

Dýchací *system*

ANATOMIE DÝCHACÍCH CEST

Dutina nosní

Vedlejší dutiny nosní

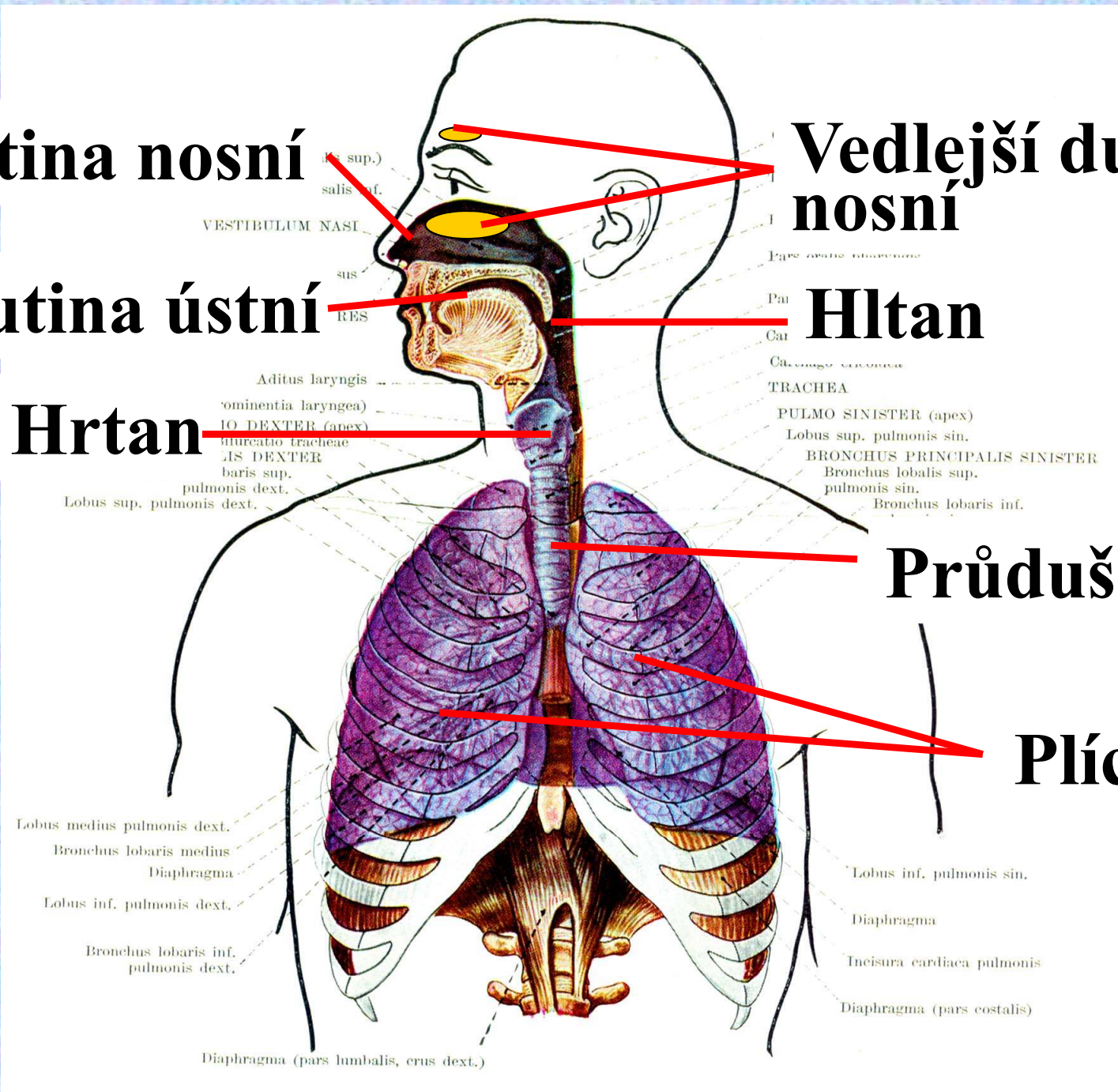
Dutina ústní

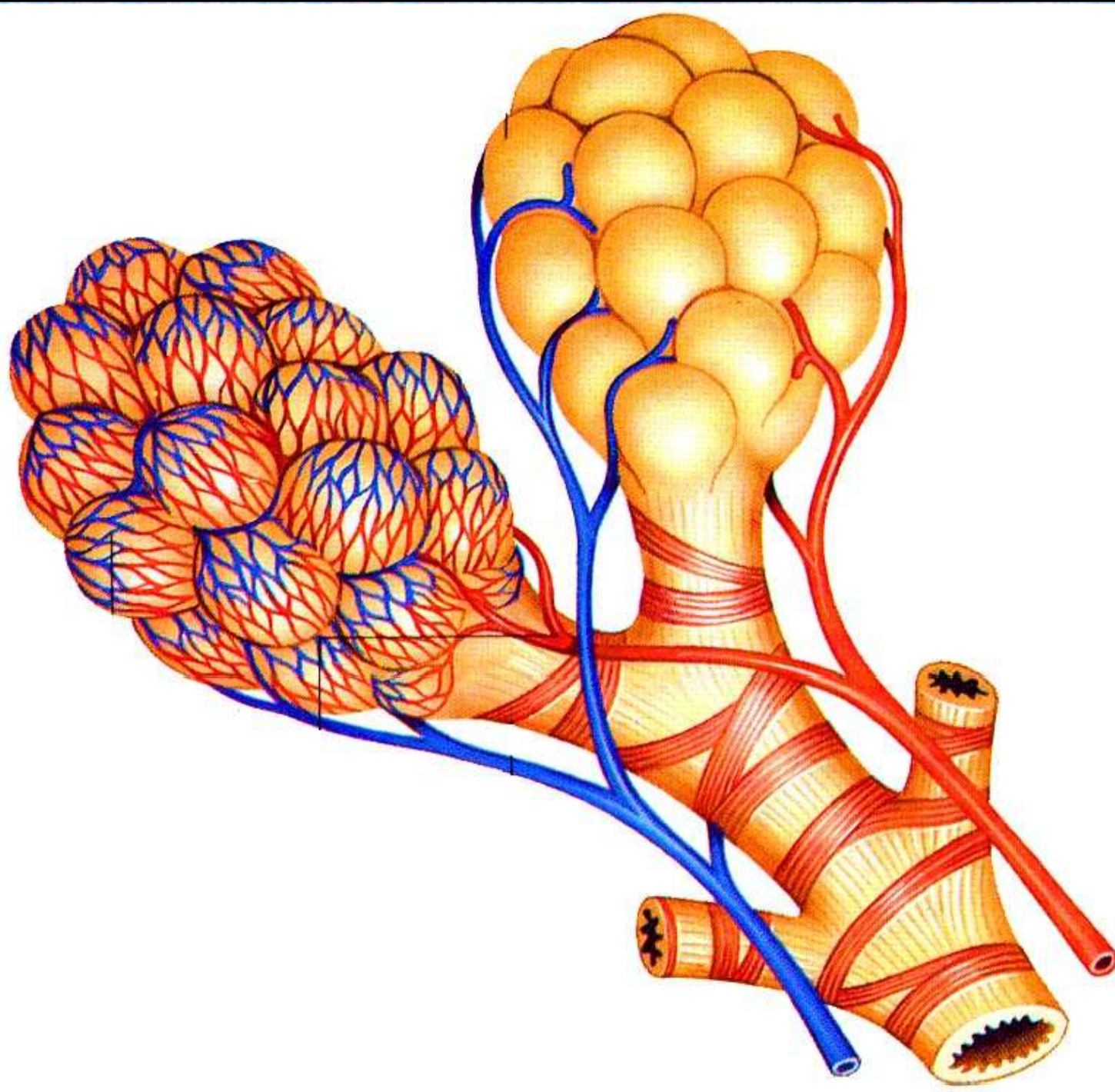
Hltan

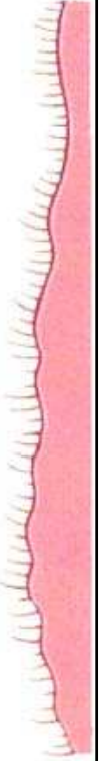
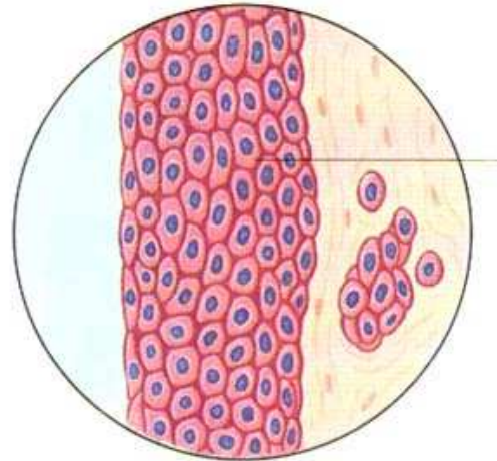
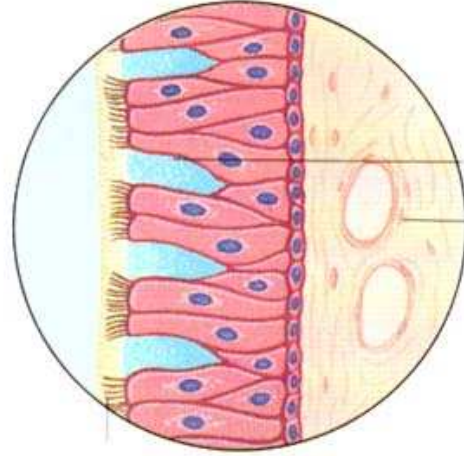
Hrtan

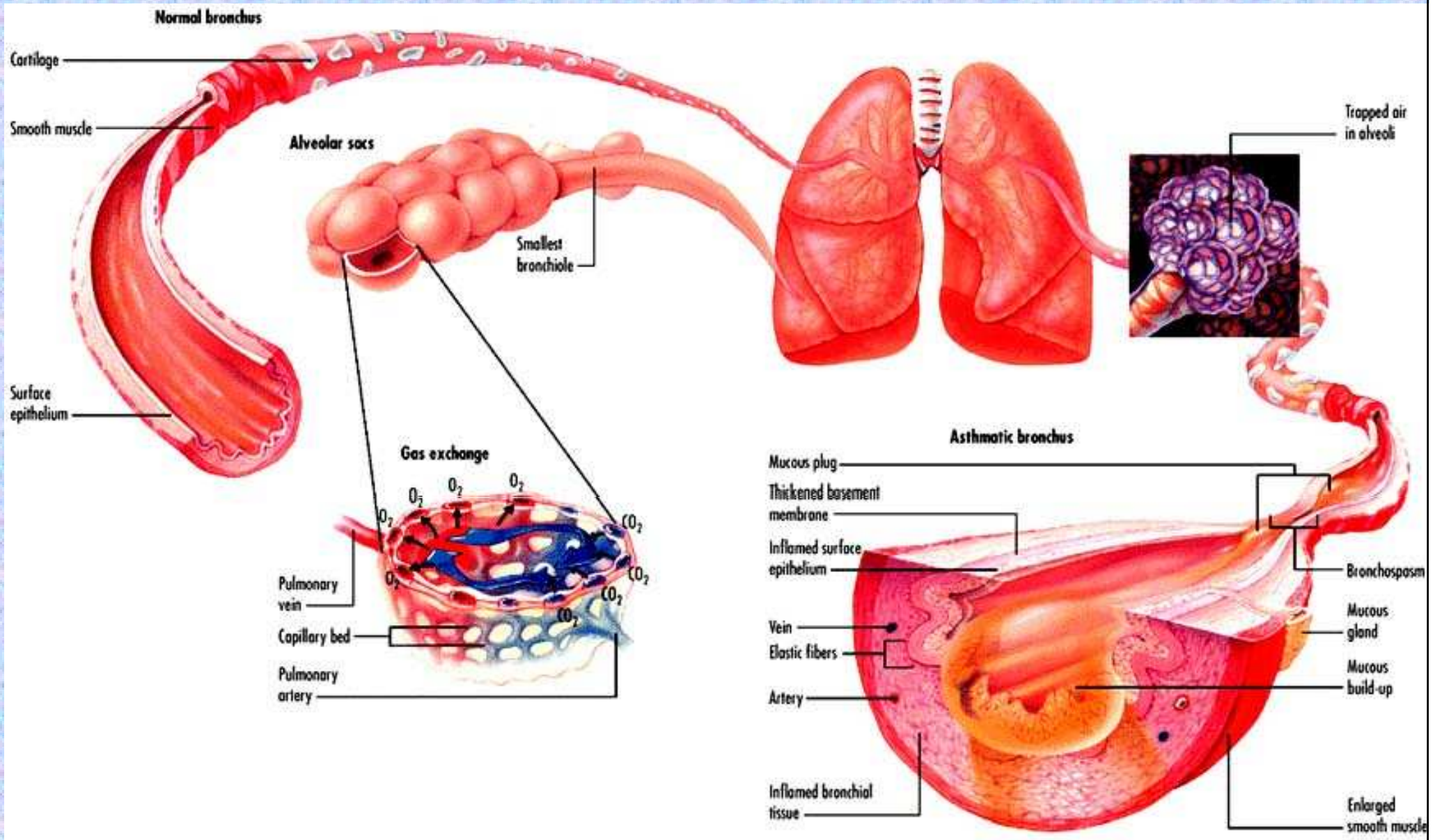
Průdušnice

Plíce





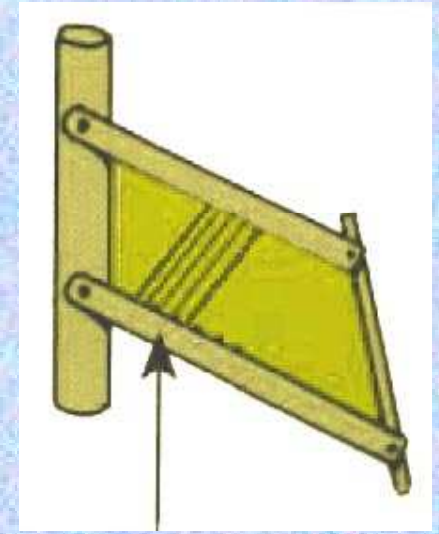
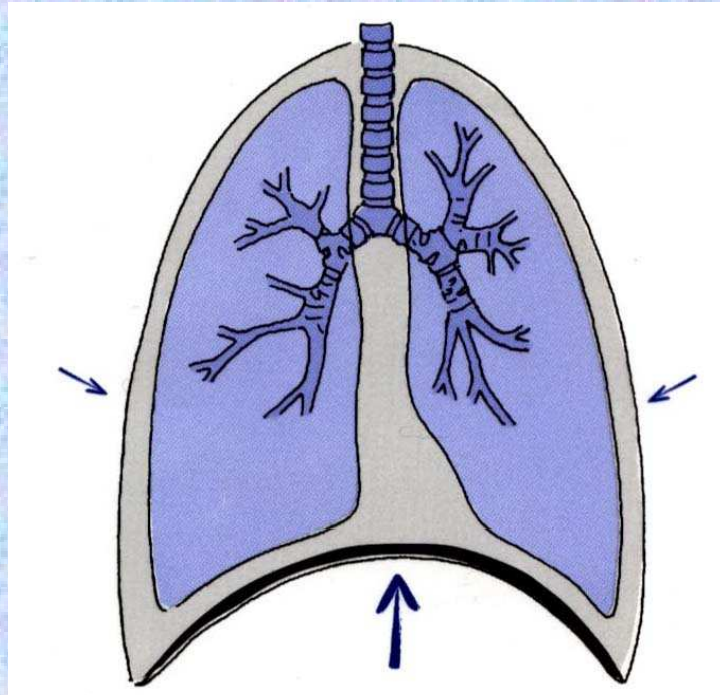
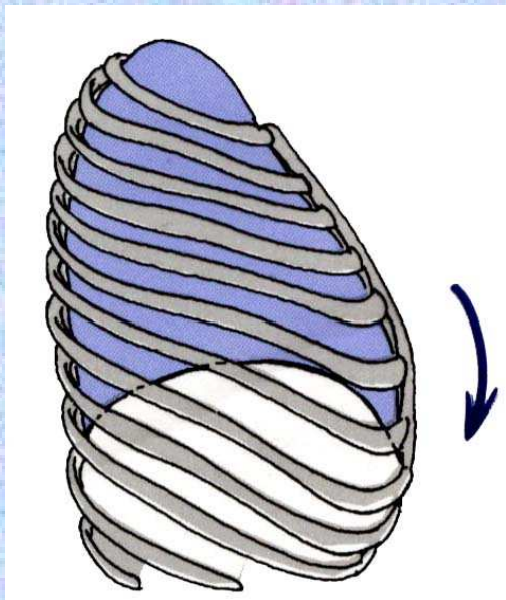
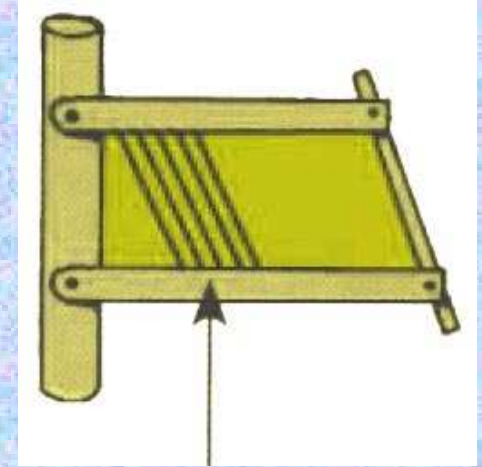
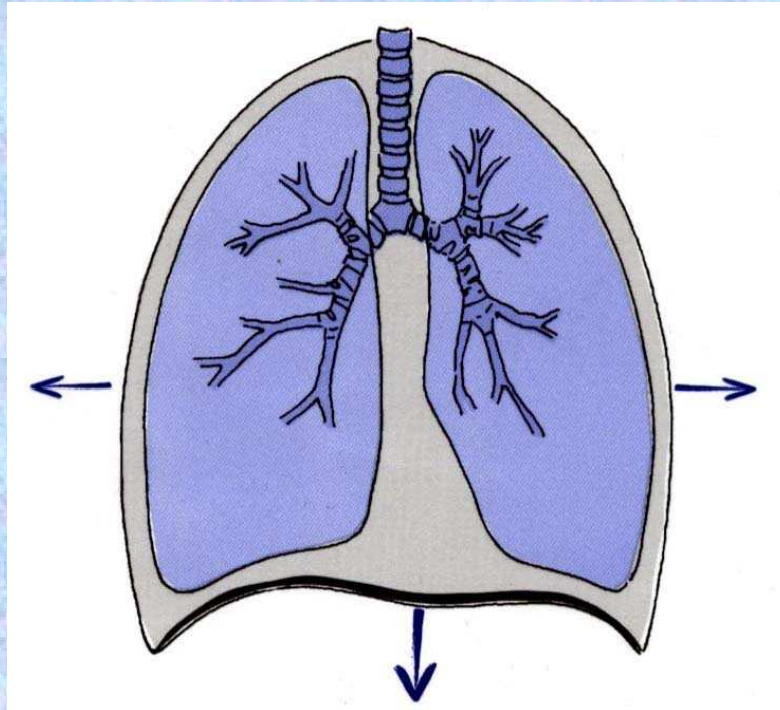
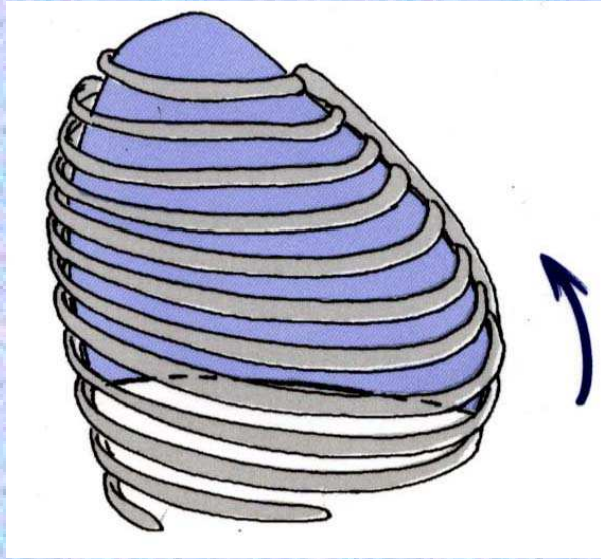


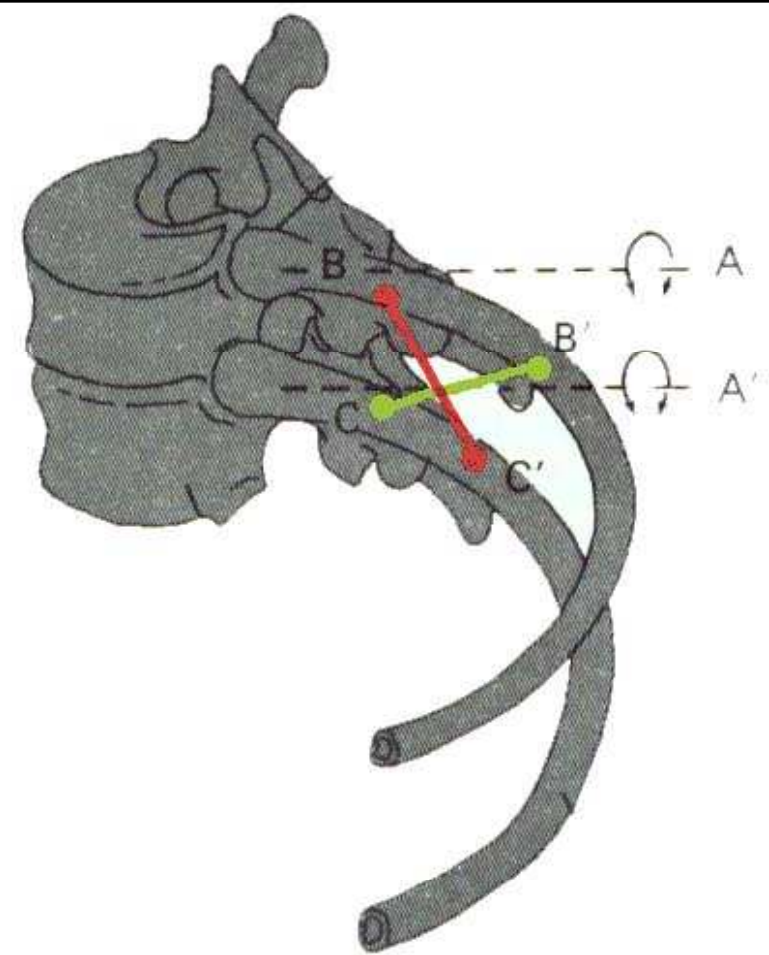
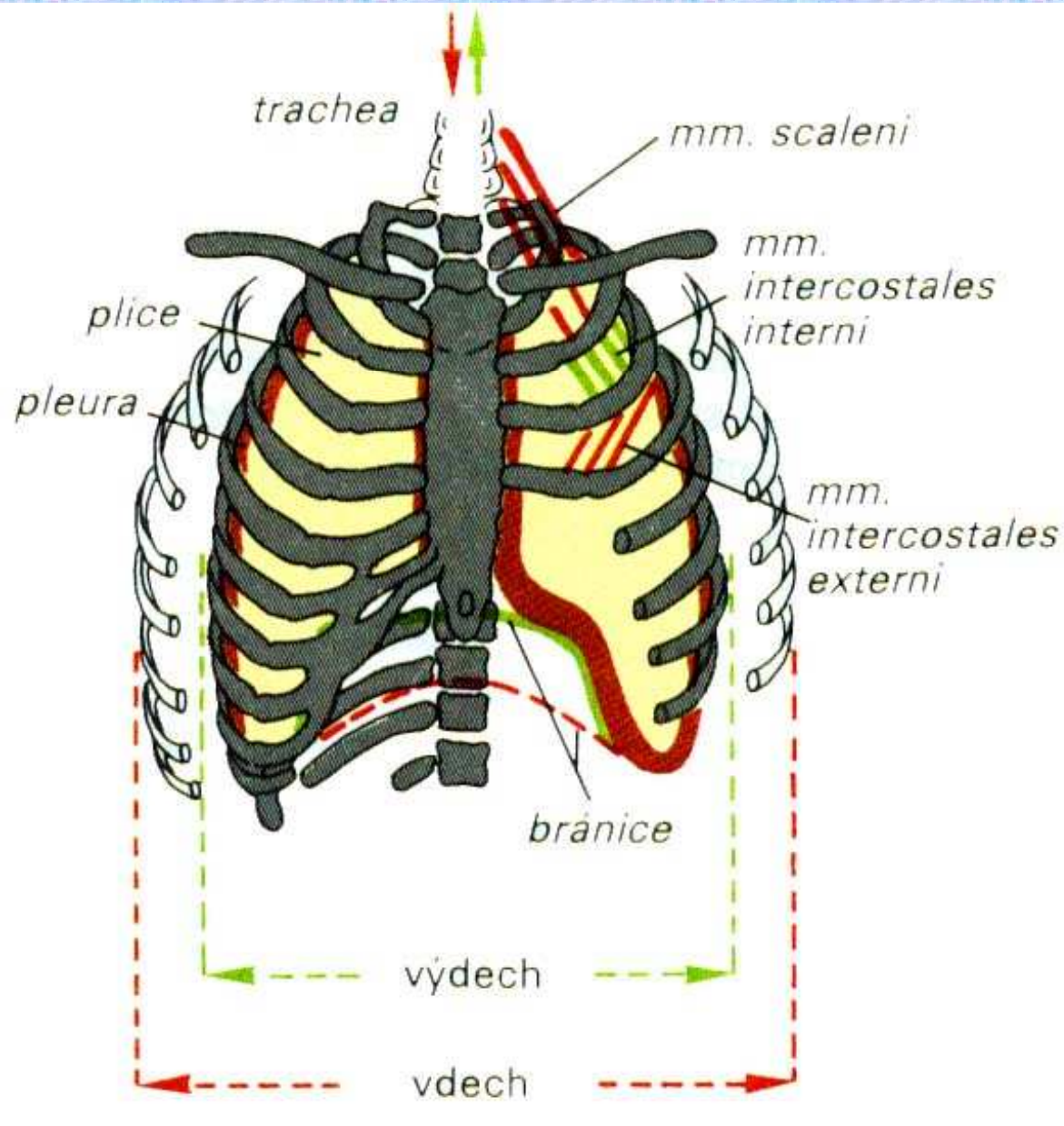


Hlavní nádechové svaly: bránice, zevní mezižební svaly

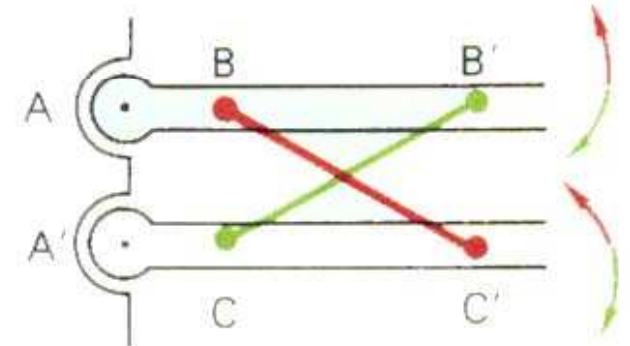
Pomocné dýchací svaly: m. sternocleidomastoideus, skupina skalenových svalů

Výdechové svaly: vnitřní mezižební svaly, svaly přední stěny břišní





páka $A - B < A' - C'$ → zvedání žeber

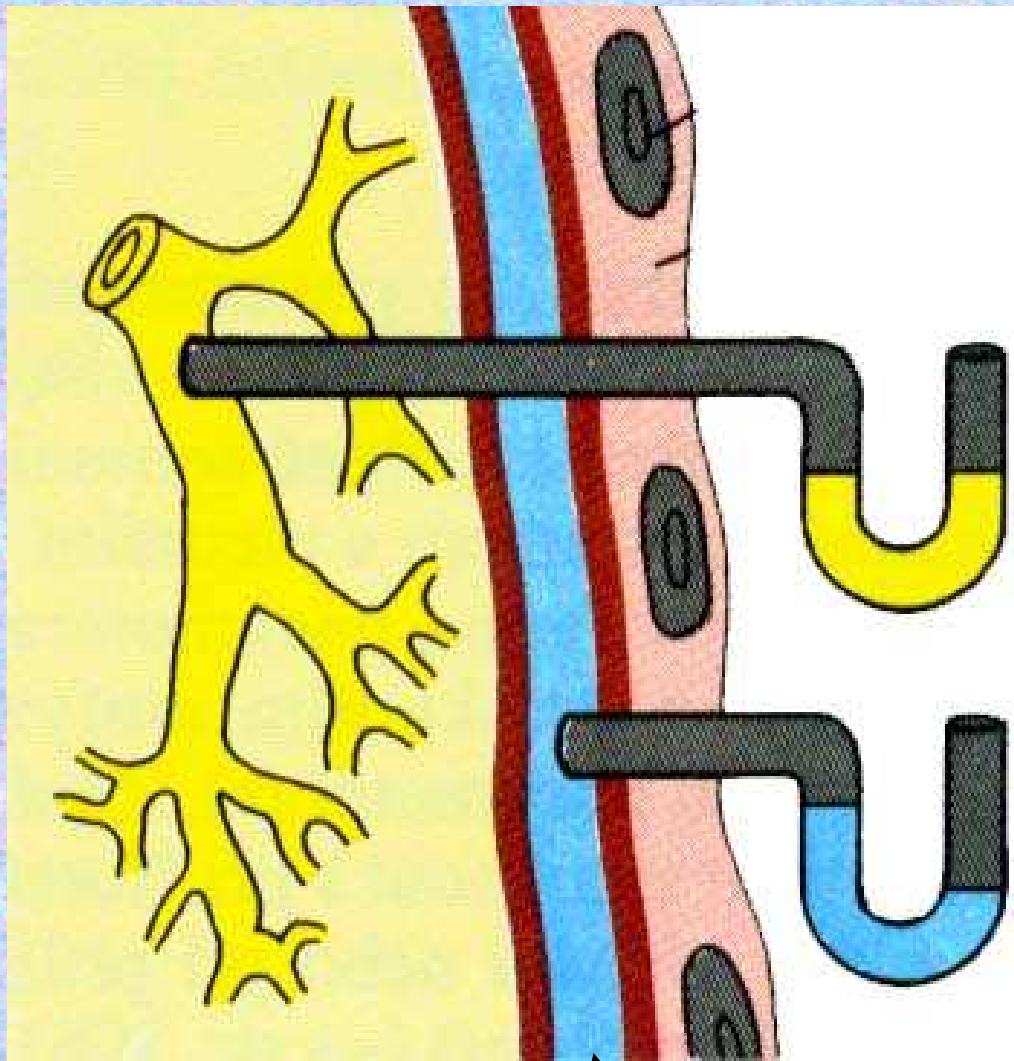


páka $A - B' > A' - C$ → klesání žeber

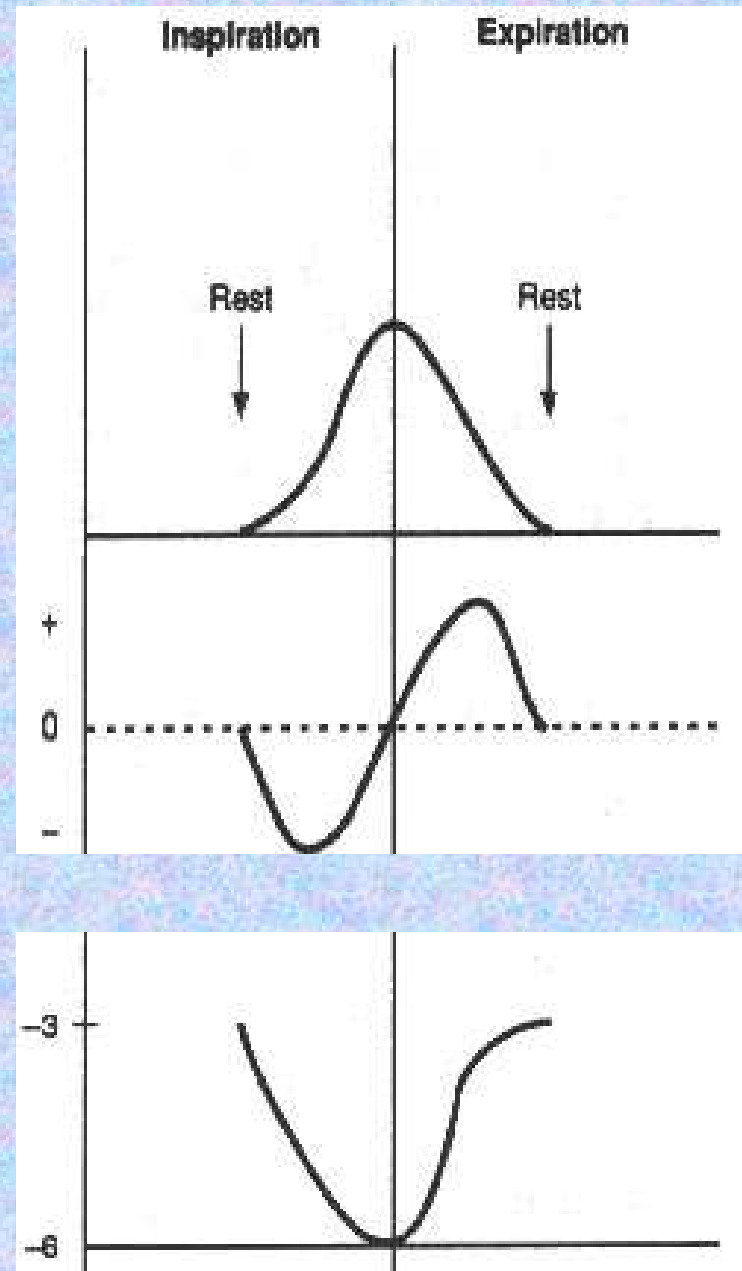
PLEURA

pulmonalis

parietalis



pleurální šterbina



ELASTICKÉ VLASTNOSTI PLIC

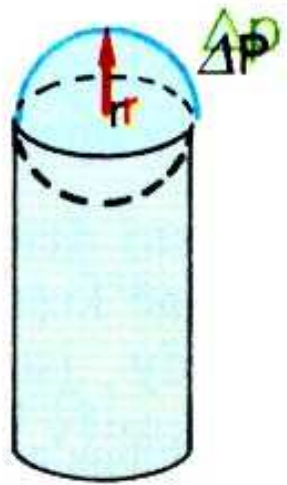
plicní poddajnost (**compliance**): $C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$

Faktory ovlivňující elastické vlastnosti plic:

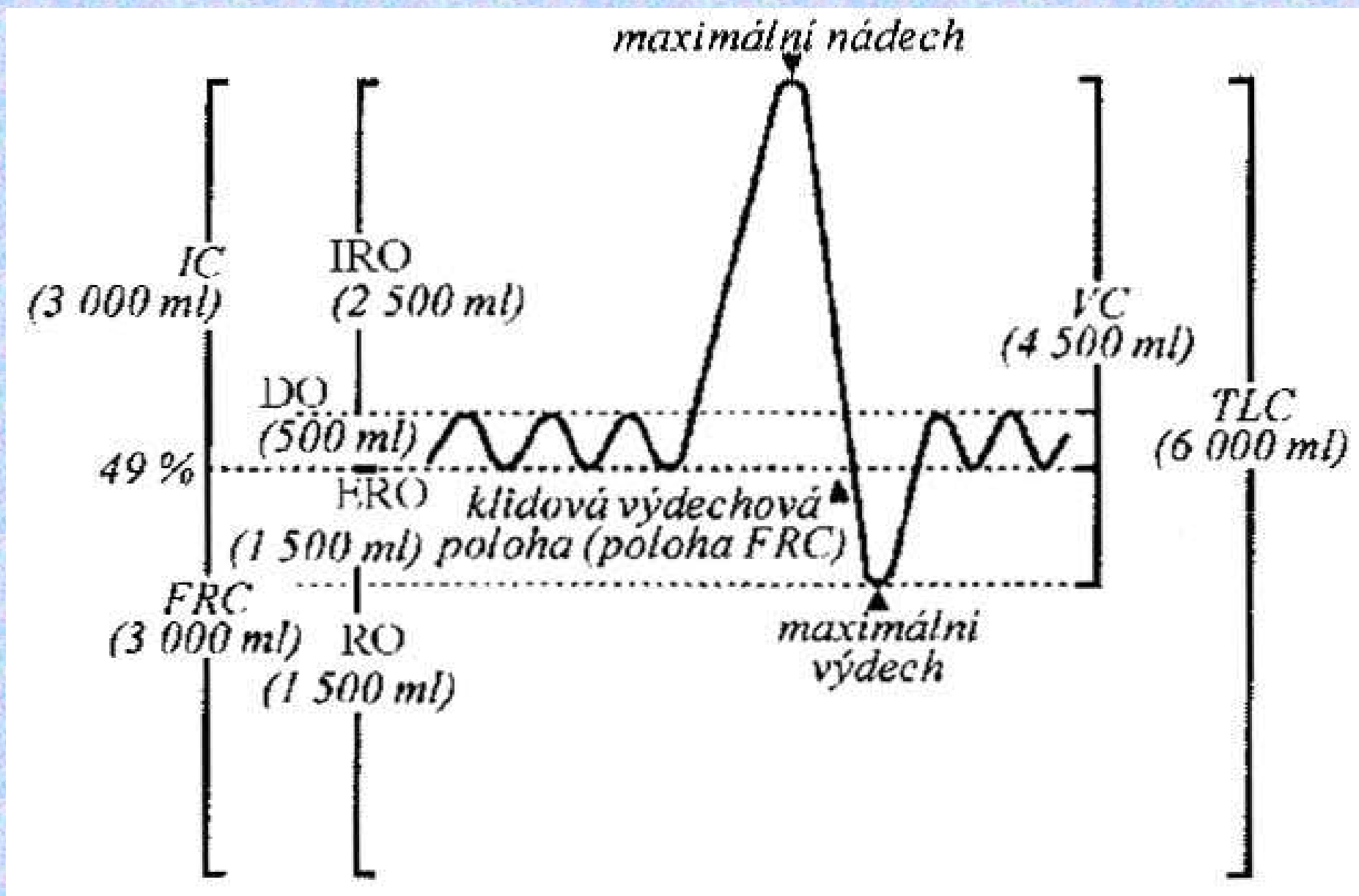
stavba plic: přítomnost elastických vláken

povrchové napětí alveolu: **SURFAKTANT** - snižuje povrchové napětí

Odpor dýchacího systému $R = \frac{8 \eta l}{\pi r^4}$



$$P = \frac{2T}{r}$$



Statické plicní objemy:

- dechový objem **DO** (0,5 l)
- inspirační rezervní objem **IRO** (2,5 l)
- expirační rezervní objem **ERO** (1,5 l)
- reziduální objem **RO** (1,5 l)

Statické plicní kapacity:

- vitální kapacita plic **VC** (4,5 l) = IRO+DO+ERO
- celková kapacita plic **TC** (6 l) = IRO+DO+ERO+RO
- inspirační kapacita **IC** (3 l) = IRO+DO
- funkční reziduální kapacita **FRC** (3 l) = ERO+RO

Dynamické plicní parametry:

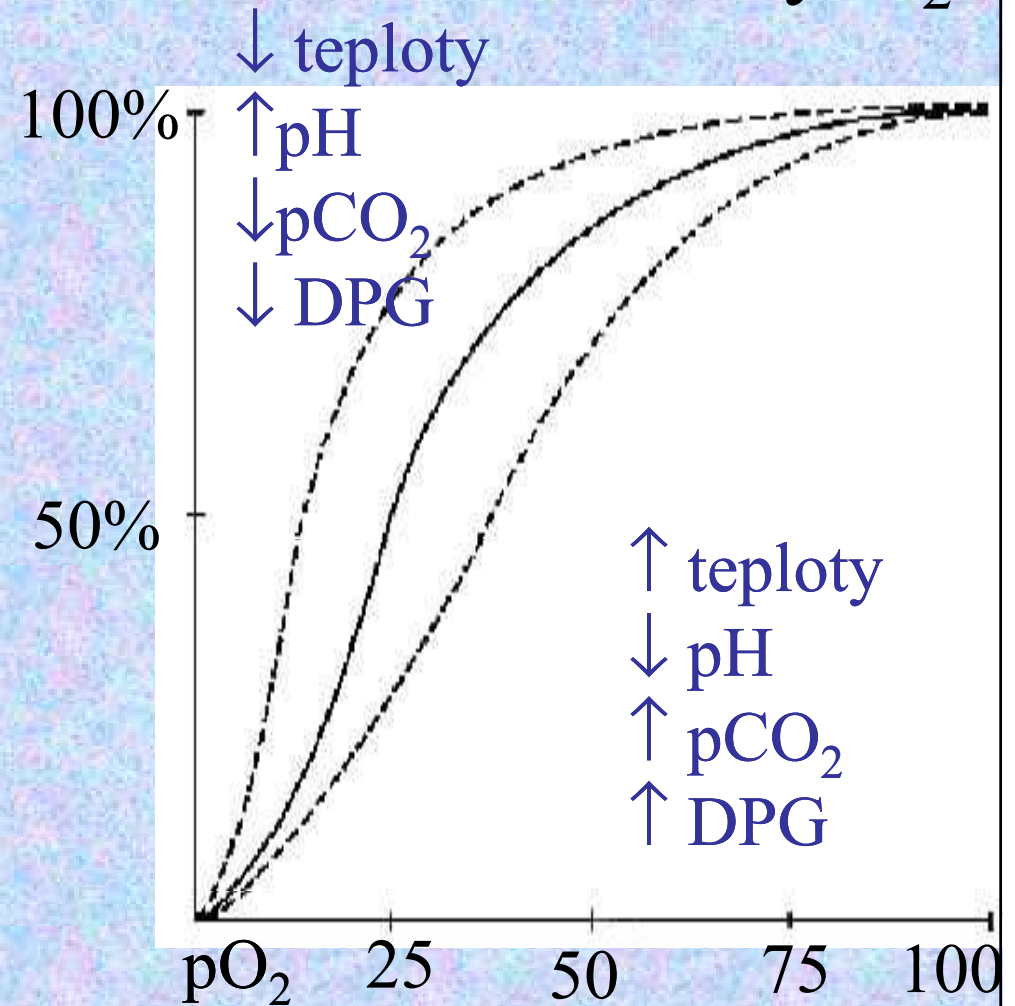
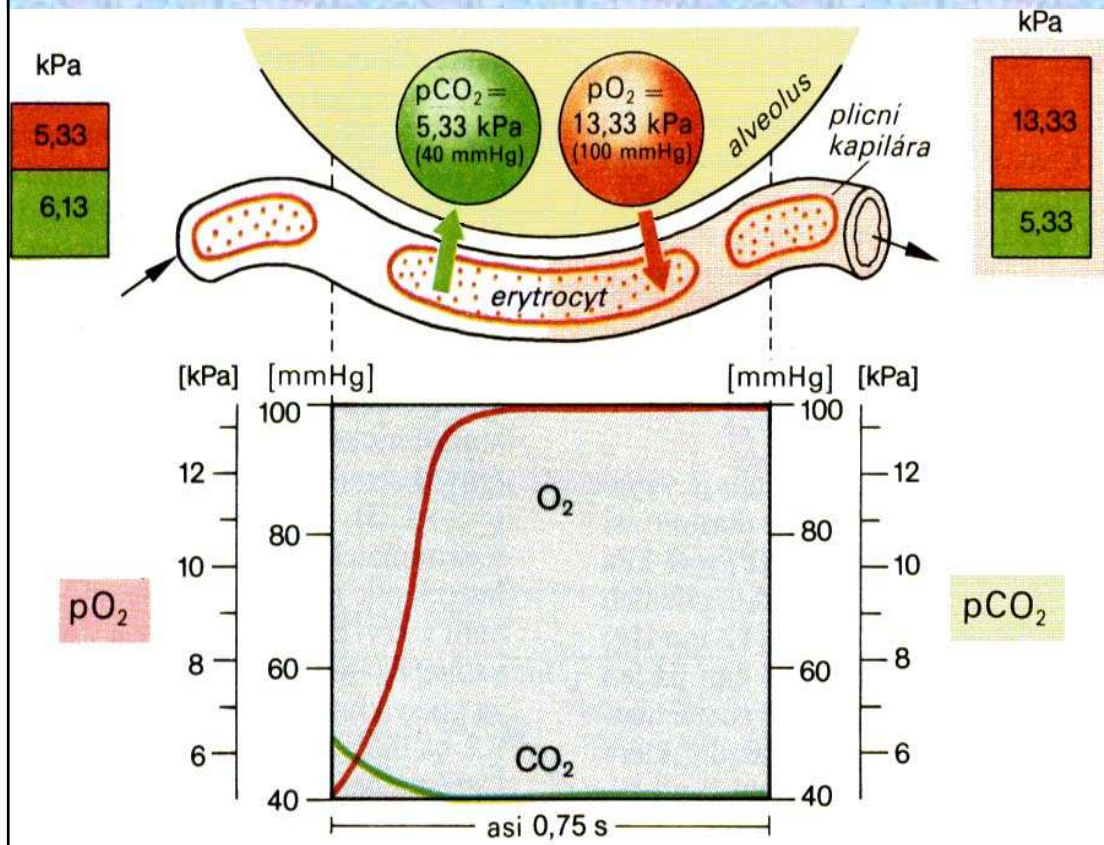
- dechová frekvence f
- minutová ventilace plic \dot{V}
- maximální minutová ventilace $MV\dot{V}$
- jednosekundová vitální kapacita FEV_1

TRANSPORT O_2

Fyzikálně rozpuštěný v plazmě

Chemická vazba na hemoglobin (Fe^{2+})

1 molekula hemoglobinu váže 4 molekuly O_2



TRANSPORT CO₂

fyzikálně rozpuštěný – 5%

chemicky vázaný – KHCO₃ a NaHCO₃ – 75-80%

vazba na plazmatické bílkoviny – karbaminohemoglobin a karbaminoproteiny – 15-20%

-v červených krvinkách

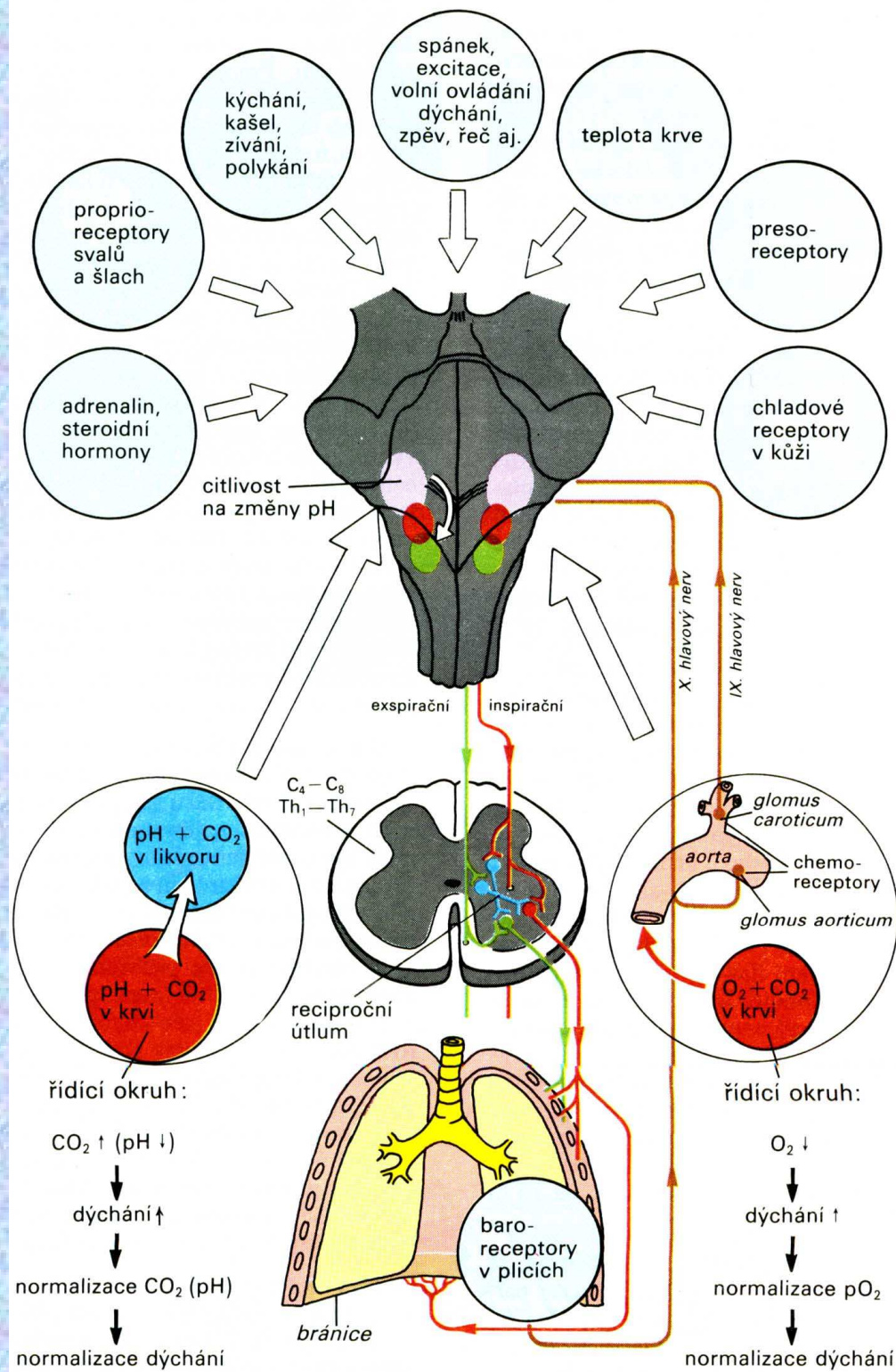
enzym karbondehydrogenáza – urychluje tvorbu a rozklad H₂CO₃



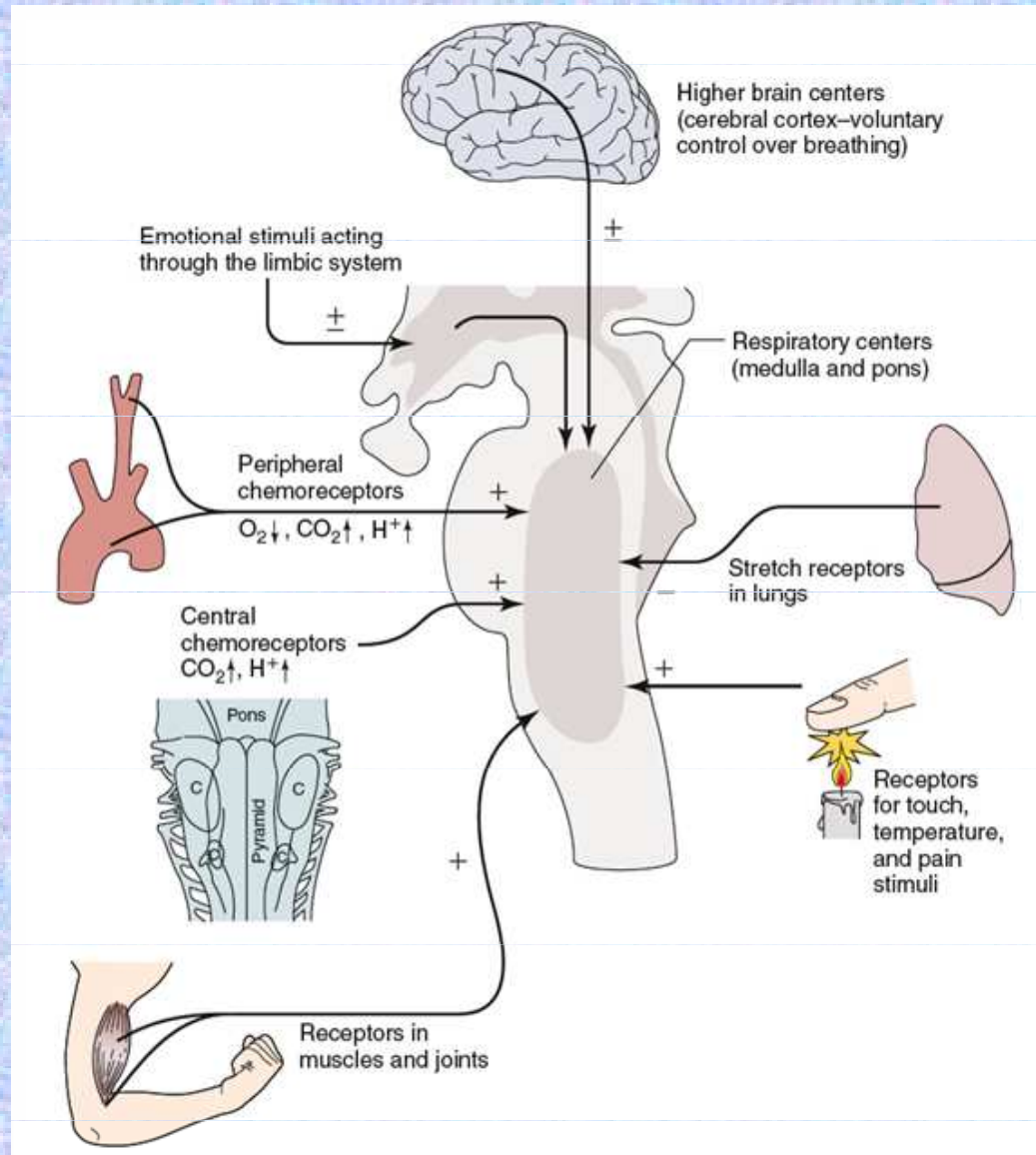
Regulace dýchání

Nervová regulace

Chemická regulace



Regulace dýchání



- **Dýchání je automatický proces, který probíhá mimovolně.**
- **Automaticita dýchání vychází z pravidelné (rytmické) aktivity skupin neuronů anatomicky lokalizovaných v prodloužené míše a její blízkosti.**

- ***Dorzální respirační skupina*** - umístěná bilaterálně na dorzální straně prodloužené míchy, pouze neurony inspirační, vysílající axony k motoneuronům nádechových svalů (bránice, zevní mezižeberní svaly; jejich aktivace=nádech, při jejich relaxaci=výdech), podílí se na klidovém i usilovném nádechu
- ***Ventrální respirační skupina*** - umístěná na ventrolaterální části prodloužené míchy, horní část: neurony jejichž axony aktivují motoneurony hlavních a pomocných nádechových svalů; dolní část: expirační neurony s inervací výdechových svalů (vnitřní mezižeberní svaly). Neurony této skupiny jsou v činnosti pouze při usilovném nádechu a výdechu
- ***Pontinní respirační skupina*** – umístěná dorzálně v horní části mostu, podílí se na kontrole frekvence a hloubky dýchání; ovlivňuje činnost respiračních neuronů v prodloužené míše

Regulovaná veličina:

alveolární ventilace

aby v každém okamžiku zajišťovala

potřeby organismu pro přísun kyslíku a výdej CO₂

(přísun vzduchu do zóny plic, která je v těsném kontaktu s krví –
terminální respirační jednotka)

Z dechového objemu 500ml přijde do oblasti respirace jen 350ml (dech
objem-mrtvý prostor)

Alveolární ventilace $V_A = df \cdot (\text{Dech objem} - \text{Objem mrtvého prostoru})$

$$V_A = 12 \cdot (500 - 150) = 4200 \text{ ml/min}$$

CHEMORECEPCE

Periferní –

glomus caroticum
glomus aorticum

(perfuze 2000 ml/100 g tkáně/min)

pO₂

hypoxie

(pCO₂
(pH

hyperkapnie)
acidóza)

Centrální (centrální chemosenzitivní oblast – ventrální strana prodloužené míchy)

pCO₂

H⁺pH

~~pO₂~~

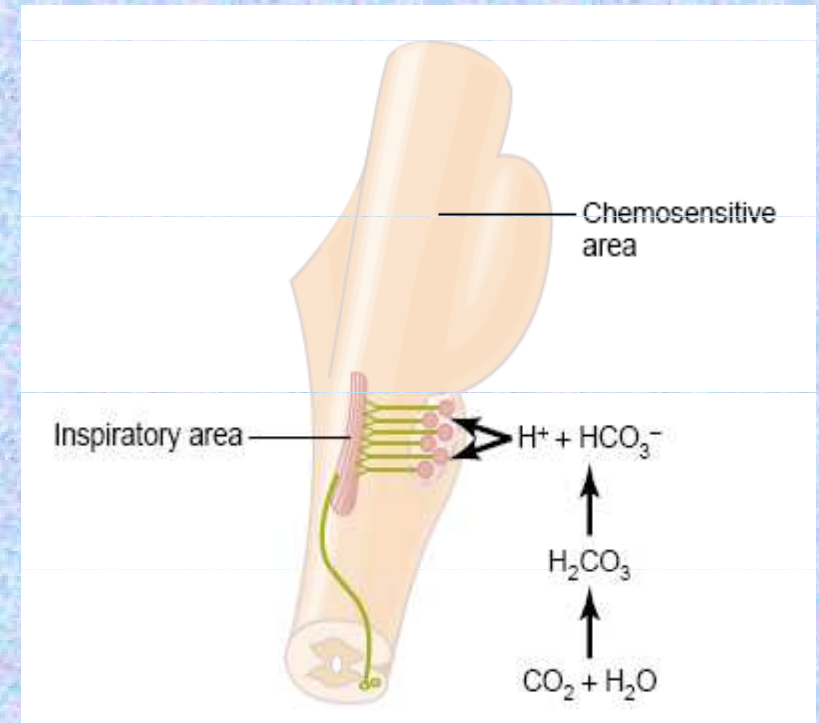
Chemické faktory ovlivňující dechové centrum:

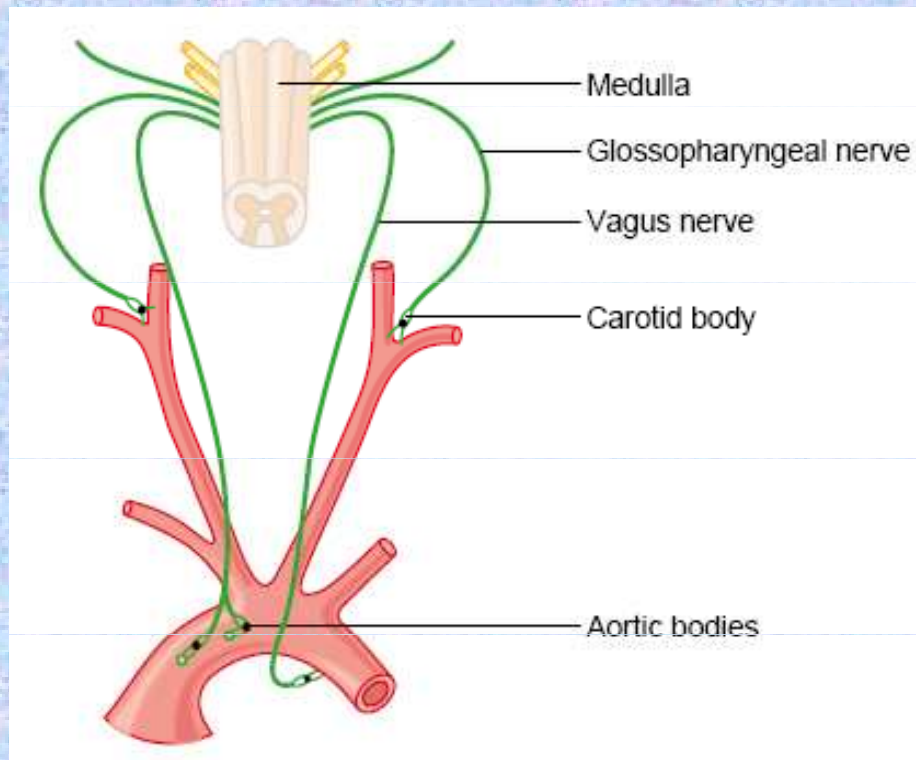
Centrální chemoreceptory

- na ventrální straně prodloužené míchy

Adekvátní podnět: **zvýšení $p\text{CO}_2$**
a **koncentrace H^+**

- centrální chemoreceptor reaguje i na pokles pH z jiných příčin (laktázová acidóza, ketoacidóza)



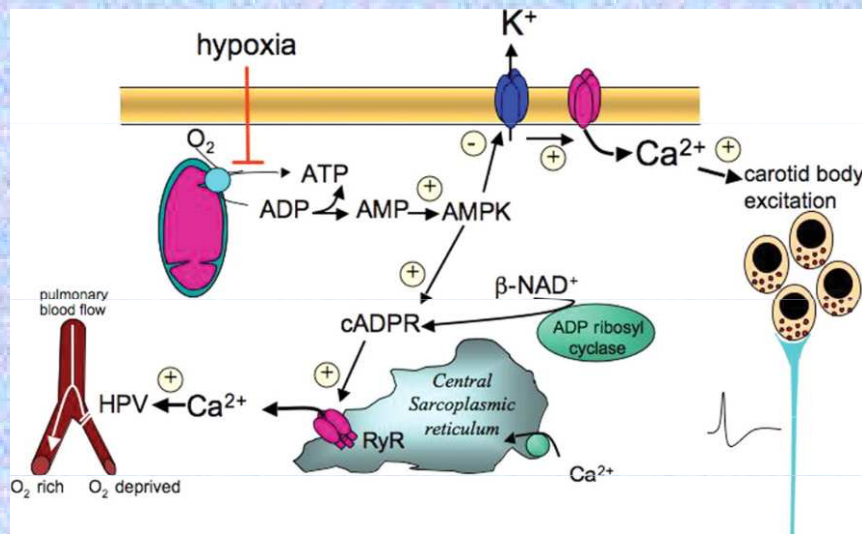


Periferní receptory

– glomus caroticum, glomus aorticum

(Stimulace dýchání probíhá cestou n. vagus a n. glossopharyngeus).

Reagují na **pokles pO_2** , **(zvýšení pCO_2 a pH)**. Obzvláště reagují na pokles pO_2 pod fyziologickou hodnotu v arteriální krvi (12,5kPa).



Mechanismus účinku:

následkem poklesu tvorby ATP v mitochondriích se depolarizuje membrána receptorů a nastává jejich excitace (zvýšení tvorby vzruchů v aferentních nervech)

z

Nechemické vlivy

Různé typy receptorů ve stěnách dýchacích cest

Dráždivé receptory ve sliznici dýchacích cest – rychle se adaptující, Stimulovány řadou chemických látek (histamin, serotonin, cigaretový kouř). Společnou odpovědí na podráždění je zvýšená sekrece hlenu, zúžení laryngu a bronchů

C-receptory (v blízkosti plicních cév =J receptory)– volná nervová zakončení vagových nemyelinizovaných vláken (typu C) v intersticiu bronchů a alveolů; Podráždění mechanické (zvýšené roztažení plic, zvýšený tlak v plicním oběhu, plicní edém) i chemické; Reflexní odpověď – zrychlené mělké dýchání, bronchokonstrikce, zvýšená produkce hlenu, dráždivý kašel

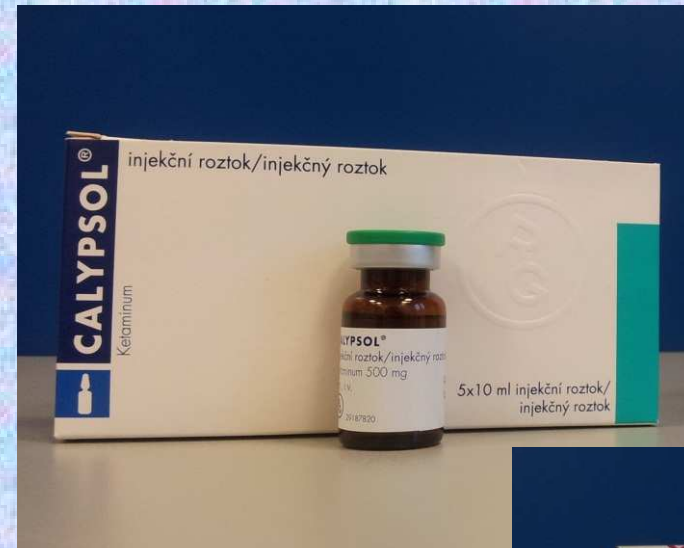
Tahové receptory (stretch receptory) pomalu se adaptující, v hladké svalovině trachei a bronchů; jejich podráždění tlumí aktivitu respiračního centra v mozkovém kmeni – **Hering-Breuerovy reflexy**.

PŘÍPRAVA ZVÍŘETE K EXPERIMENTU - ANESTEZIE

INHALAČNÍ ÚVOD



STŘEDNĚDOBÁ INJEKČNÍ ANESTEZIE (APLIKACE I.M.)



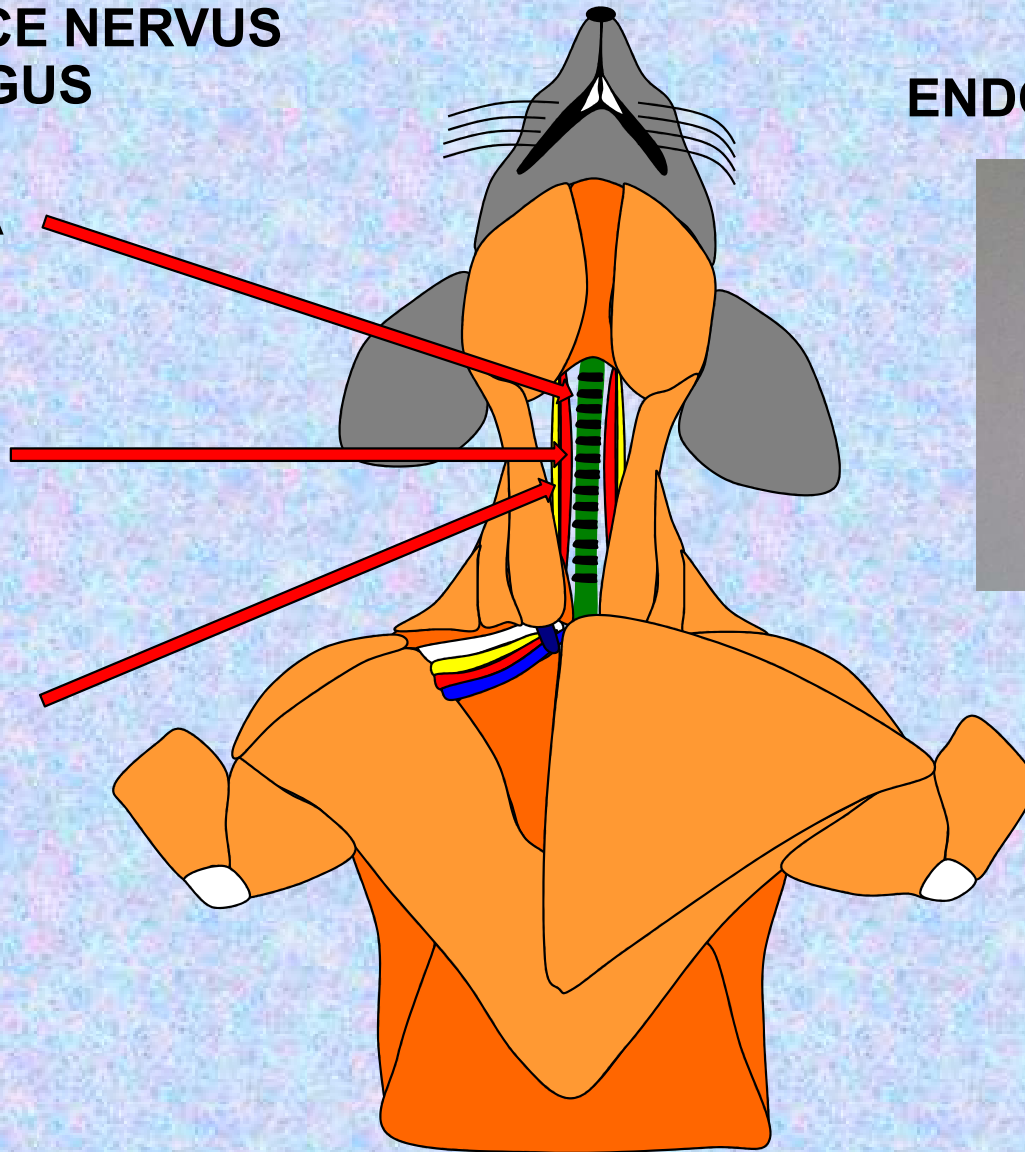
PŘÍPRAVA ZVÍŘETE K EXPERIMENTU

PREPARACE NERVUS
VAGUS

TRACHEA

A. CAROTIS

N. VAGUS

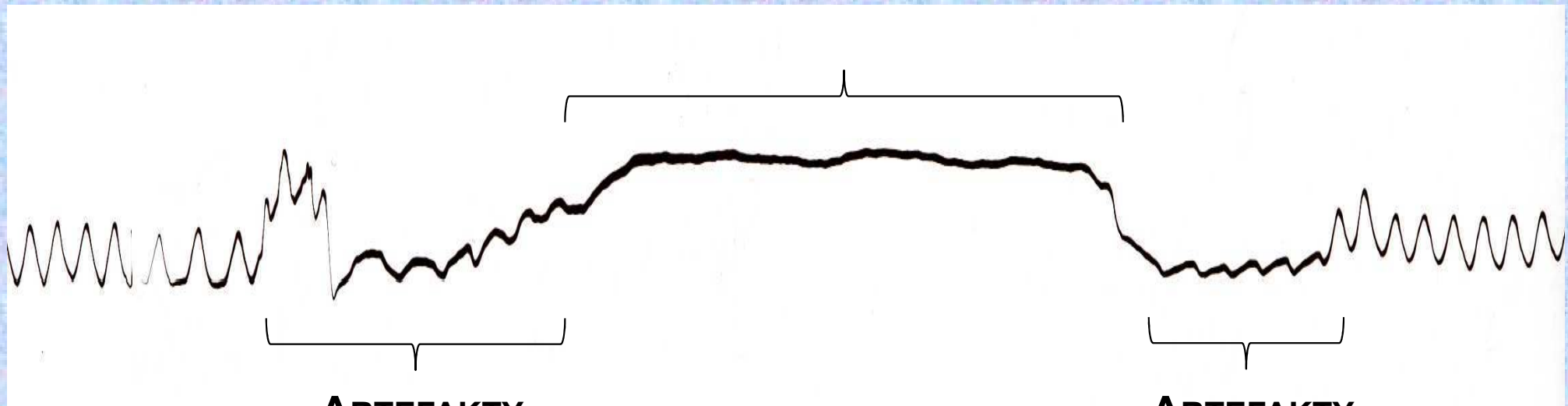


ZAVEDENÍ
ENDOTRACHEÁLNÍ KANYLY



HERING-BREUEROVY REFLEXY

REFLEXNÍ ZÁSTAVA DECHU (INFLAČNÍ REFLEX)



ARTEFAKTY
(PŘI APLIKACI PŘETLAKU)

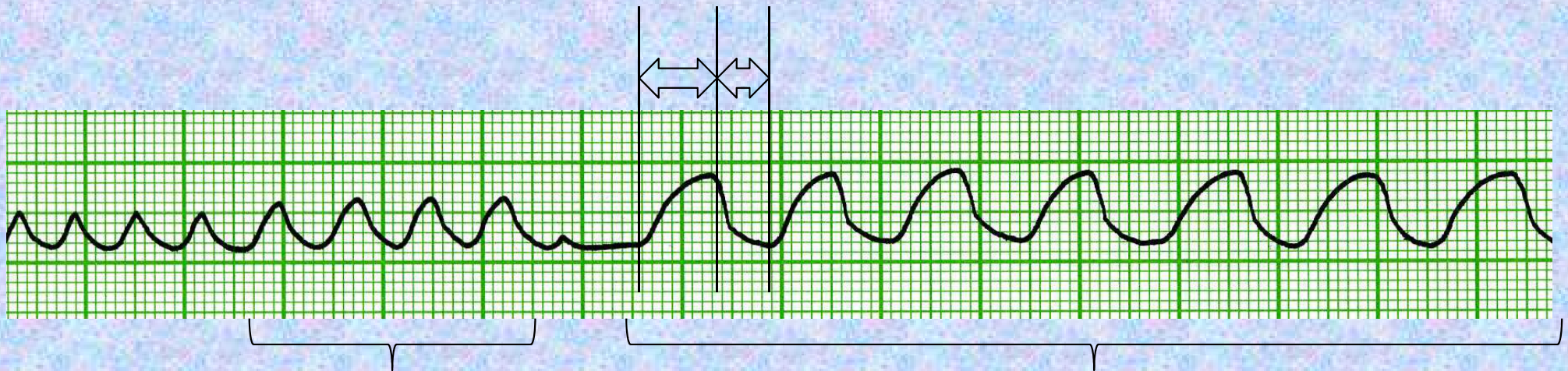
ARTEFAKTY
(PŘI RUŠENÍ PŘETLAKU)

VAGOTOMIE

Pro **důkaz** toho, že informace z mechanoreceptorů o rozepnutí či smrštění plic je vedena cestou nervus vagus, byla **provedena vagotomie**.

Dochází ke **změně charakteru dýchání**: potkan dýchá pravidelné se zpomalenou frekvencí, je prodlouženo inspirium ve vztahu k expiriu, zvětšuje se dechový objem.

NÁDECH VÝDECH



JEDNOSTRANNÁ
VAGOTOMIE

OBOUSTRANNÁ
VAGOTOMIE

Další vlivy:

Baroreceptory – vagové manévry – tlumí i respirační centrum

Podráždění **proprioceptorů svalů a kloubů** při aktivním i pasivním pohybu končetin ovlivňuje činnost respiračních neuronů v mozkovém kmeni (uplatnění pro vzestup plicní ventilace při svalové práci)

Aferentace z **proprioceptorů inspiračních svalů** pomáhá prostřednictvím zpětné vazby přizpůsobit sílu kontrakce těchto svalů aktuálnímu odporu hrudníku a dýchacích cest tak, aby bylo dosaženo požadovaného dechového objemu

Vyšší nervová centra

Limbický systém, hypotalamus – ovlivnění dýchání při silné bolesti či emocích
Kolaterály kortikospinálních drah=mozková kůra – aktivuje respirační centra při svalové práci

Ovlivnění vůlí

Zadržení dechu při potápění, změnit rytmicitu dýchání při mluvení, zpívání, hře na dechový nástroj. Dráhy vycházející z motorické kůry přímo ovlivňují činnost motoneuronů dýchacích svalů = automatická a volní kontrola od sebe odděleny (lze regulovat dýchání vlastní vůlí za fyziologických podmínek, dokud nedojde k výrazným odchylkám pO_2 , pCO_2 , H^+ - pak je volní kontrola nahrazena automatickou

Vliv tělesné teploty

nepřímo – přes urychlení metabolismu; přímá stimulace dechového centra zvýšenou teplotou

Humorální regulace

- Ovlivnění přímo přes CNS a dechové centrum
- Stimulační účinek: serotonin, acetylcholin, histamin, prostaglandiny, progesteron
- Inhibiční vlivy: dopamin, noradrenalin, endorfiny(vazbou na receptory v CNS)