

Dýchací systém

ANATOMIE DÝCHACÍCH CEST

Dutina nosní

Dutina ústní

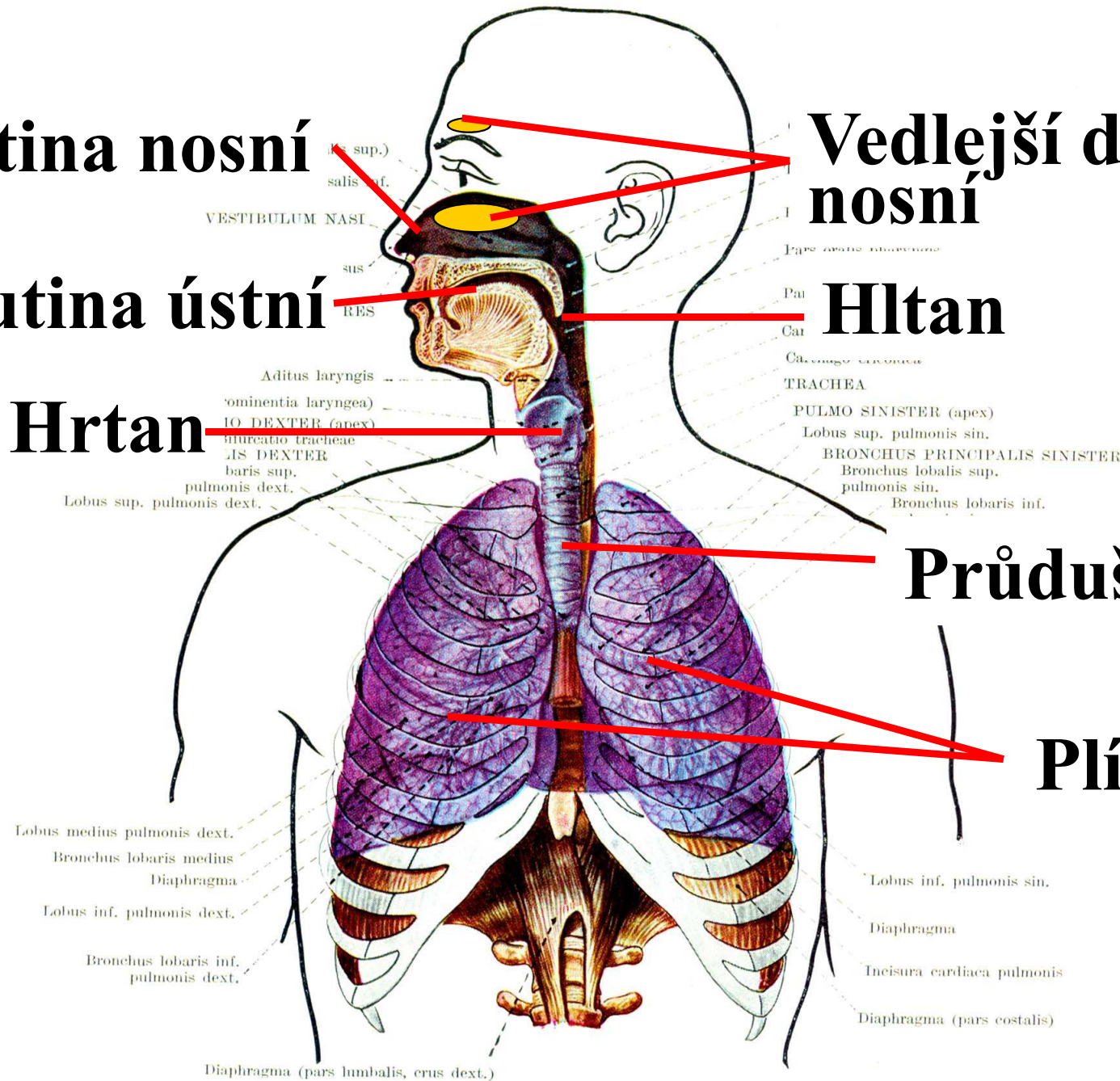
Hrtan

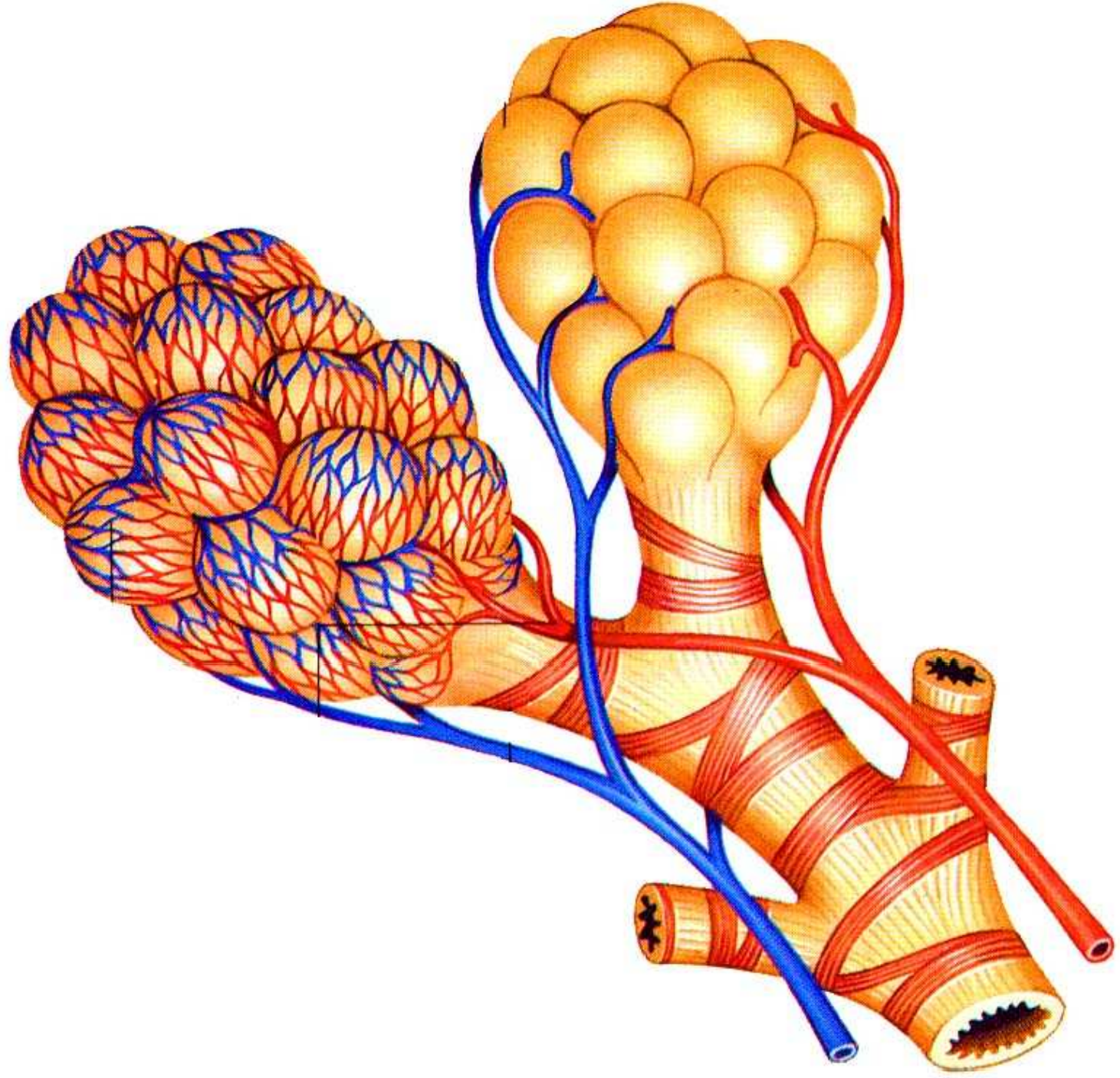
Vedlejší dutiny nosní

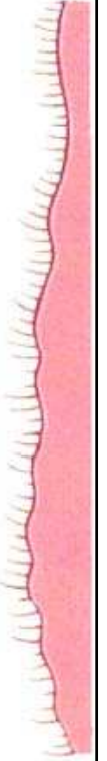
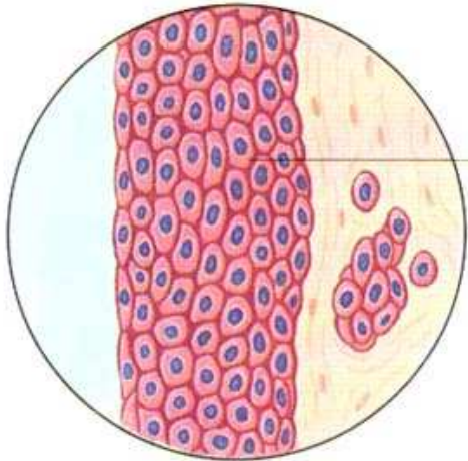
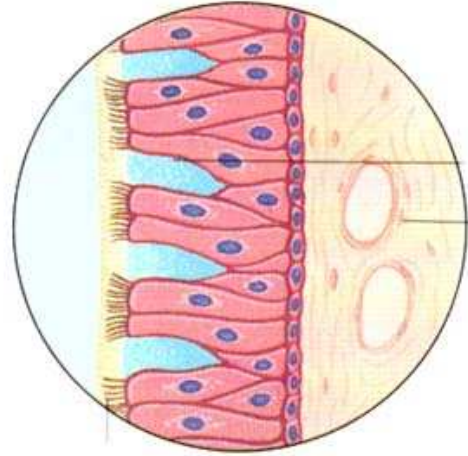
Hltan

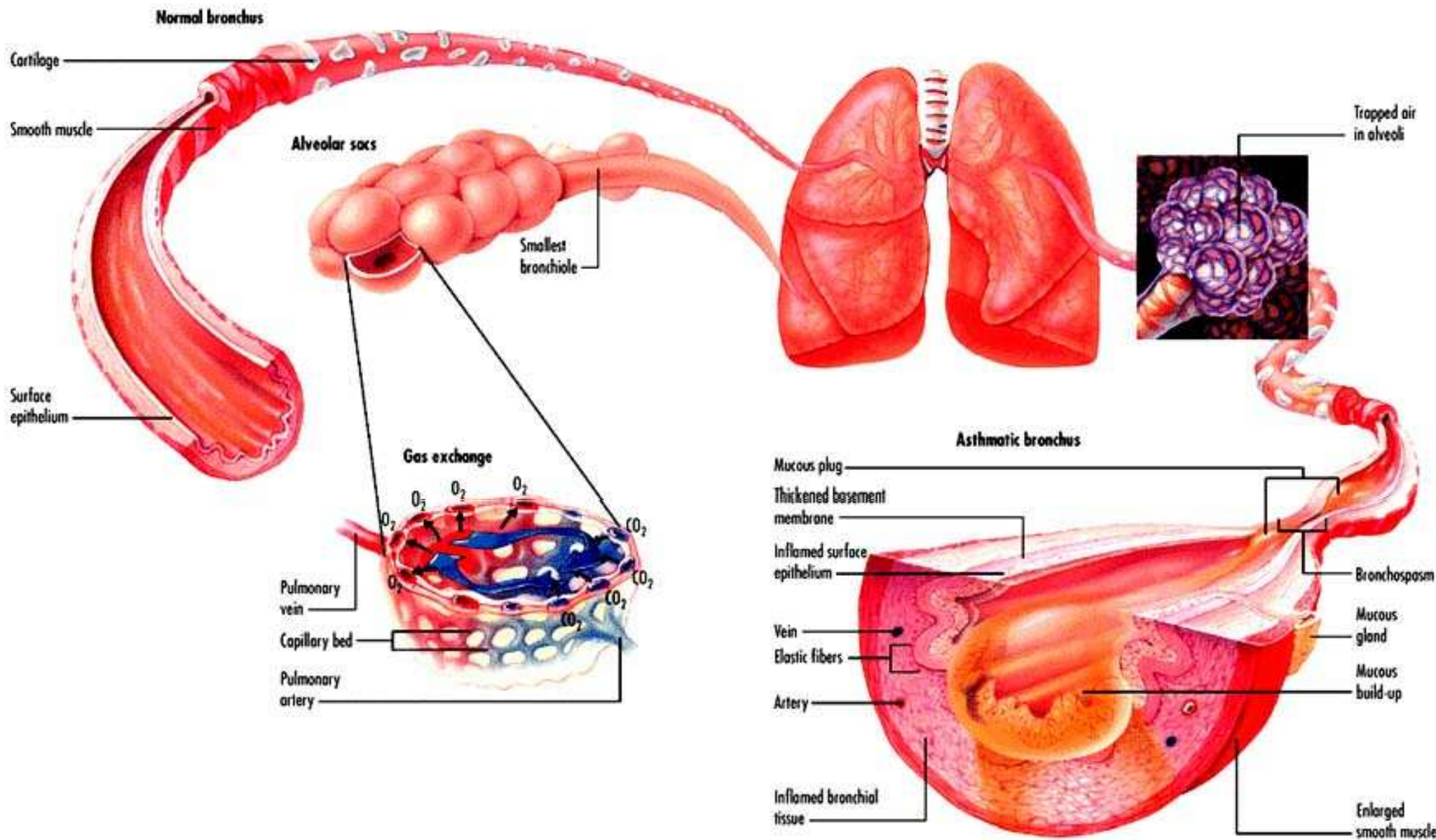
Průdušnice

Plíce





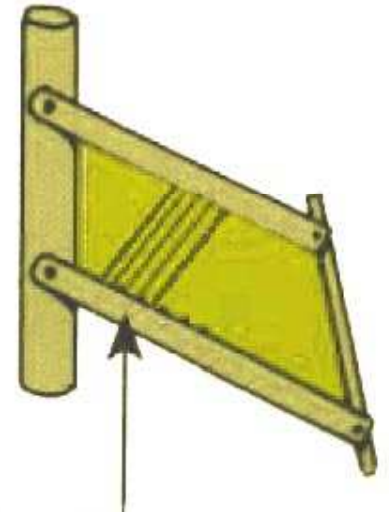
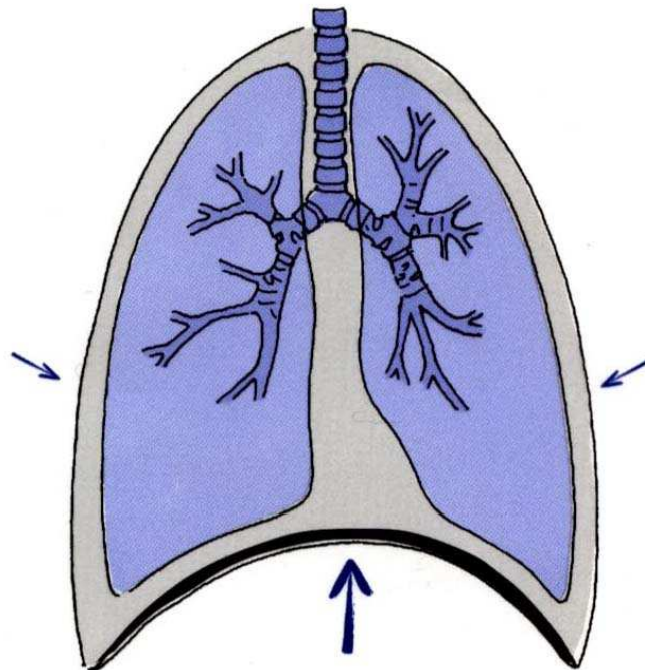
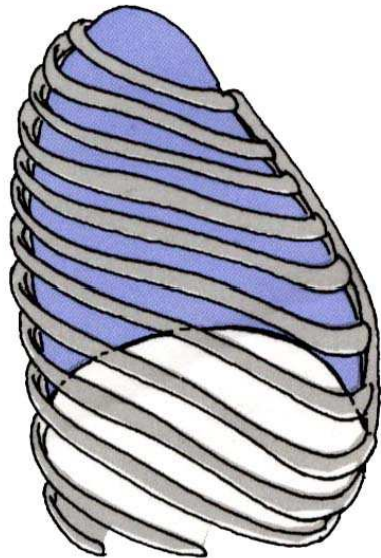
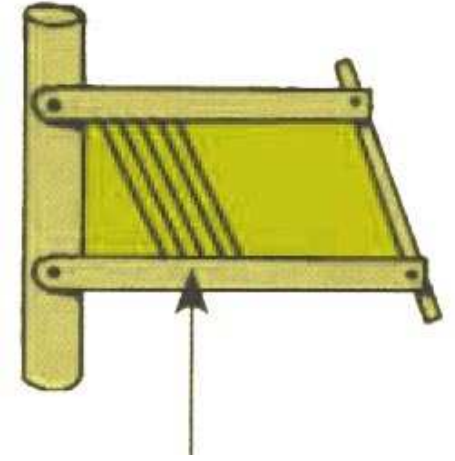
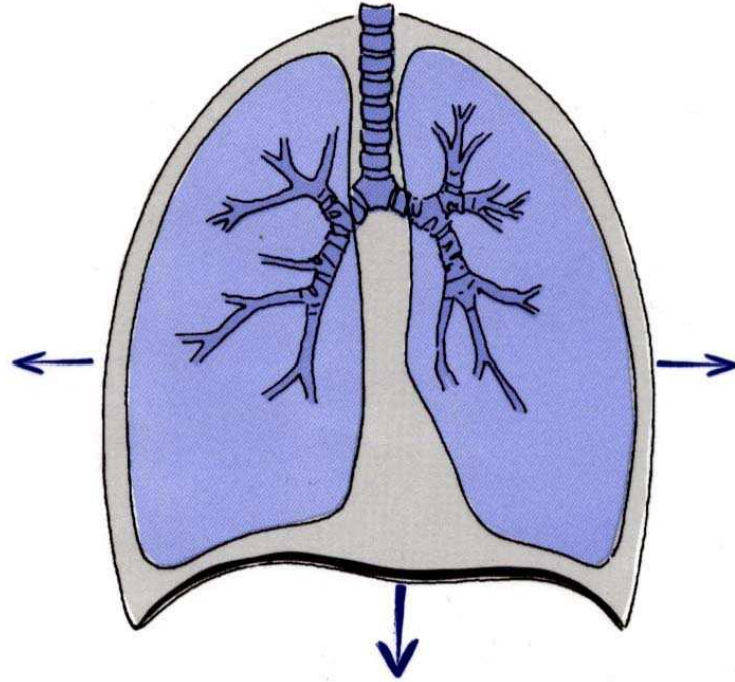
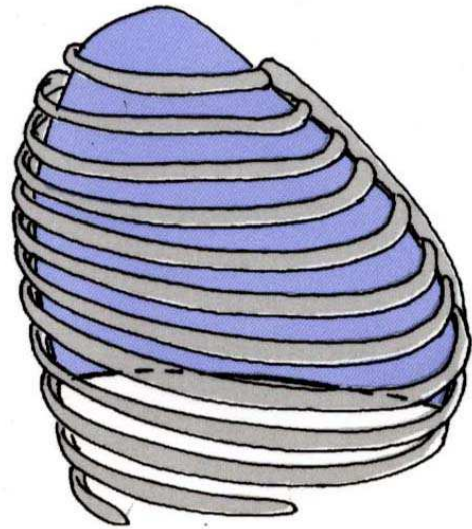


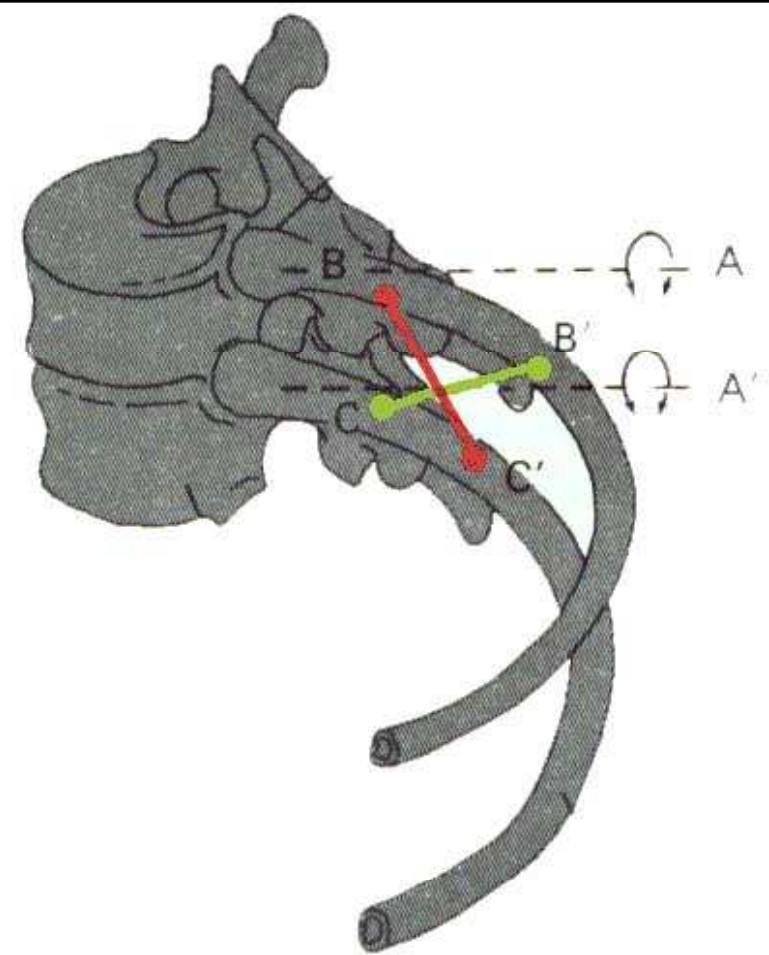
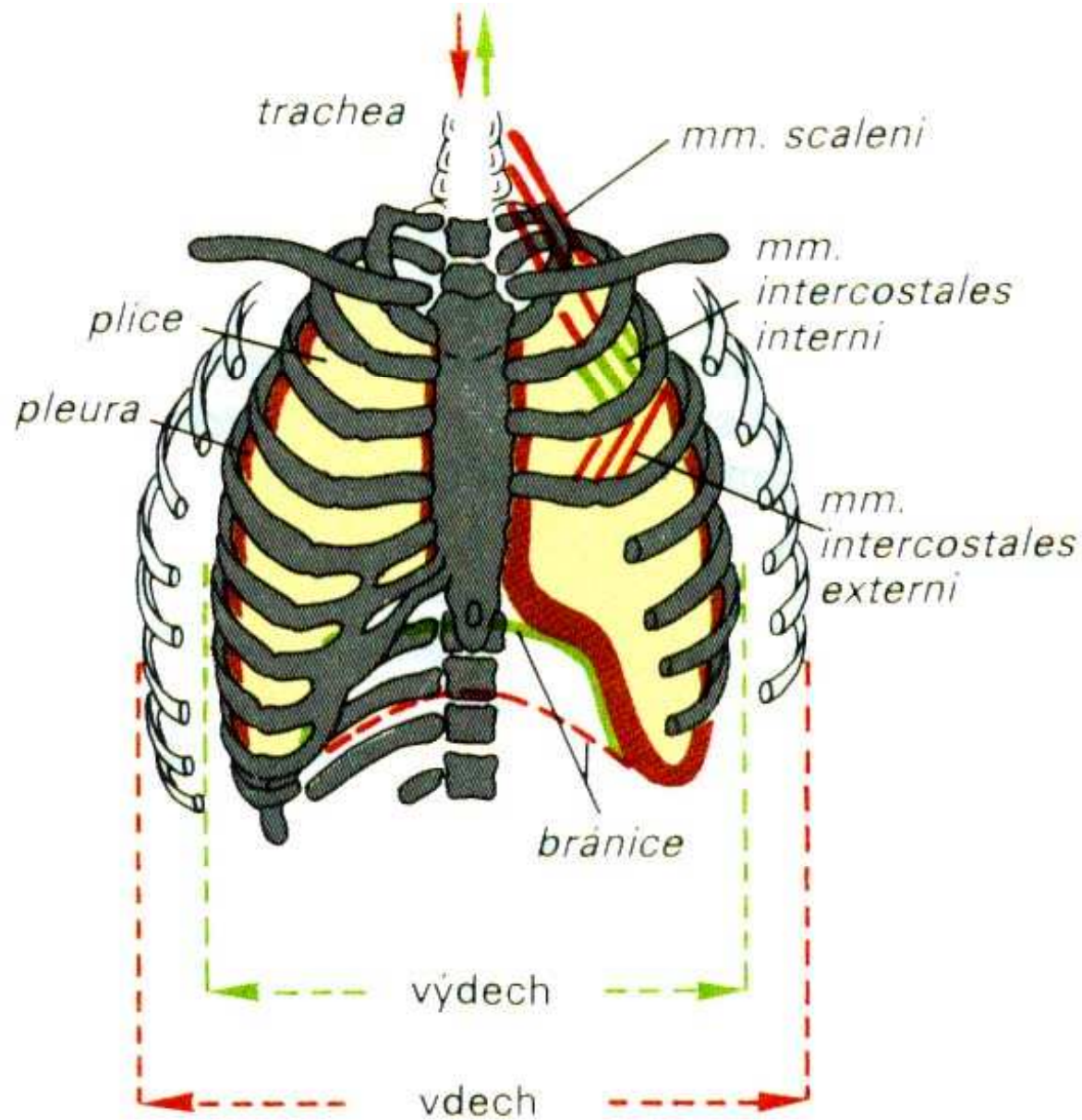


Hlavní nádechové svaly: bránice, zevní mezižební svaly

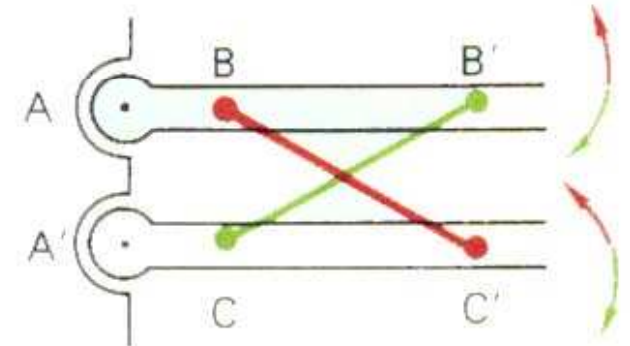
Pomocné dýchací svaly: m. sternocleidomastoideus, skupina skalenových svalů

Výdechové svaly: vnitřní mezižební svaly, svaly přední stěny břišní





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

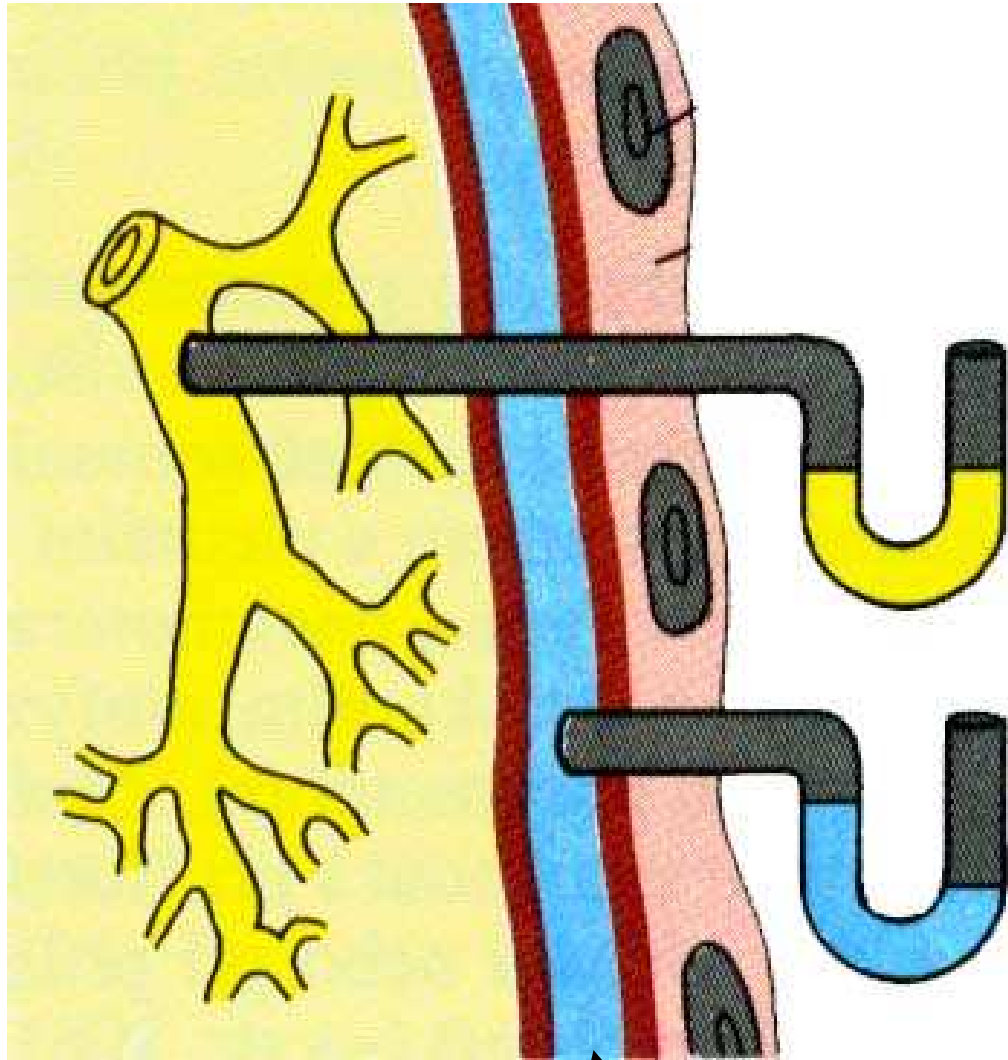


páka $A - B' > A' - C$ → klesání žeber

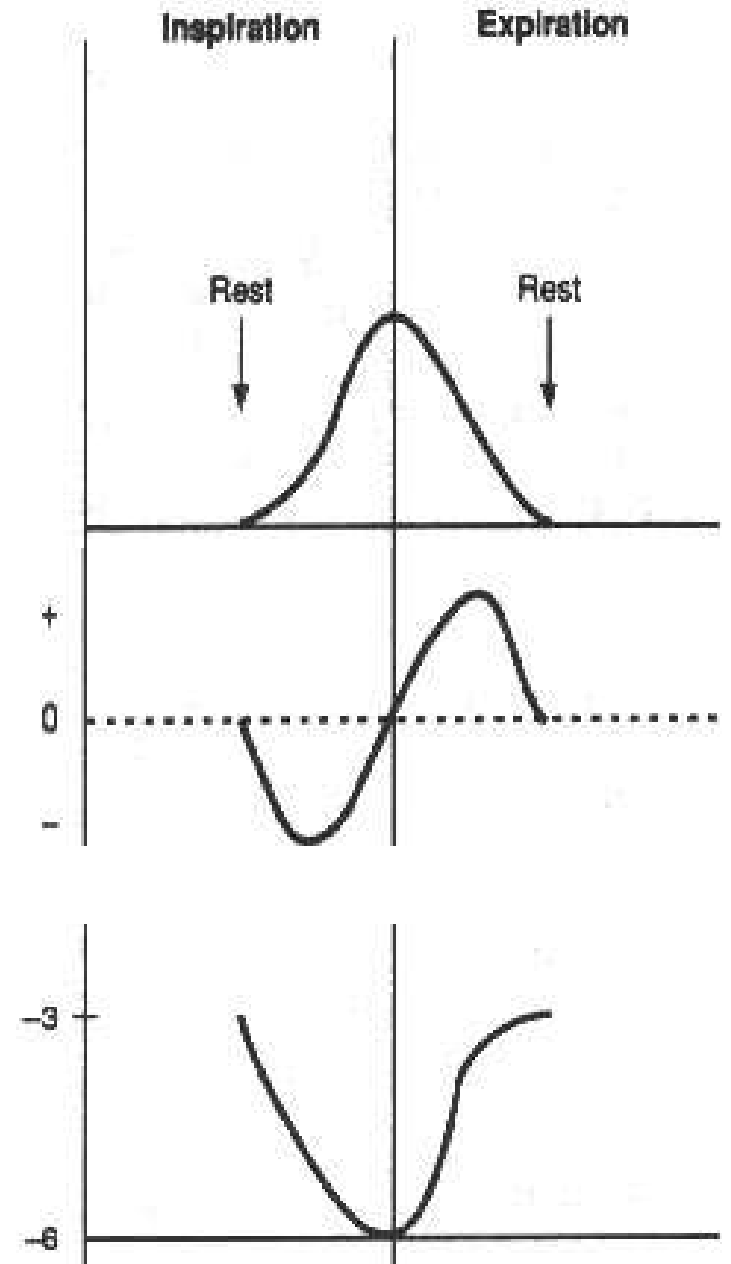
PLEURA

pulmonalis

parietalis



pleurální šterbina



ELASTICKÉ VLASTNOSTI PLIC

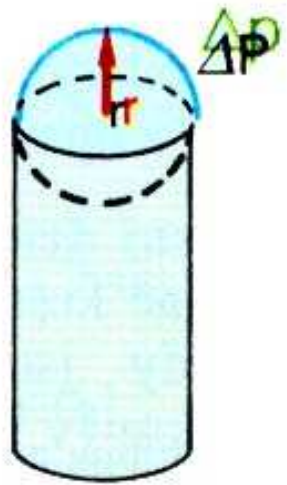
plicní poddajnost (**compliance**): $C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$

Faktory ovlivňující elastické vlastnosti plic:

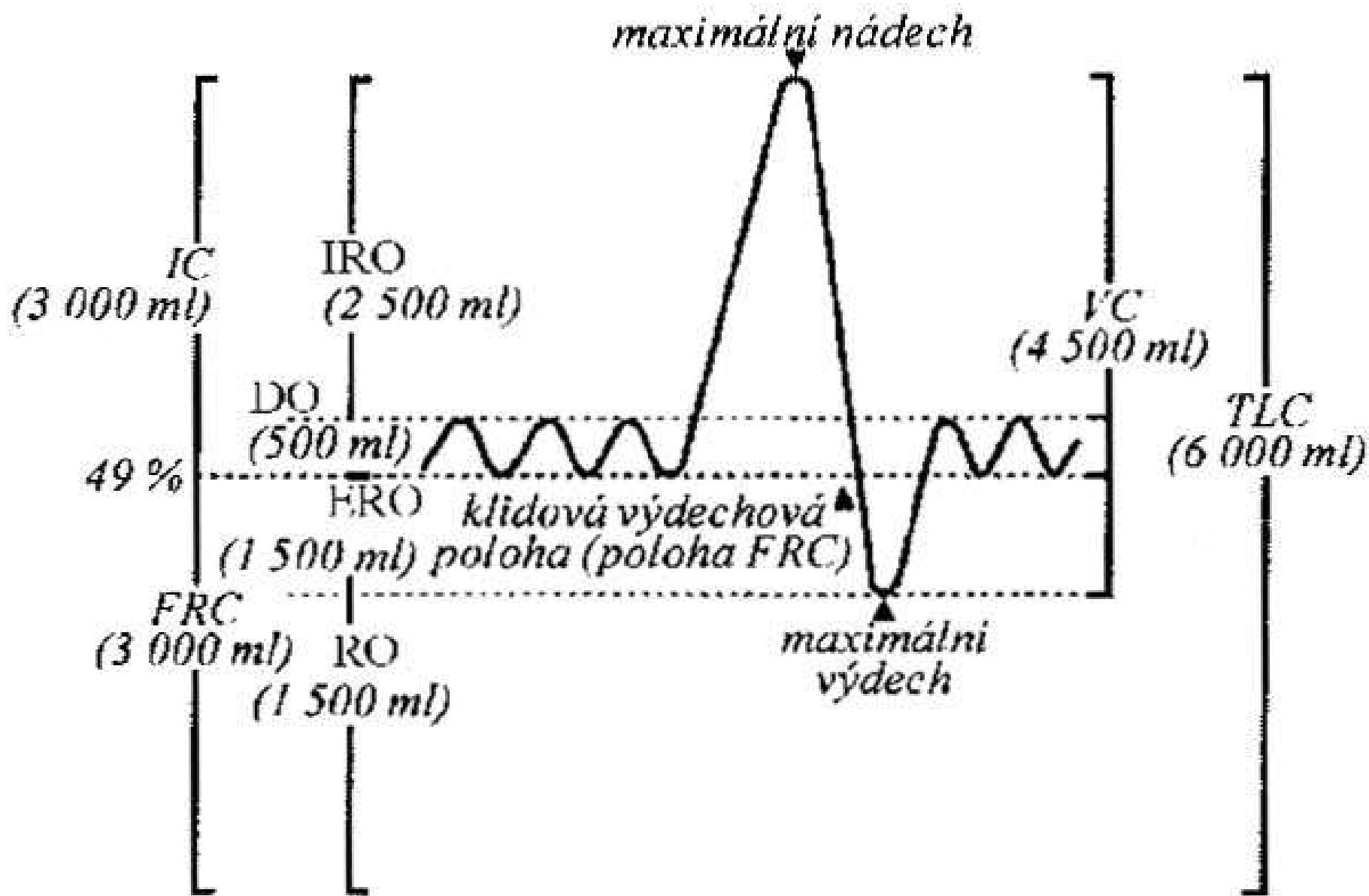
stavba plic: přítomnost elastických vláken

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)

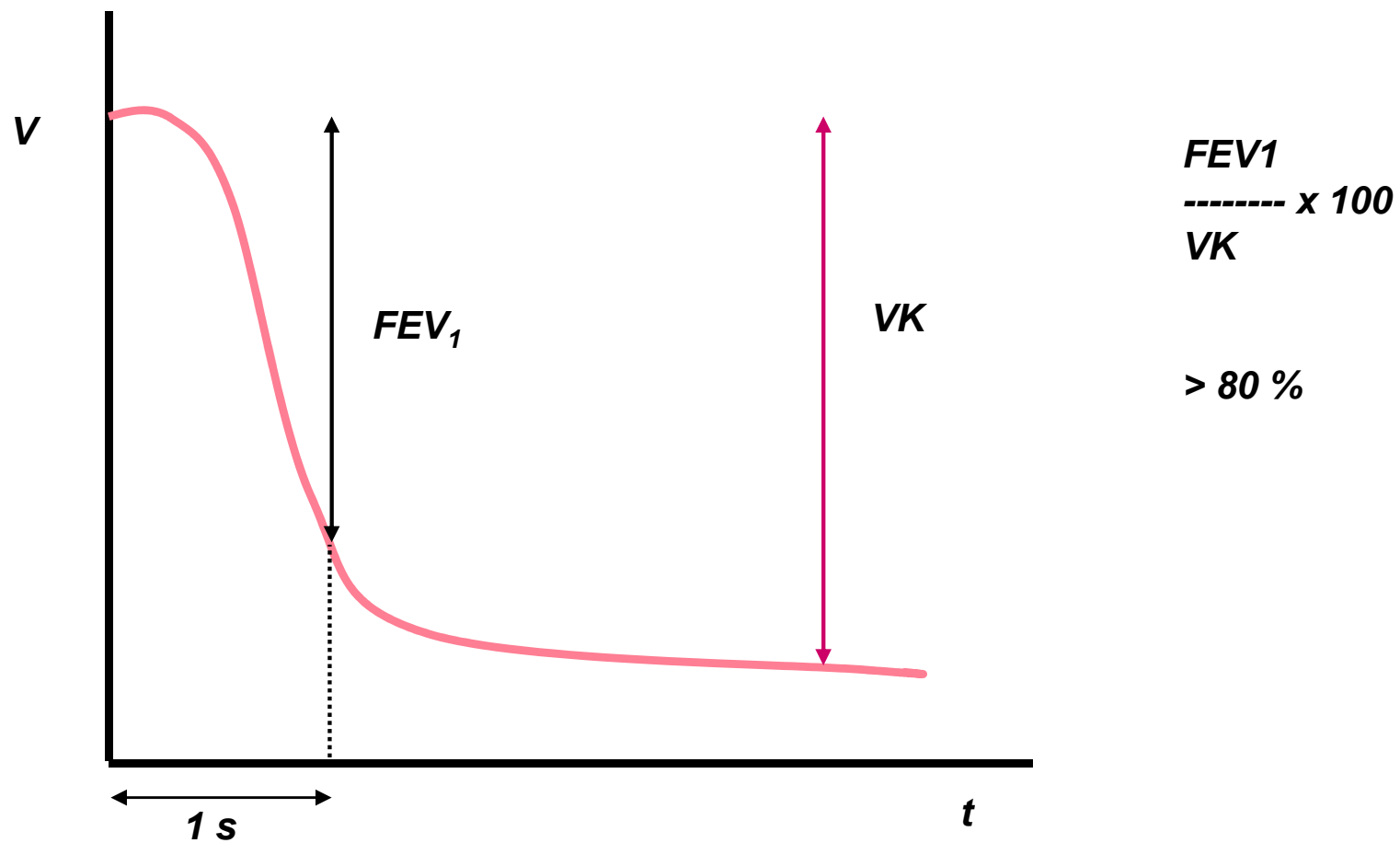
Statické plicní kapacity:

- 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) = $ERO + RO$

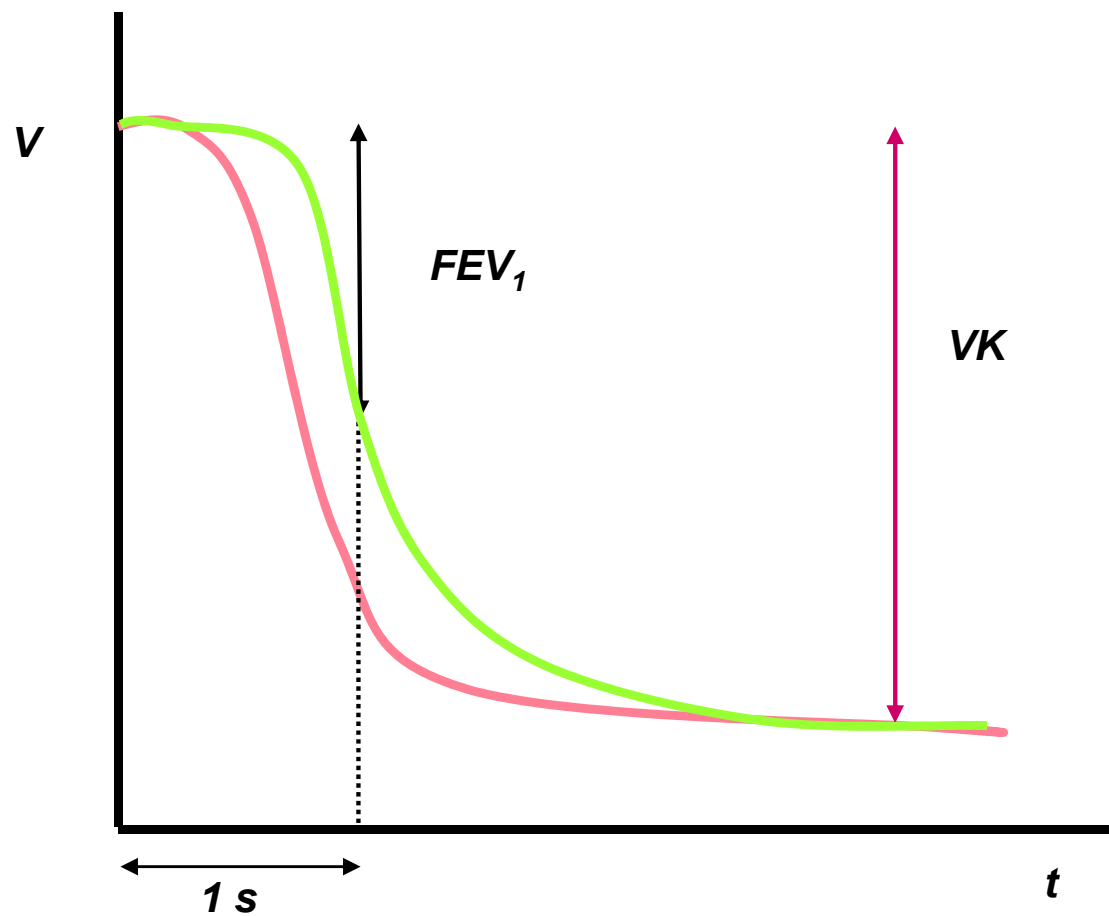
Dynamické plicní parametry:

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

DYNAMICKÉ OBJEMY



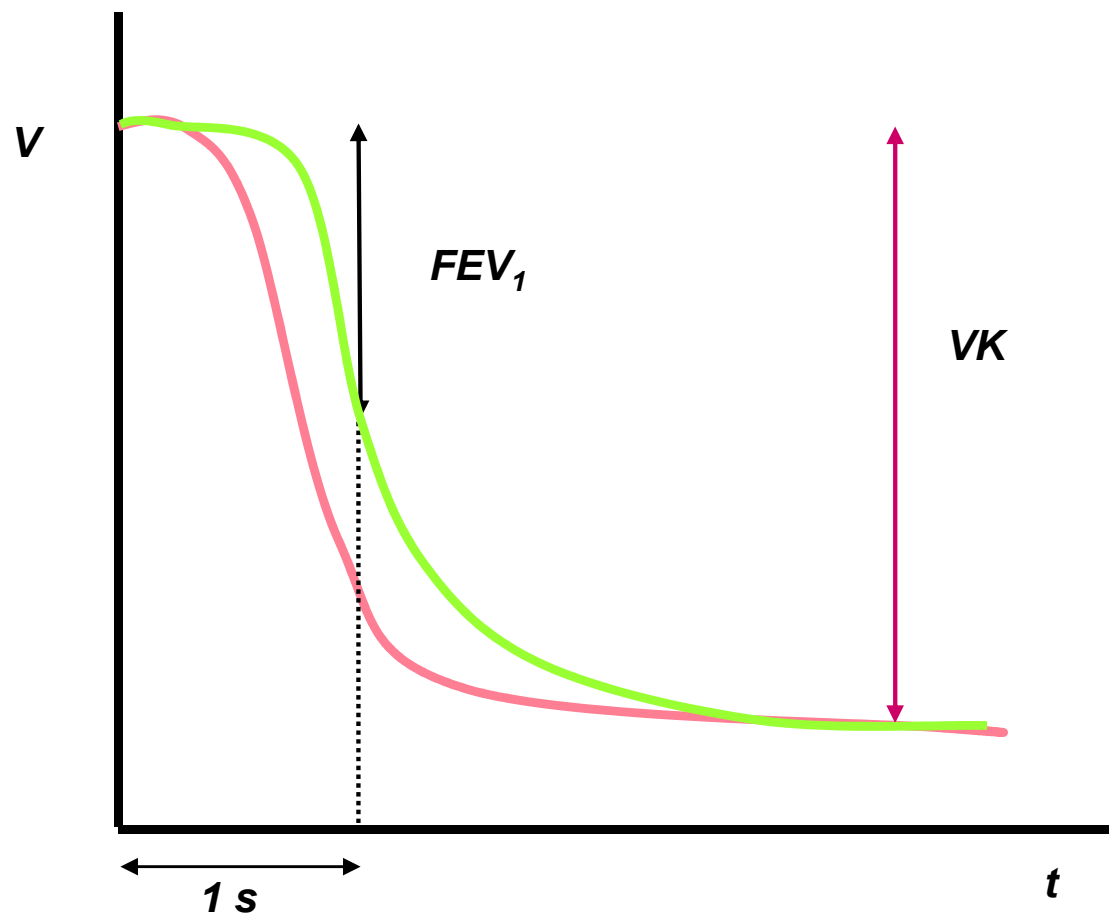
DYNAMICKÉ OBJEMY



OBSTRUKCE

$\downarrow FEV_1$
 $= VK$

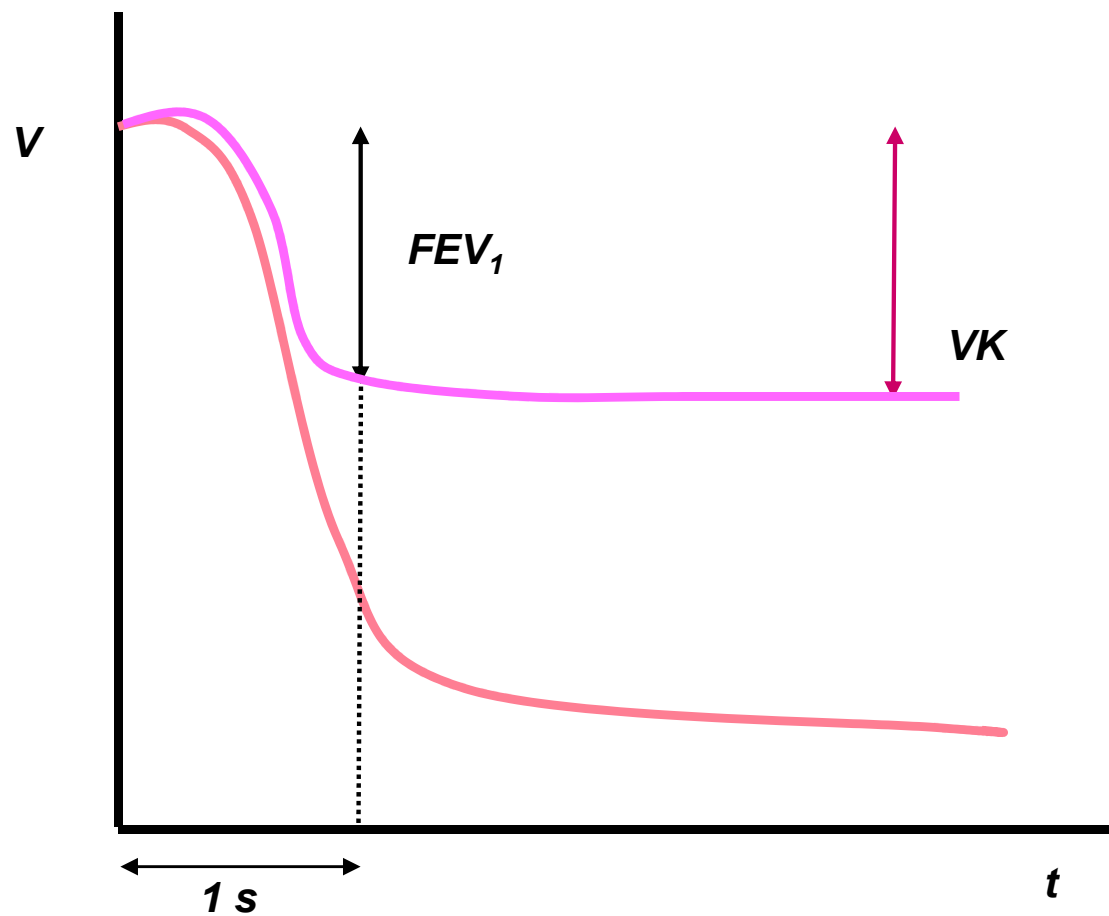
DYNAMICKÉ OBJEMY



Předřazený odpor

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

DYNAMICKÉ OBJEMY



RESTRIKCE

= FEV_1

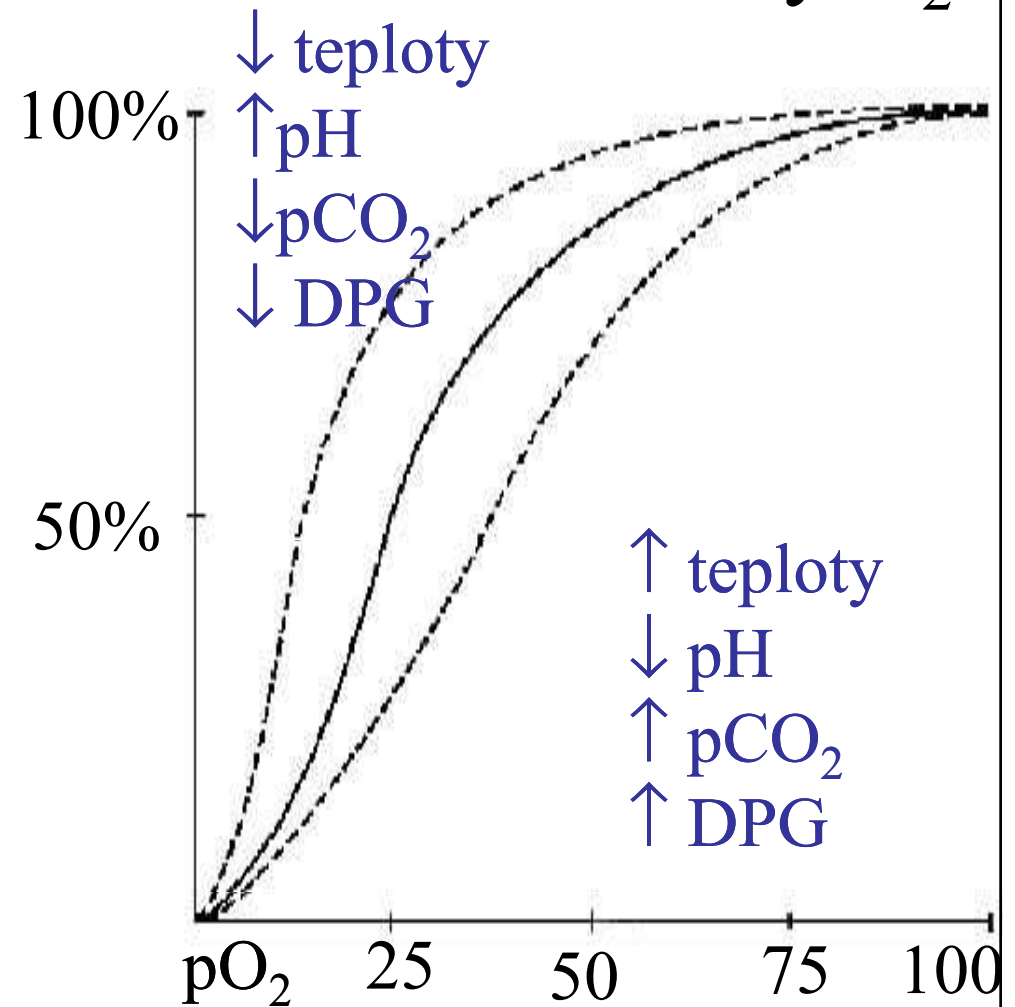
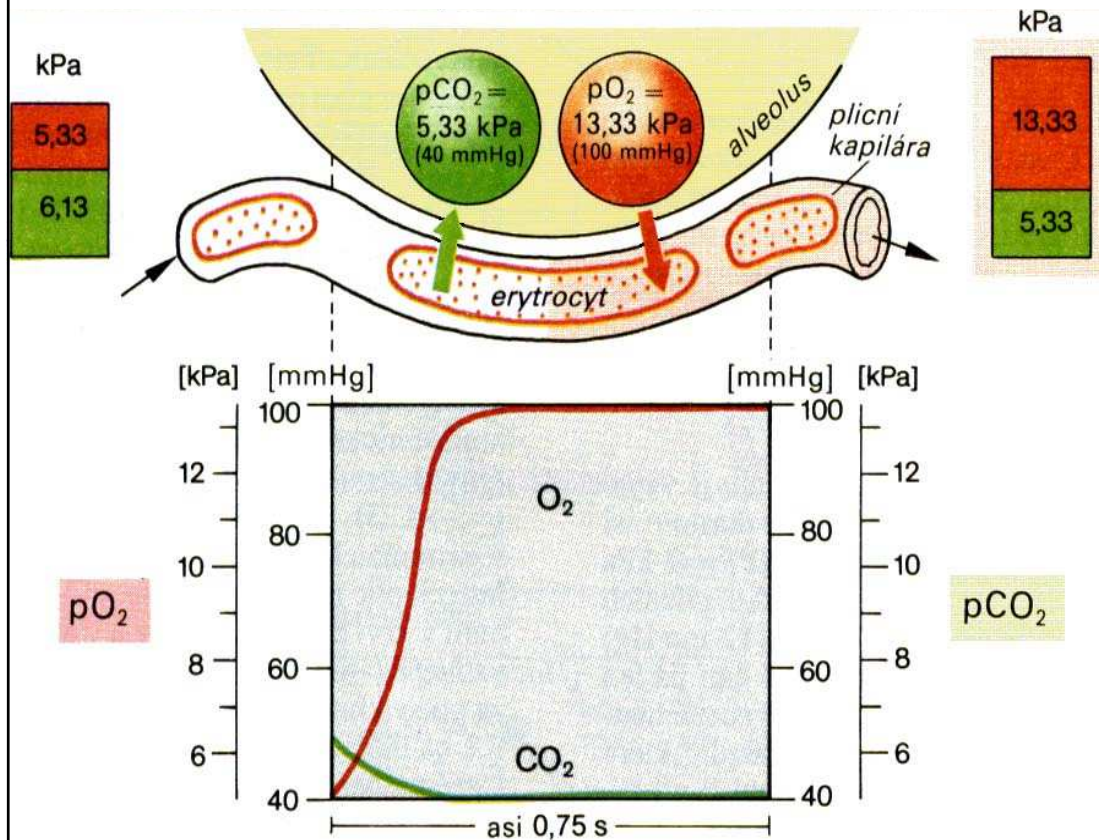
↓ VK

TRANSPORT O₂

Fyzikálně rozpuštěný v plazmě

Chemická vazba na hemoglobin (Fe²⁺)

1 molekula hemoglobinu váže 4 molekuly O₂



TRANSPORT CO₂

fyzikálně rozpuštěný – 5%

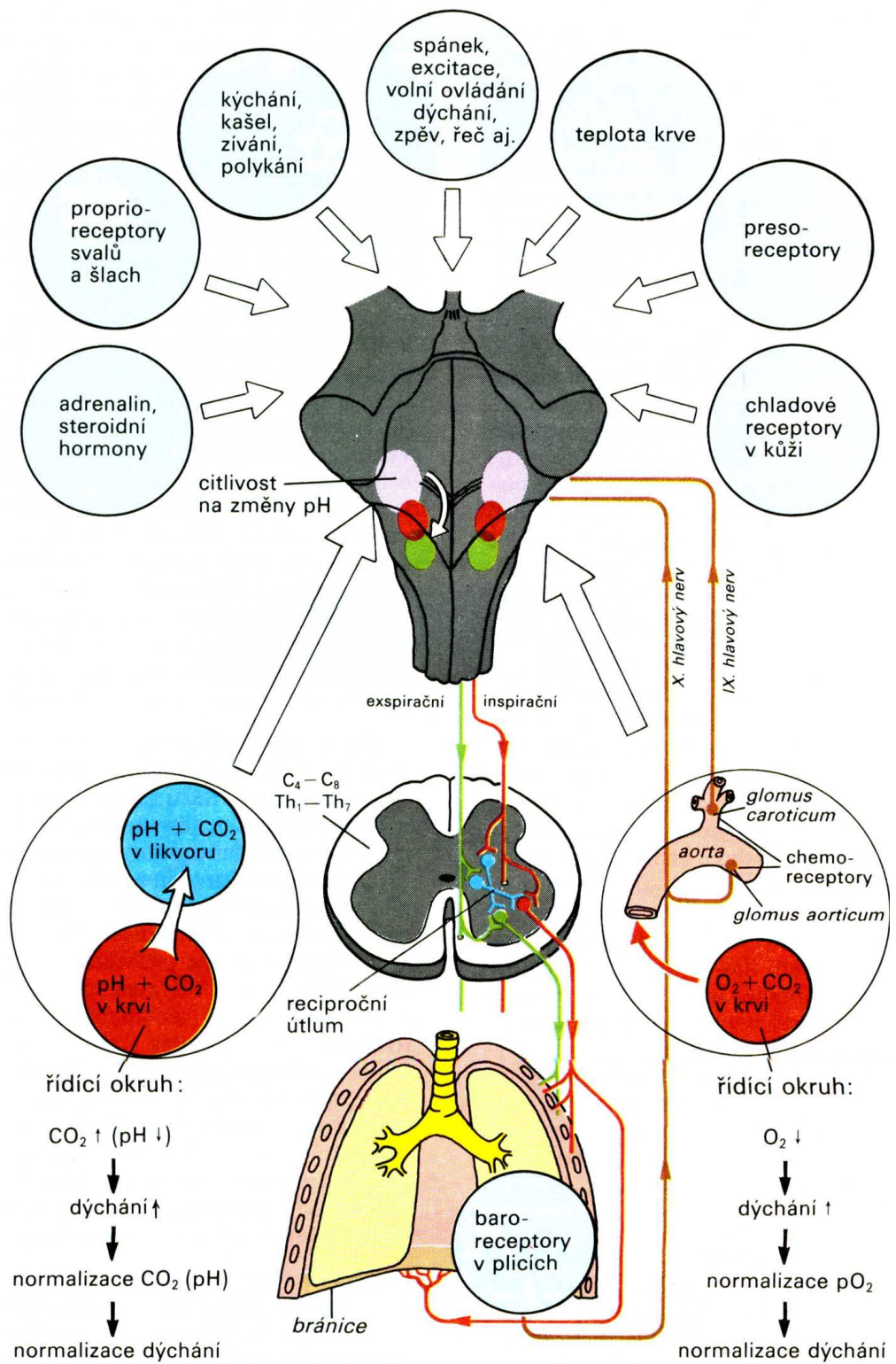
chemicky vázaný – KHCO₃ a NaHCO₃ – 75-80%

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

-v červených krvinkách

enzym karbondehydrogenáza – urychluje tvorbu a rozklad H₂CO₃





Periodické dýchání

- Není pravidelné, rytmické, ale dýchání probíhá v periodách („chvilku se dýchá, chvilku se nedýchá“)
- **CHEYNE-STOKESOVO** dýchání
- **BIOTOVO** dýchání
- **Lapavé** dýchání („gasping“)
- **KUSSMAULOVO** dýchání u diabetického komatu

HYPERVERVENTILACE

- **Definice:** zrychlené a současně i prohloubené dýchání
- U člověka je nejčastější příčina kombinace úzkosti a bolesti
- V průběhu dochází ke snižování $p\text{CO}_2$ (hypokapnie) a zvyšování $p\text{O}_2$ (hyperoxie) – je vyvolána vazokonstrikce mozkových cév
- Příznaky: hučení v uších, pocit lehkosti v hlavě a další
- Odstranění příznaků - zvýšením $p\text{CO}_2$ v těle – např. zpětným dýcháním ze sáčku

HYPOXIE

=nedostatek kyslíku ve tkáních

Hypoxická hypoxie - ↓ pO_2 v okolí (např. výšková nemoc u horolezců)

Anemická hypoxie - ↓ koncentrace hemoglobinu

Ischemická hypoxie - ↓ průtoku, není dodáváno dostatečné množství O_2

Histotoxická hypoxie - dodávka O_2 přiměřená, zábrana využití O_2 buňkami

HYPERKAPNIE - \uparrow CO₂

Deprese CNS - zmatenost, poruchy smyslové ostrosti, nakonec koma s útlumem dýchání a smrt

HYPOKAPNIE - \downarrow CO₂

Hypoxie mozku díky vazokonstrikci cév - ztráta orientace, závratě, parestézie

KYSLÍKOVÁ KASKÁDA

mmHg

Suchý atmosferický vzduch

159

Zvlhčený zahřátý atmosferický vzduch

149

Ideální alveolární plyn

105

End-exspirovaný vzduch

105

Arteriální krev

77

Cytoplazma – mitochondrie

3-10

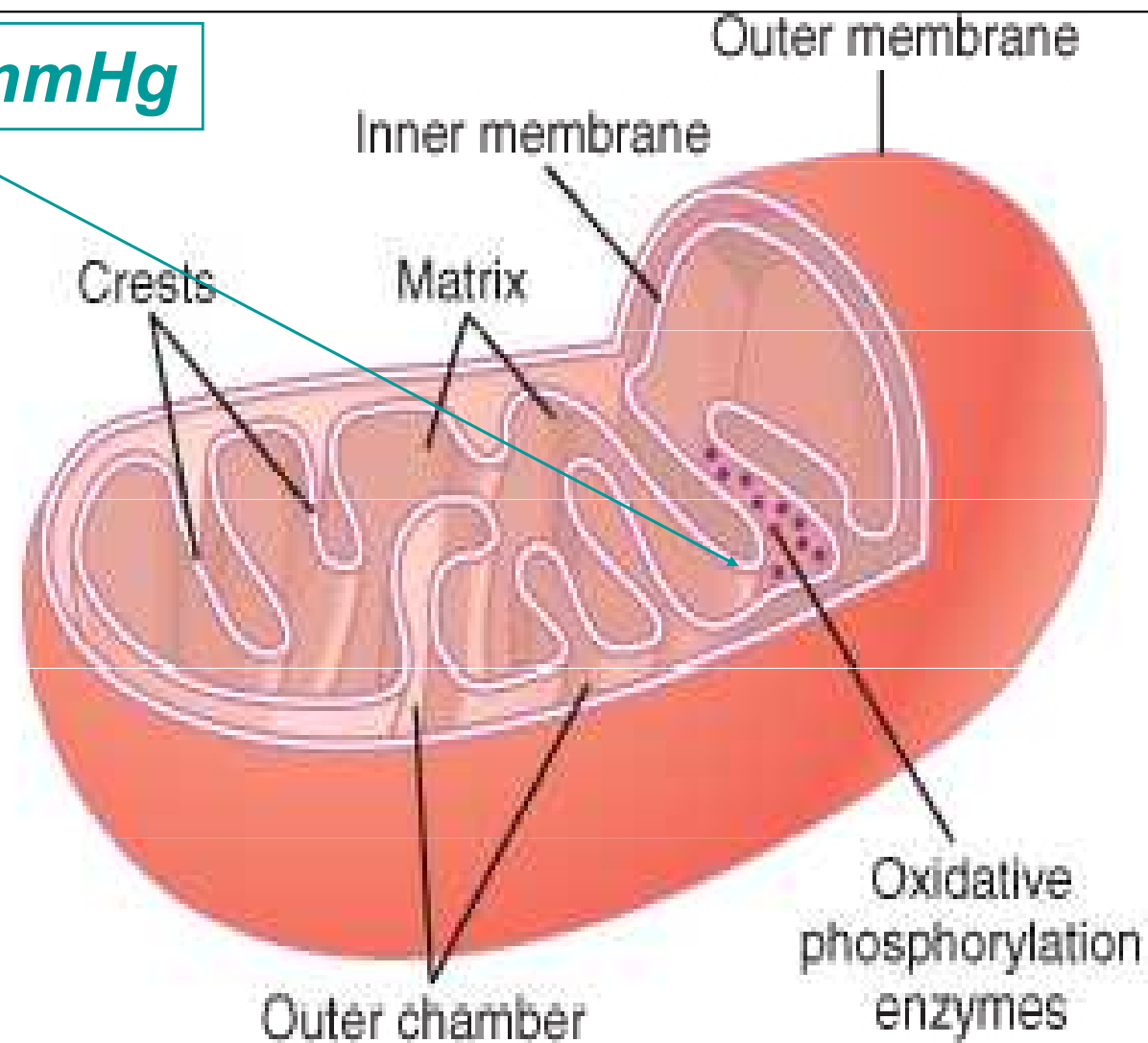
Smíšená žilní krev

40

Žilní krev

20

$pO_2 = 1 \text{ mmHg}$



Efekt nadmořské výšky na sycení krve kyslíkem (čísla v závorce jsou hodnoty po aklimatizaci)

| <i>výška</i> | <i>barometrický tlak (mmHg)</i> | <i>pO₂ (mmHg)</i> | <i>pCO₂ alveolární (mmHg)</i> | <i>pO₂ alveolární (mmHg)</i> |
|---------------------|--|---|---|--|
| 0 | 760 | 159 | 40 (40) | 104 (104) 97 (97) |
| 3 048 | 523 | 110 | 36 (23) | 67 (77) |
| | 90 (92) | | | |
| 6 096 | 349 | 73 | 24 (10) | 40 (53) |
| | 73 (85) | | | |
| 9 134 | 249 | 47 | 24 (7) | 18 (30) |
| | 24 (38) | | | |
| 12 192 | 141 | 29 | | |
| 15 240 | 87 | 18 | | |

Dýchání s čistým kyslíkem

| <i>výška (m)</i> | <i>barometrický tlak (mmHg)</i> | <i>pCO₂ alveolární (mmHg)</i> | <i>pO₂ alveolární (mmHg)</i> | <i>arteriální saturace (%)</i> |
|-----------------------------|--|---|--|---|
| <i>0</i> | <i>760</i> | <i>40</i> | <i>673</i> | <i>100</i> |
| <i>3 048</i> | <i>523</i> | <i>40</i> | <i>436</i> | <i>100</i> |
| <i>6 096</i> | <i>349</i> | <i>40</i> | <i>262</i> | <i>100</i> |
| <i>9 134</i> | <i>349</i> | <i>40</i> | <i>139</i> | <i>99</i> |
| <i>12 192</i> | <i>141</i> | <i>36</i> | <i>58</i> | <i>84</i> |
| <i>15 240</i> | <i>87</i> | <i>24</i> | <i>16</i> | <i>15</i> |

Pracovní kapacita ve vysoké nadmořské výšce

work capacity

(compare with normal condition)

(%)

Unacclimatized

50

Acclimatized for 2 months

68

***Native living at 4 023 m
but working at 5 182 m above sea level***

87

VÝŠKOVÁ HYPOXIE

| | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| CNS | euforie, ztráta orientace | disorientation |
| GIT | nevolnost | nausea |
| Sensitivita -sensitivity | bolest hlavy | headache |
| Respirace - respiration | zrychlená | increase |
| TK - BP mírný vzestup | | increase |
| TF - HR arrhythmias | zvýšená, nepravidelná | increase, |
| Sval - muscle ordination | ztráta koordinace | loss of co- |

VÝŠKOVÁ HYPOXIE

střední stupeň

| | | |
|---------------------------|---|--------------------------------------|
| <i>Psychika</i> | <i>poruchy zraku, závrat', strach –dimness of vision, vertigo, anxiety</i> | |
| <i>GIT</i> | <i>nevolnost</i> | <i>nausea</i> |
| <i>Sensitivita</i> | <i>prekordiální bolest</i> | <i>chest pain</i> |
| <i>TK</i> | <i>výrazný vzestup</i> | <i>increase</i> |
| <i>TF</i> | <i>snížená, nepravidelná</i> | <i>decrease, irregularity</i> |
| <i>Sval</i> | <i>spasmy, ztuhlost</i> | <i>spasmus</i> |

VÝŠKOVÁ HYPOXIE

- těžký stupeň

| | | |
|---------------------------|--|--------------------------------|
| <i>Psychika</i> | <i>kóma</i> | <i>coma</i> |
| <i>GIT</i> | <i>nevolnost, zvracení</i> | <i>nausea, vomiting</i> |
| <i>Sensitivita</i> | <i>prekordiální bolest</i> | <i>chest pain</i> |
| <i>Respirace</i> | <i>útlum, Cheyn-Stokesovo dýchání</i> | |
| <i>TK</i> | <i>náhlý pokles</i> | <i>drop</i> |
| <i>TF</i> | <i>výrazně snižená, nepravidelná</i> | <i>decrease</i> |
| <i>Sval</i> | <i>svalová slabost</i> | <i>muscle weakness</i> |

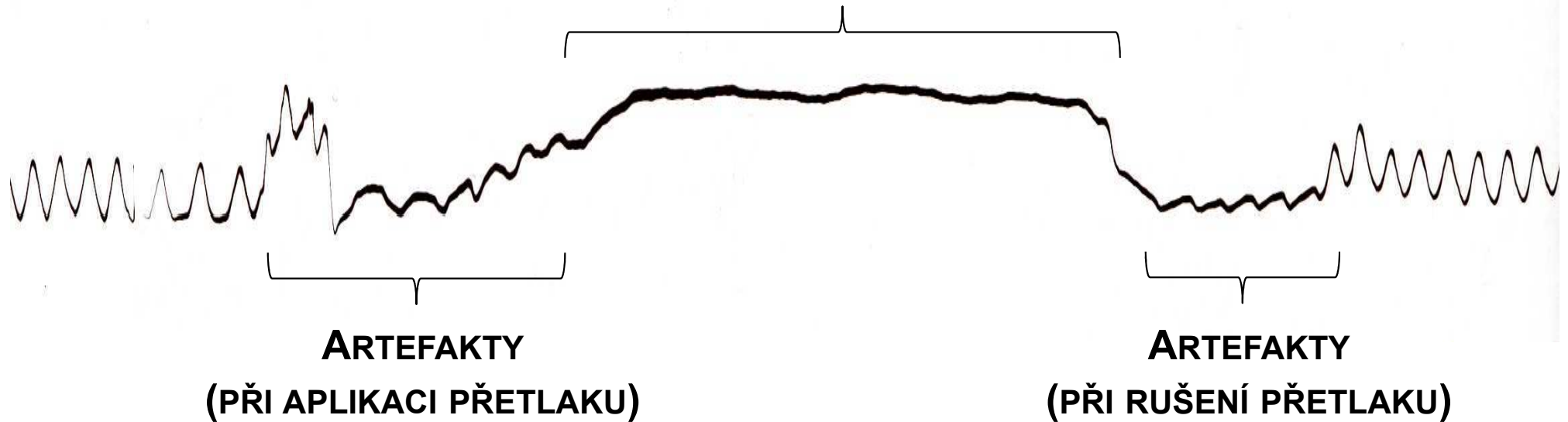
CESTOVÁNÍ LETADLEM

Zvýšené riziko

- *Pokles hemoglobinu pod 60 % fyziologické normy*
- *Těžký stupeň aterosklerózy*
- *Kardiální insuficience*
- *Respirační insuficience*
- *Dekompenzovaná hypertonie (hodnoty nad 200/100)*

HERING-BREUEROVY REFLEXY

REFLEXNÍ ZÁSTAVA DECHU (INFLAČNÍ REFLEX)

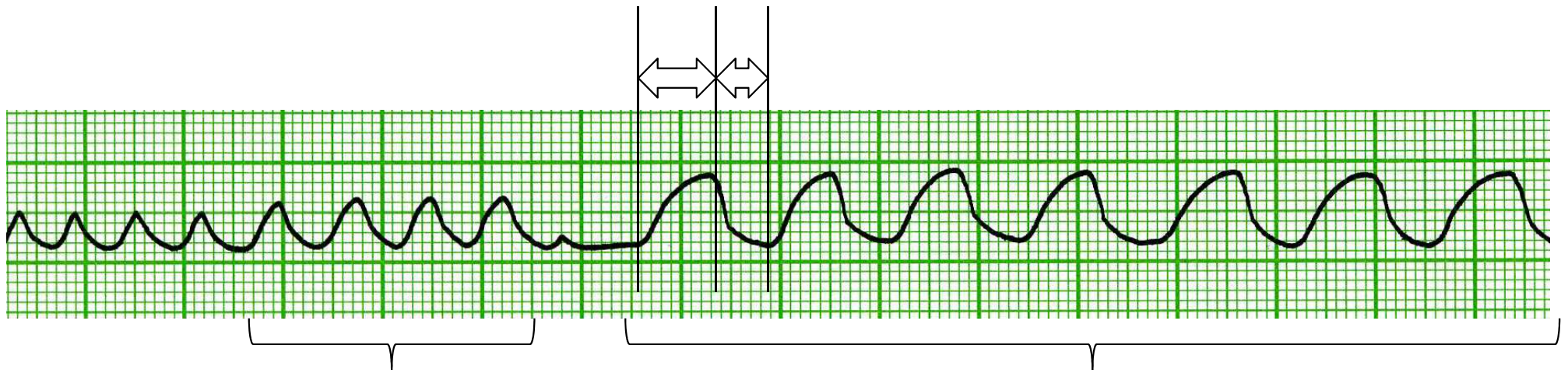


VAGOTOMIE

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

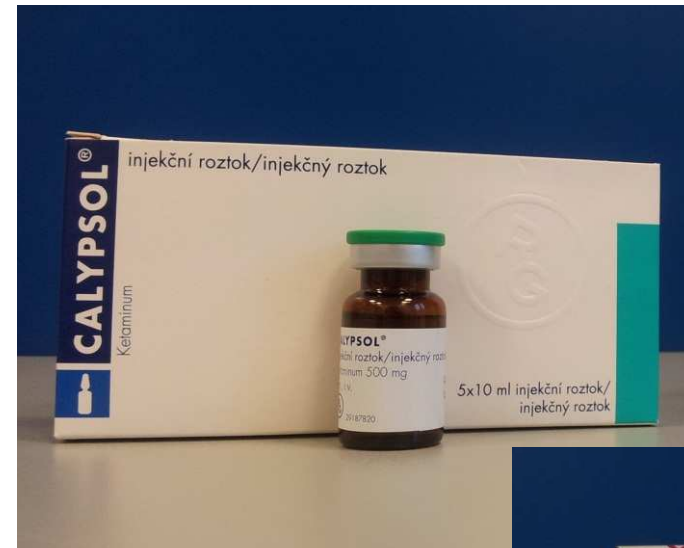
OBOUSTRANNÁ
VAGOTOMIE

PŘÍPRAVA ZVÍŘETE K EXPERIMENTU - ANESTEZIE

INHALAČNÍ ÚVOD



STŘEDNĚDOBÁ INJEKČNÍ ANESTEZIE (APLIKACE I.M.)



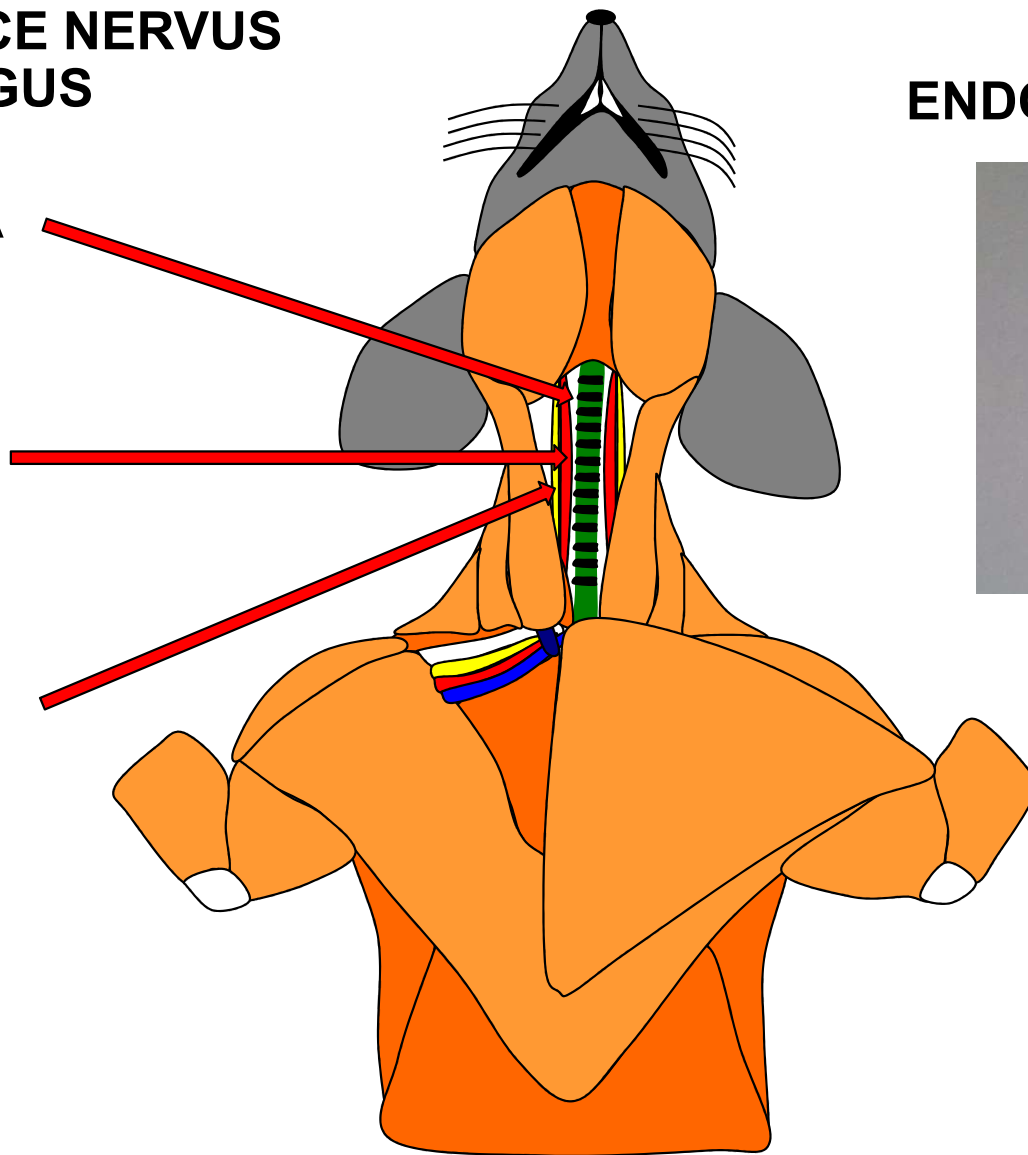
PŘÍPRAVA ZVÍŘETE K EXPERIMENTU

PREPARACE NERVUS
VAGUS

TRACHEA

A. CAROTIS

N. VAGUS



ZAVEDENÍ
ENDOTRACHEÁLNÍ KANYLY

