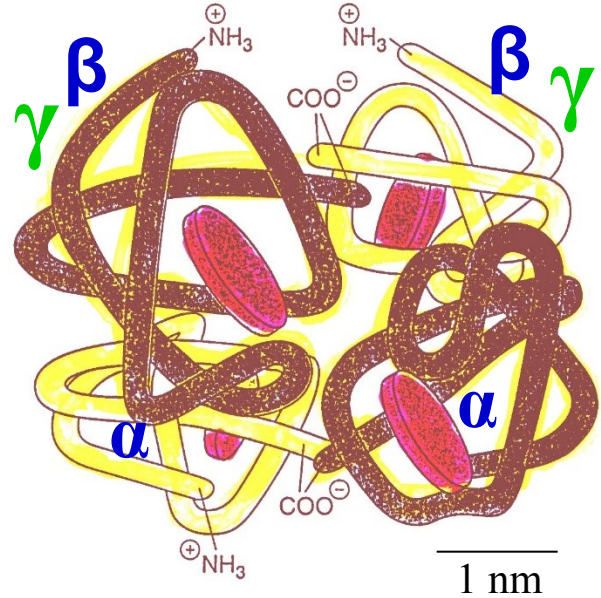
ČASOVÝ PRŮBĚH VYROVNÁVÁNÍ P_{O_2} A P_{CO_2} V KAPILÁŘE S ALVEOLÁRNÍM VZDUCHEM



HEMOGLOBIN



tetramer

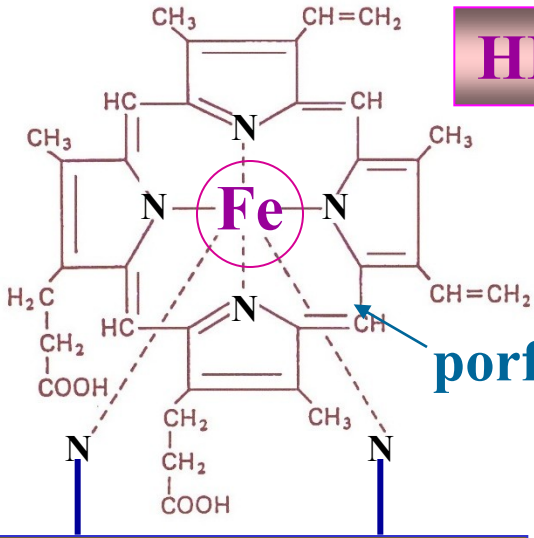


DEOXY

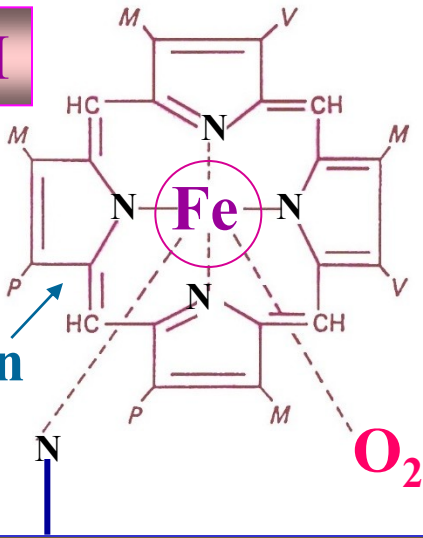
Fe²⁺

OXY

HEM



porfyrin



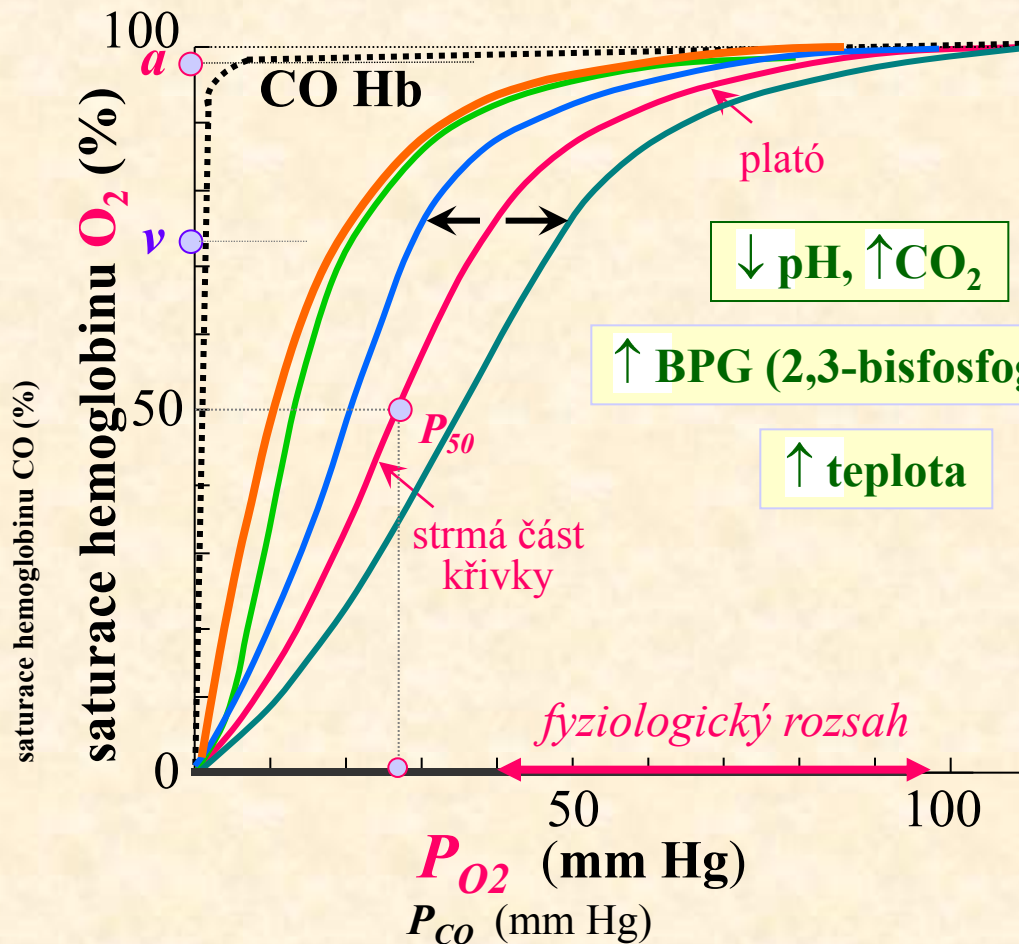
polypeptidový řetězec

polypeptidový řetězec

fetální Hb

Fe³⁺ (methemoglobin)
oxidace

VAZEBNÁ KŘIVKA O₂ NA HEMOGLOBIN



BOHRŮV EFEKT
 ↓ pH, ↑ CO₂

fetální Hb

myoglobin

methemoglobin

fyzikálně rozpuštěný O₂ (1.4%)



*Čerti a čertidla
vařili povidla.
A malý čertíček
spálil si prstíček,
když si chtěl osladit svůj mlsný
jazýček.*

