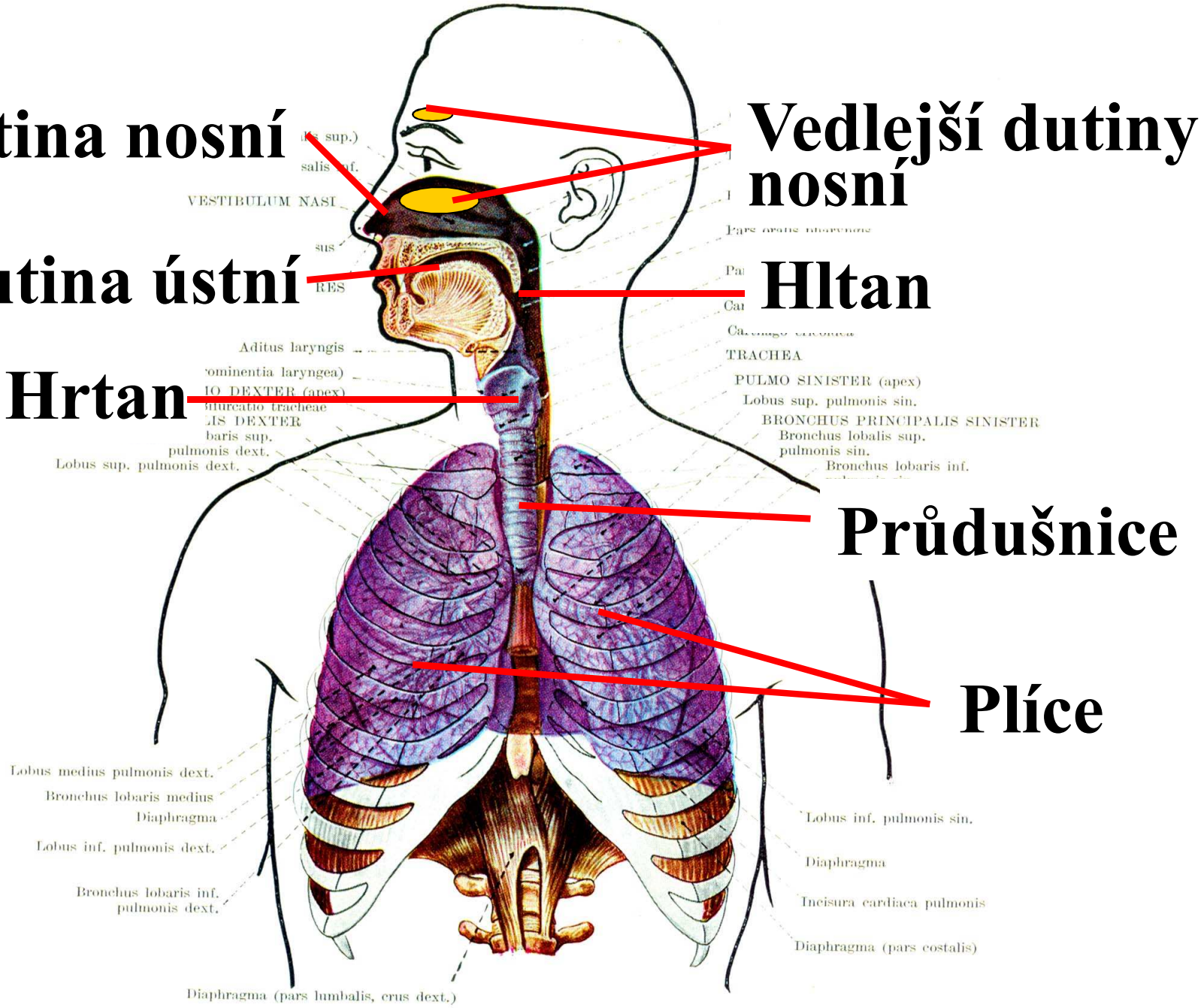
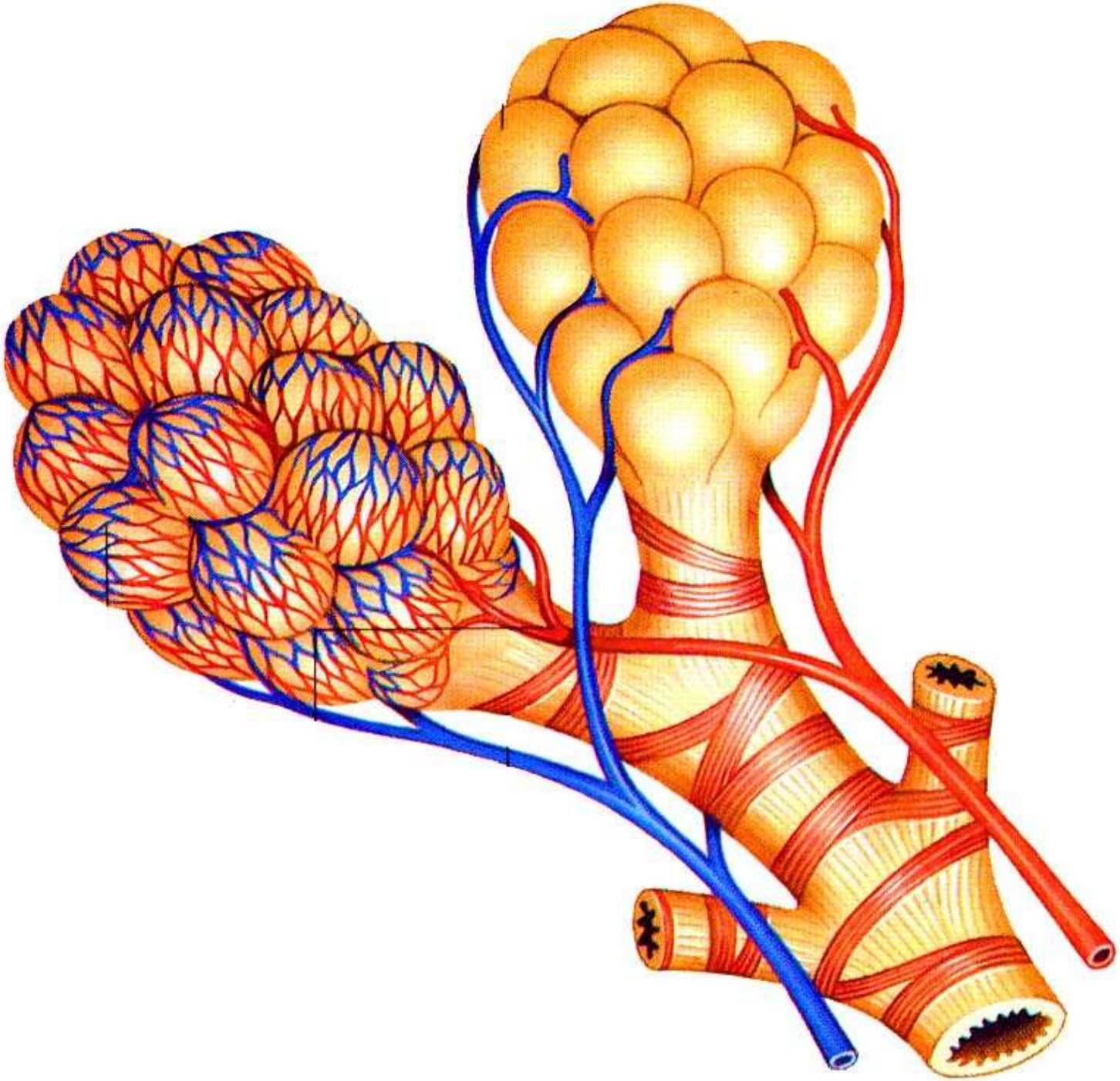
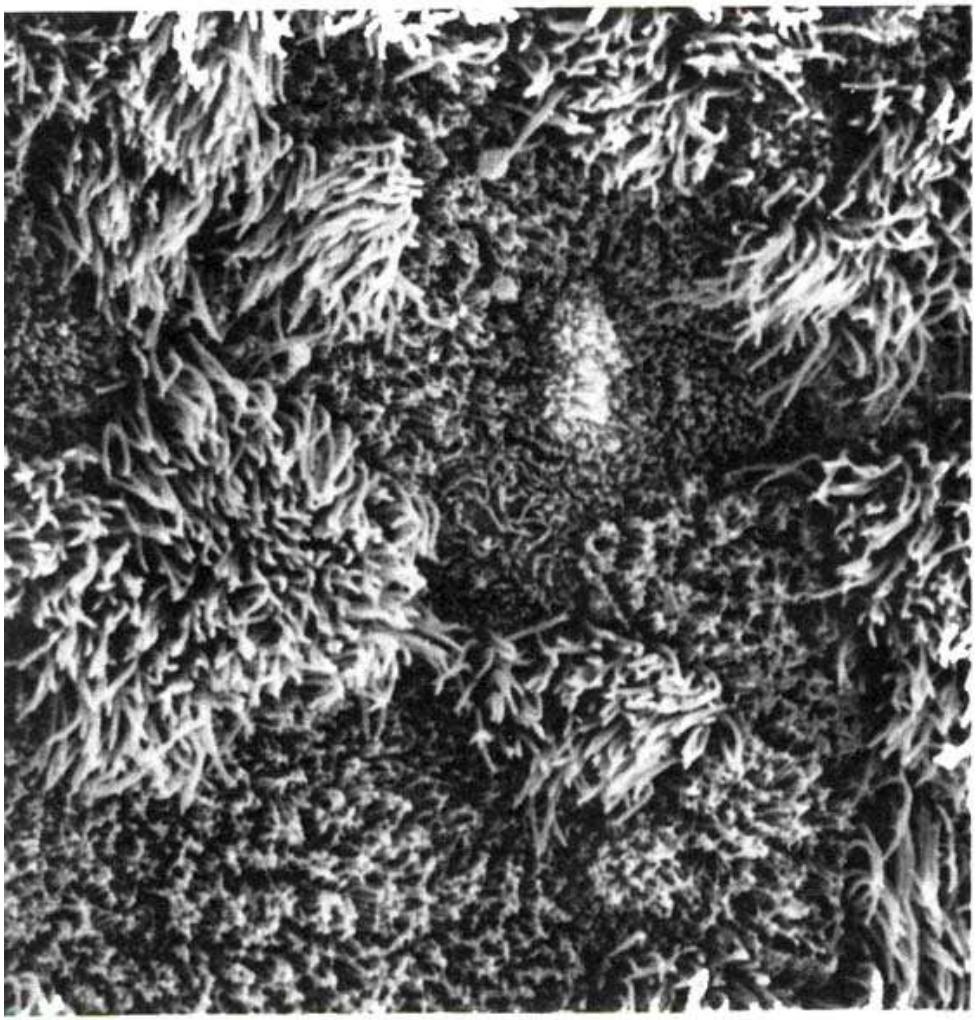
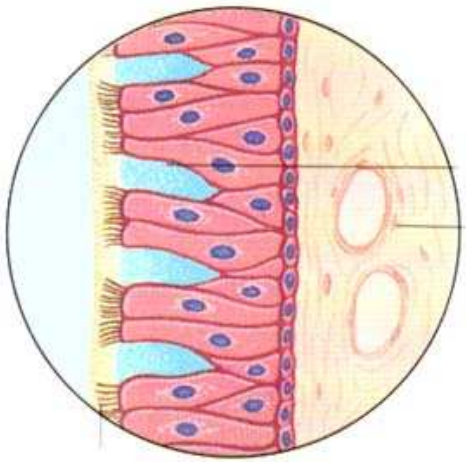
Dýchací systém

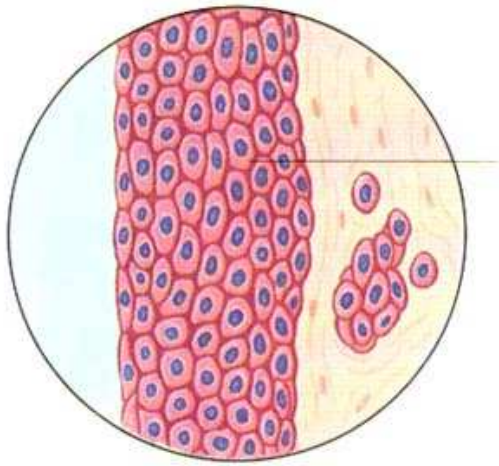
ANATOMIE DÝCHACÍCH CEST

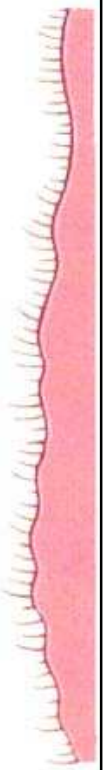


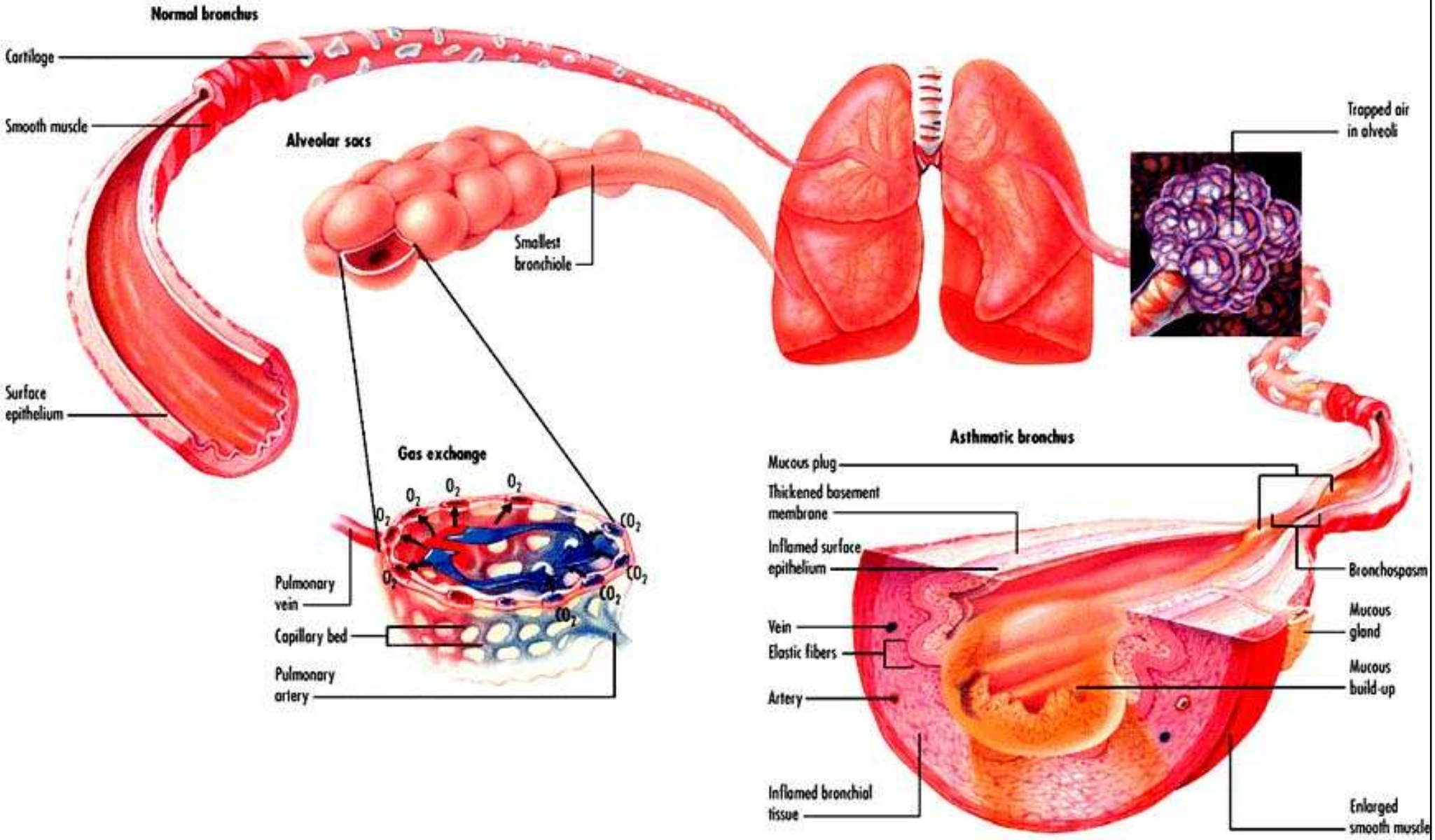








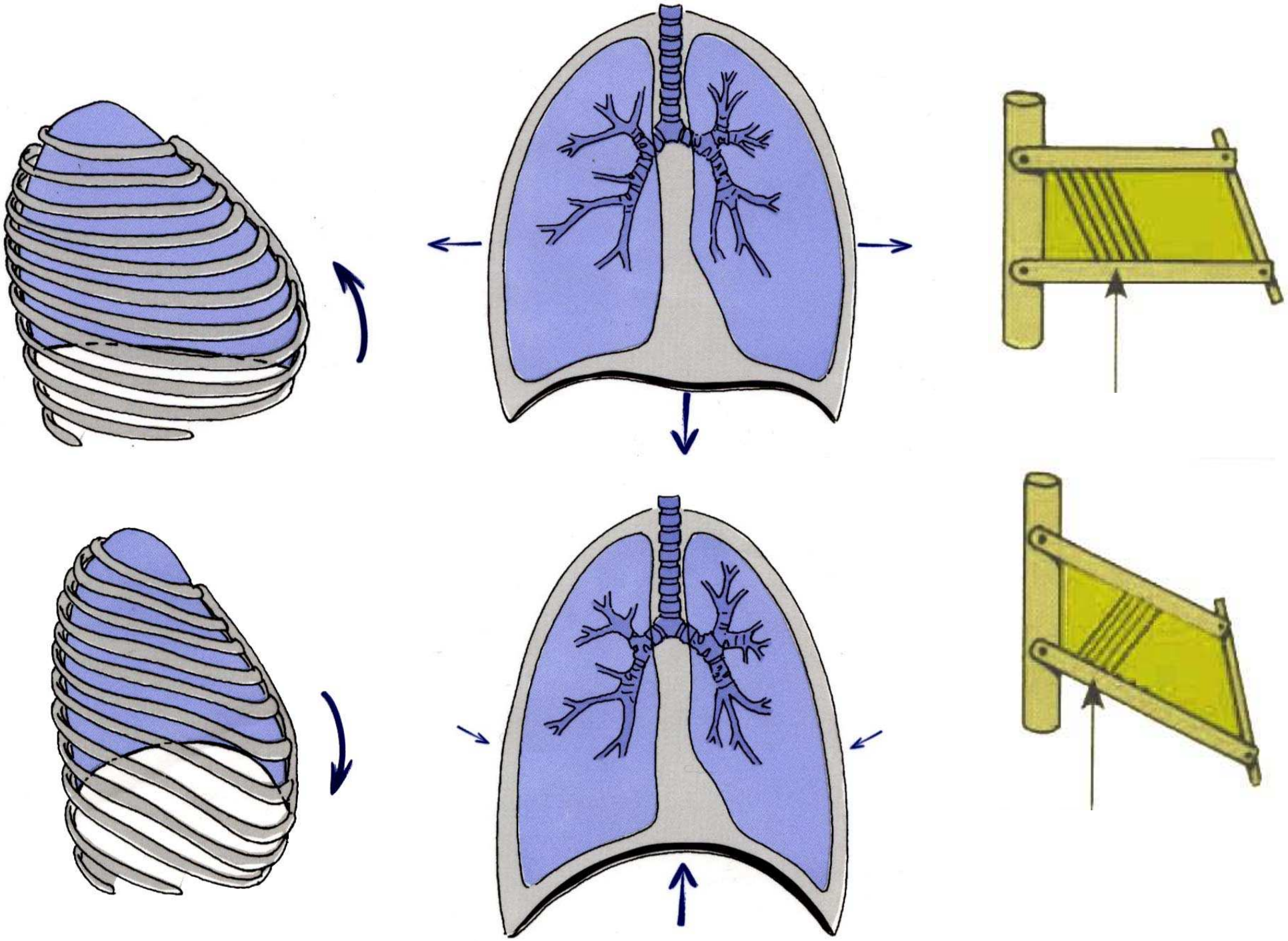


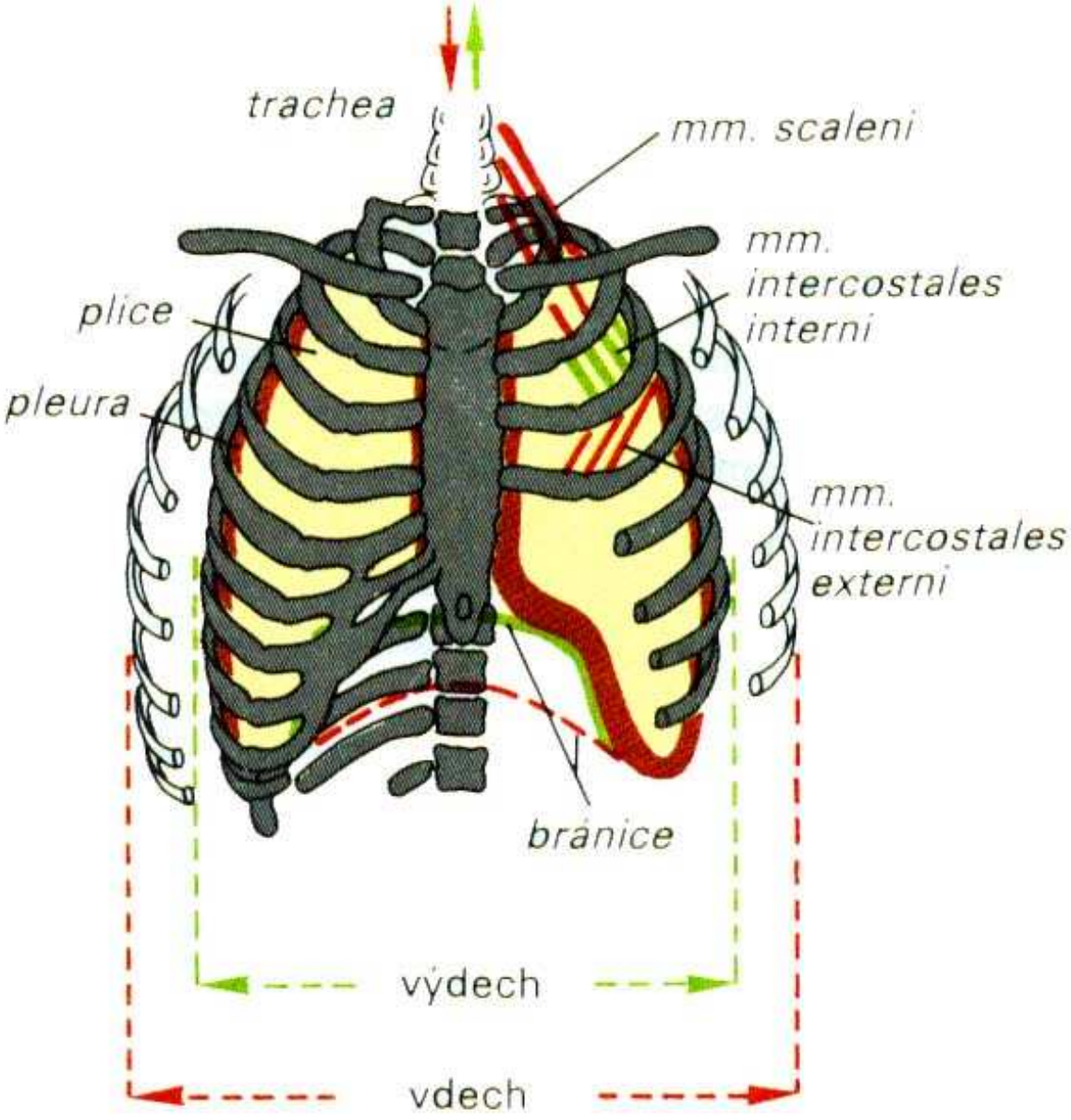

Normal bronchus
Cartilage
Smooth muscle
Surface epithelium
Alveolar sacs
Smallest bronchiole
Gas exchange
O_2
CO_2
Pulmonary vein
Capillary bed
Pulmonary artery
Trapped air in alveoli
Asthmatic bronchus
Mucous plug
Thickened basement membrane
Inflamed surface epithelium
Vein
Elastic fibers
Artery
Inflamed bronchial tissue
Bronchospasm
Mucous gland
Mucous build-up
Enlarged smooth muscle

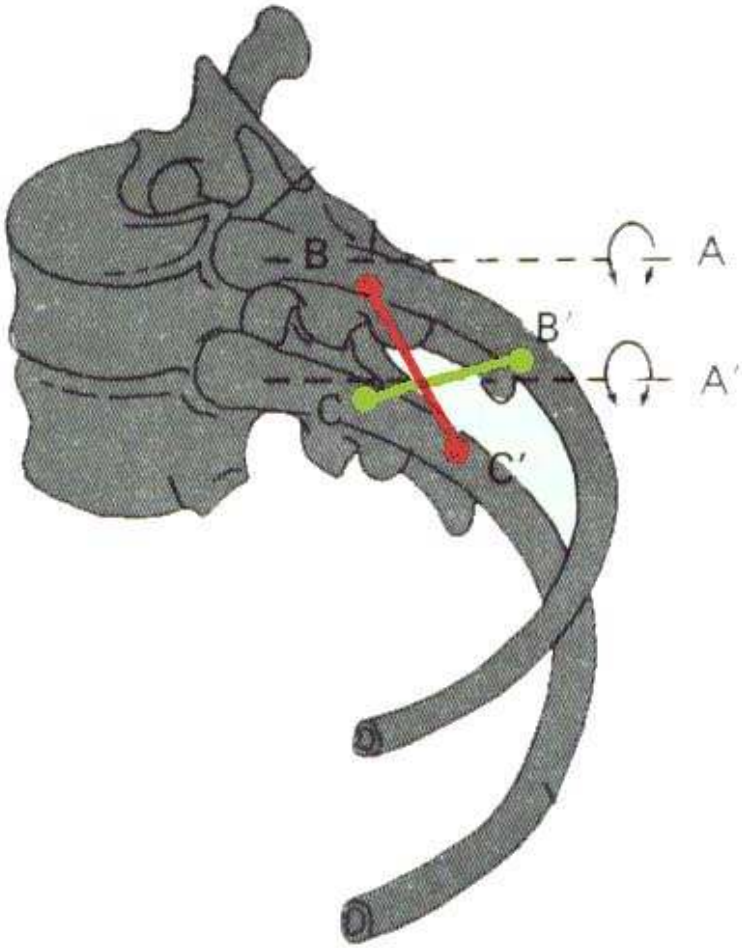
Hlavní nádechové svaly: bránice, zevní mezižeberní svaly

Pomocné dýchací svaly: m. sternocleidomastoideus, skupina skalenových svalů

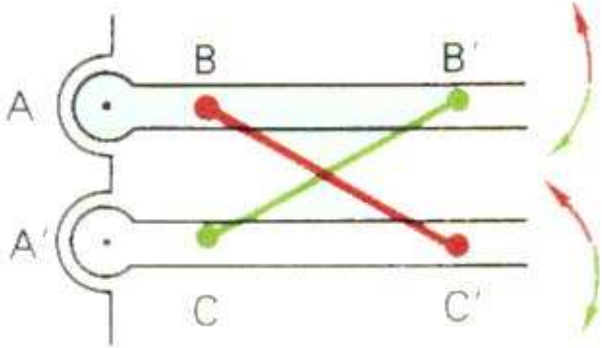
Výdechové svaly: vnitřní mezižeberní svaly, svaly přední stěny břišní







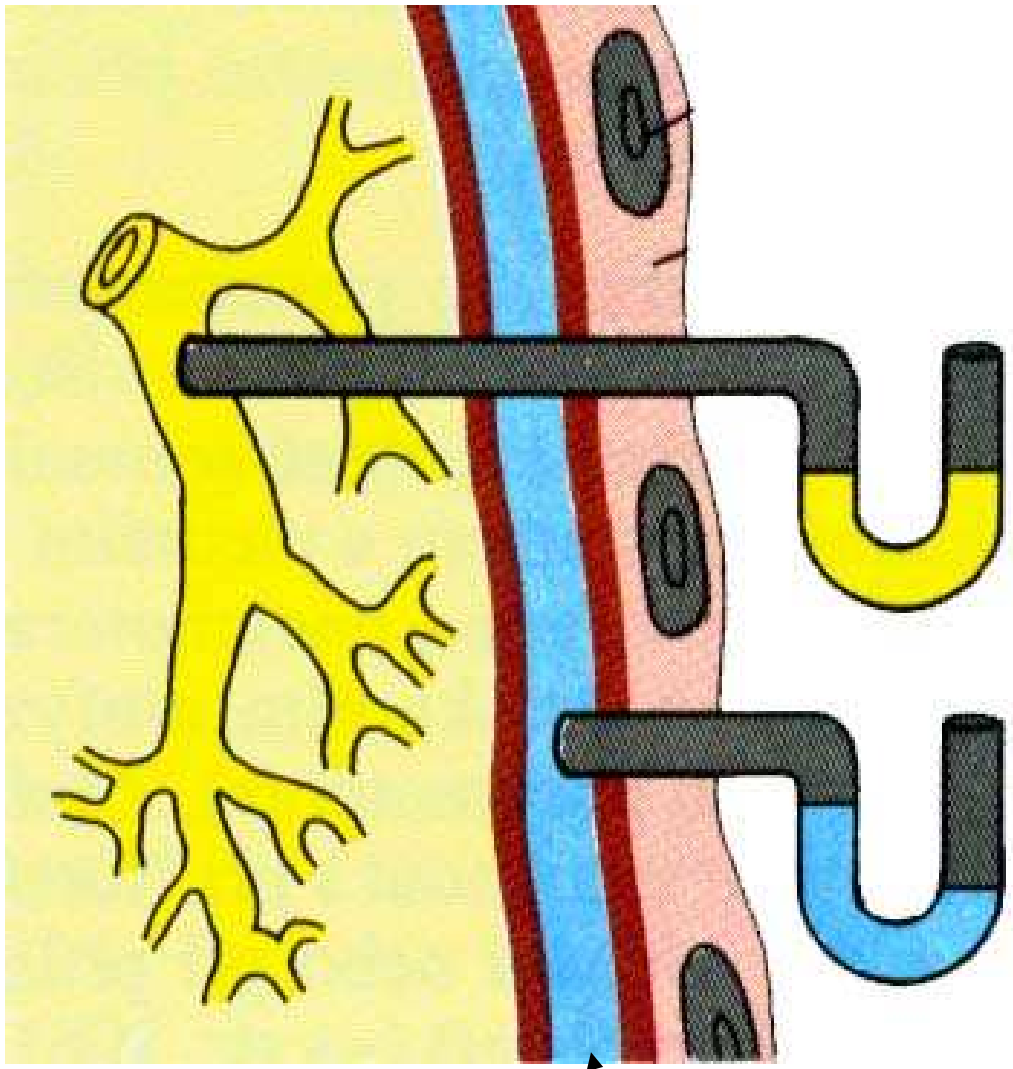
páka A – B < A' – C' → zvedání žeber



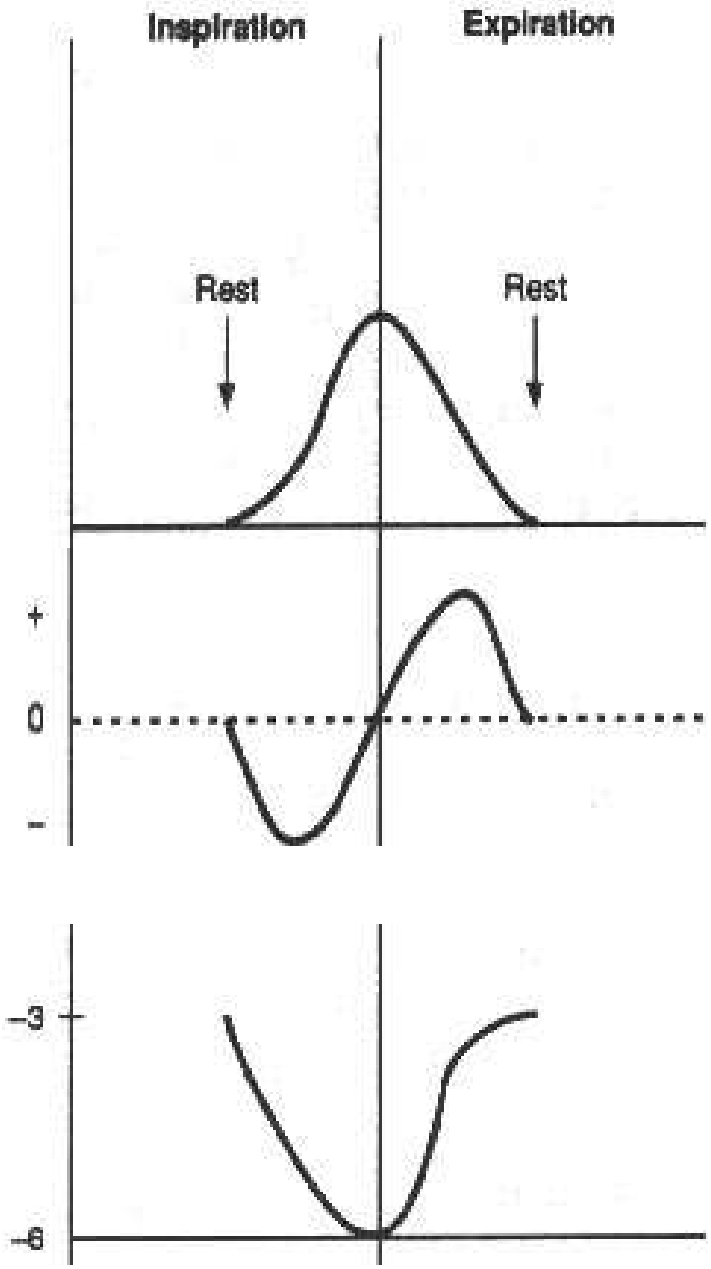
páka A – B' > A' – C → klesání žeber

PLEURA

pulmonalis parietalis



pleurální štěrbina



ELASTICKÉ VLASTNOSTI PLIC

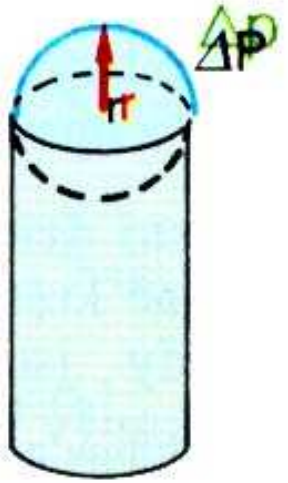
plicní poddajnost (**compliance**): $$C = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$

Faktory ovlivňující elastické vlastnosti plic:

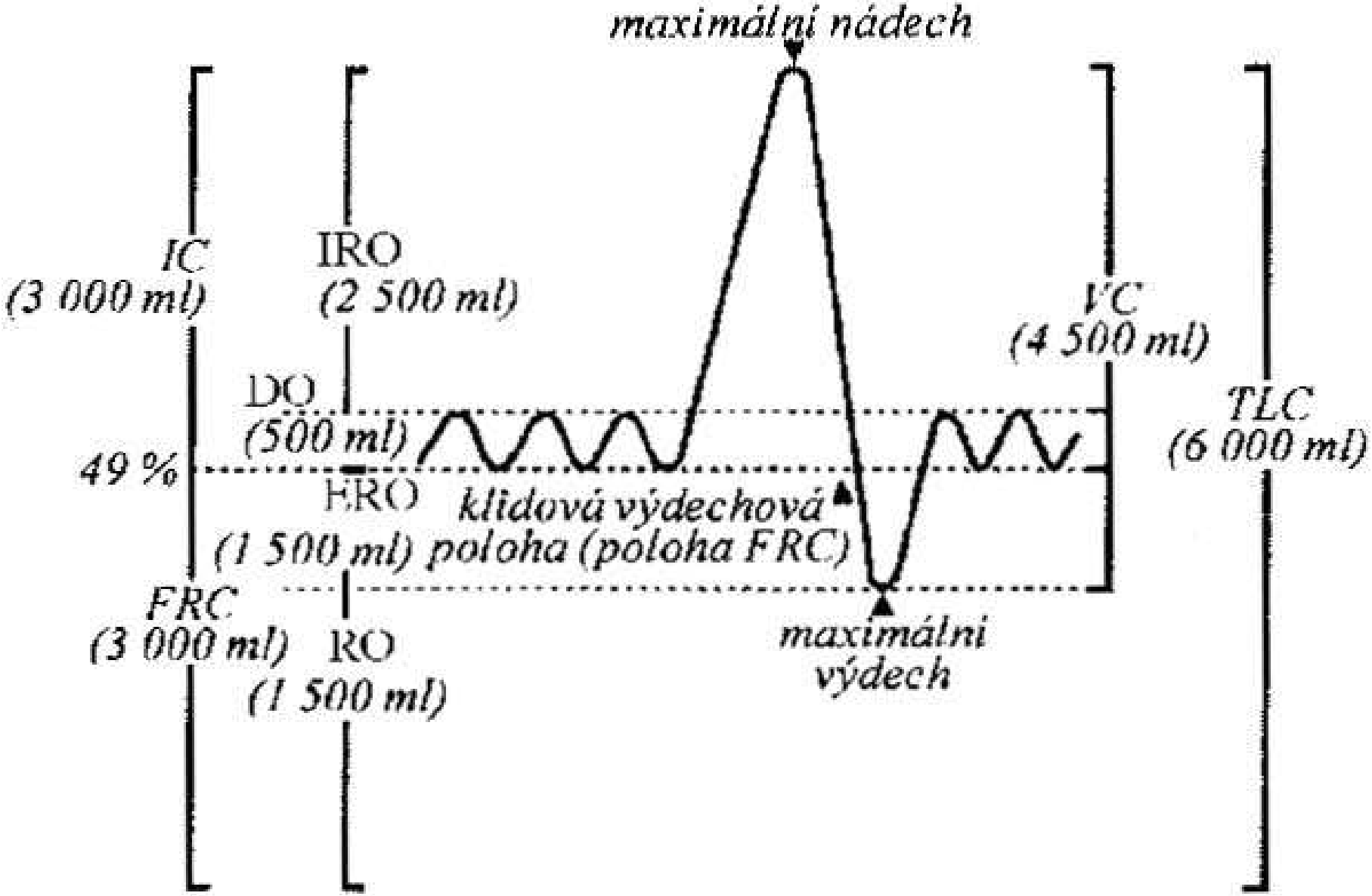
stavba plic: přítomnost elastických vláken

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

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



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


maximální nádech
IC
(3 000 ml)
IRO
(2 500 ml)
VC
(4 500 ml)
TLC
(6 000 ml)
DO
(500 ml)
49 %
ERO
(1 500 ml)
klidová výdechová poloha (poloha FRC)
FRC
(3 000 ml)
RO
(1 500 ml)
maximální výdech

Statické plicní objemy:

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

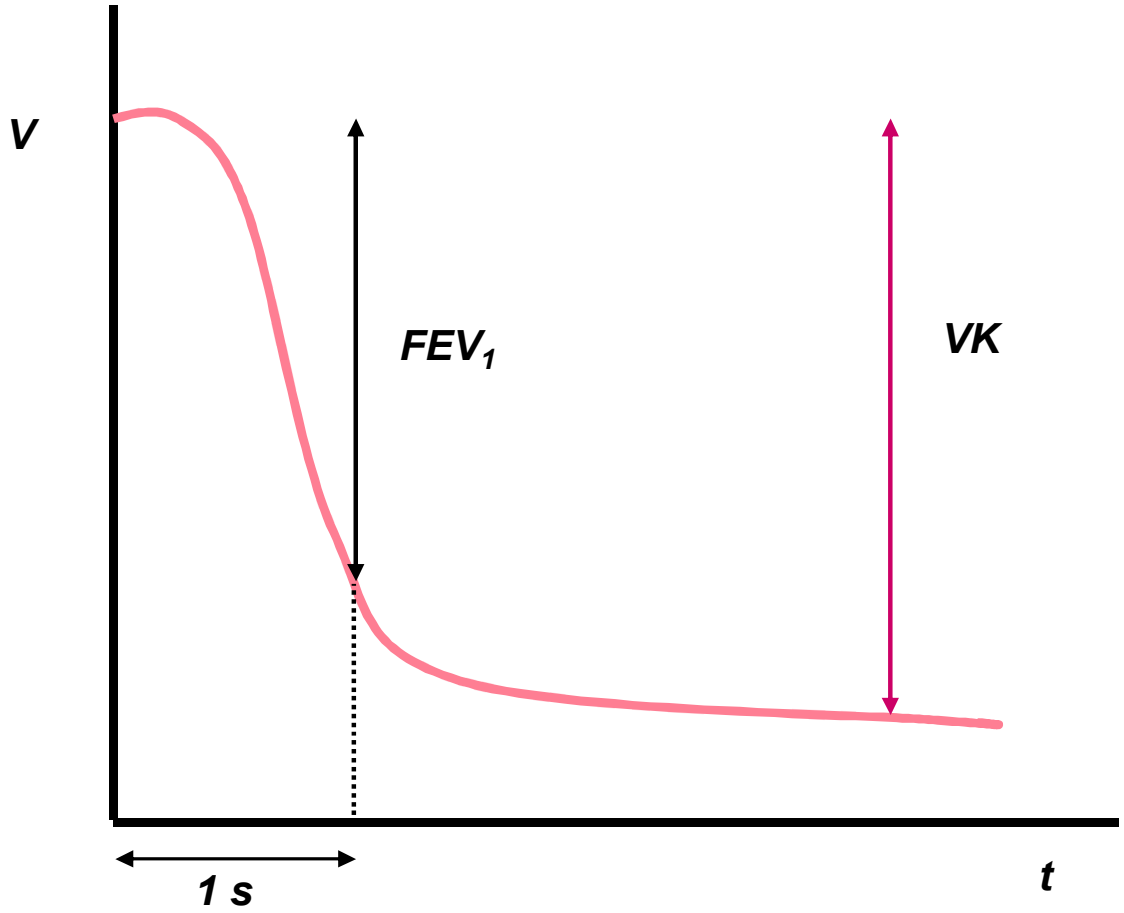
Statické plicní kapacity:

- 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 $\dot{\mathbf{V}}$
- maximální minutová ventilace **MV̇**
- jednosekundová vitální kapacita $\mathbf{FEV_1}$

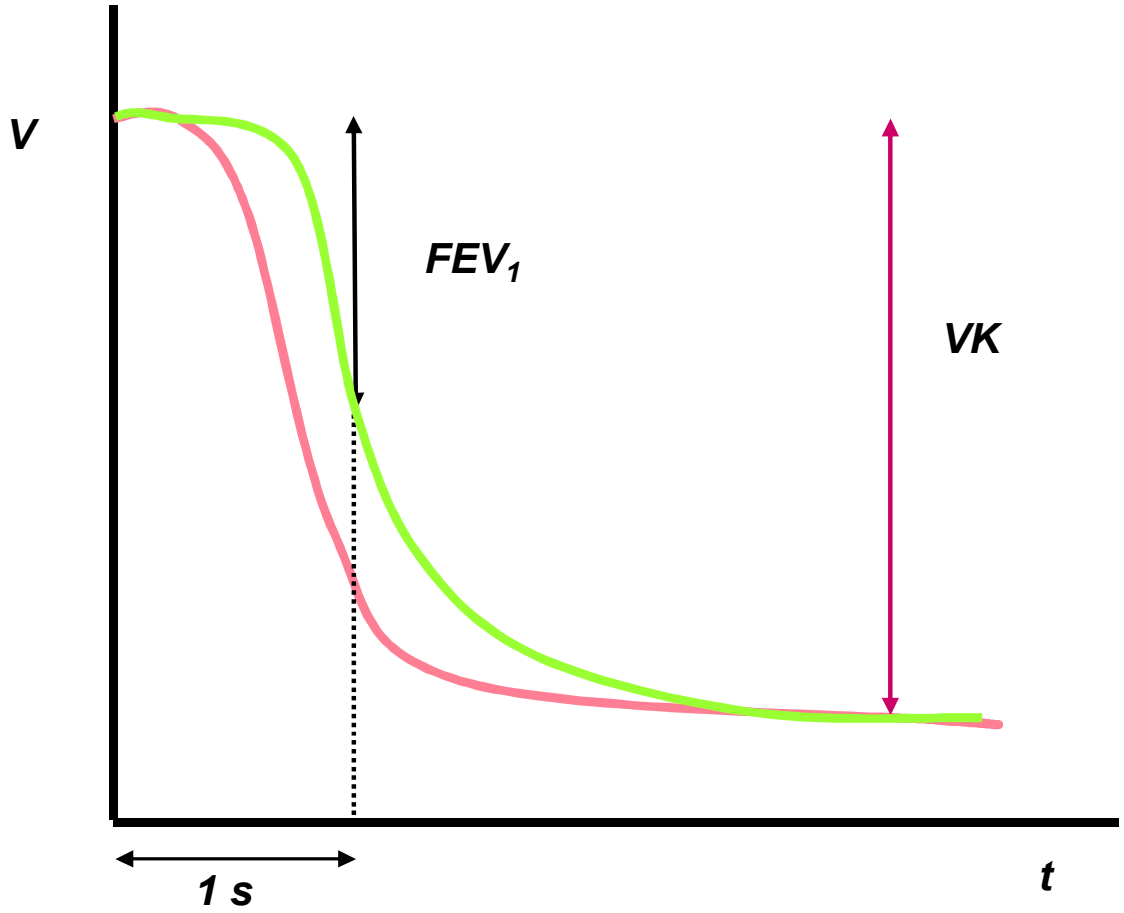
DYNAMICKÉ OBJEMY



FEV1
-------- x 100
VK

> 80 %

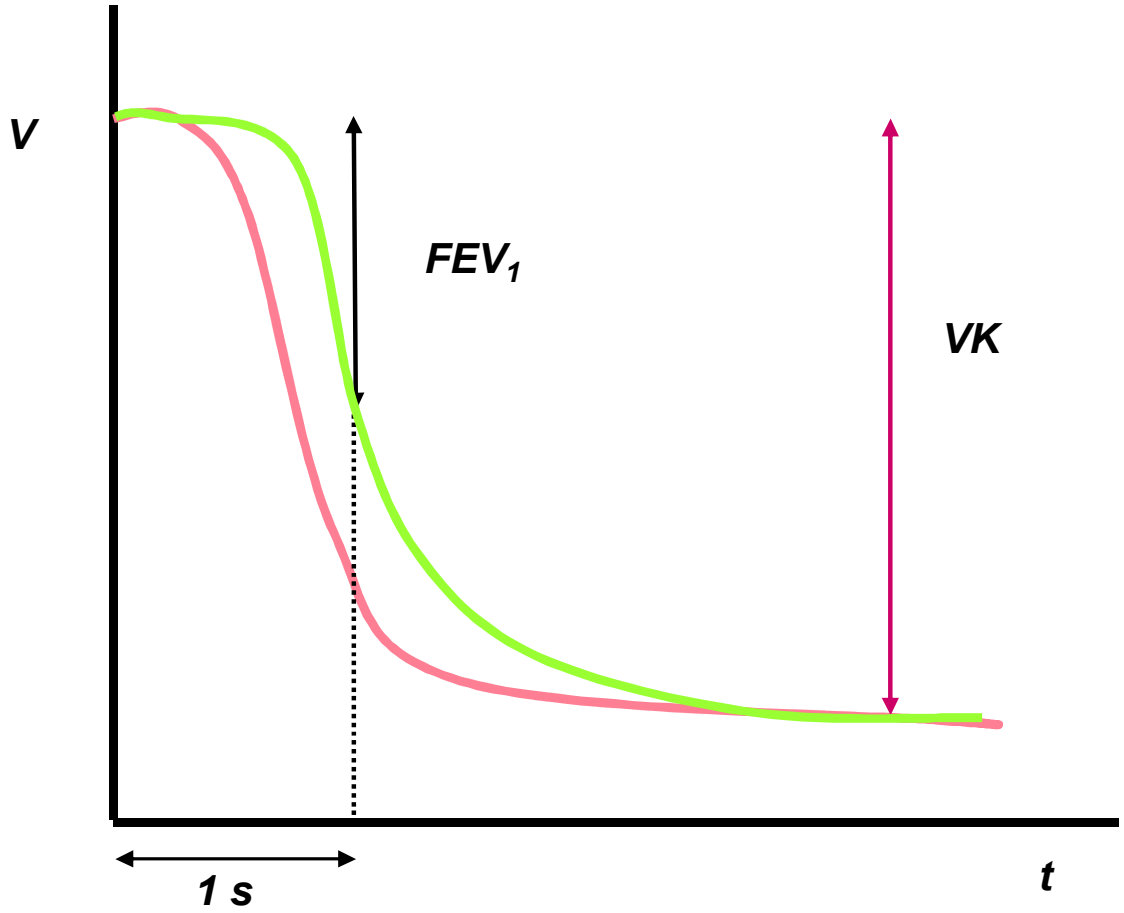
DYNAMICKÉ OBJEMY



OBSTRUKCE

↓ FEV1
= VK

DYNAMICKÉ OBJEMY



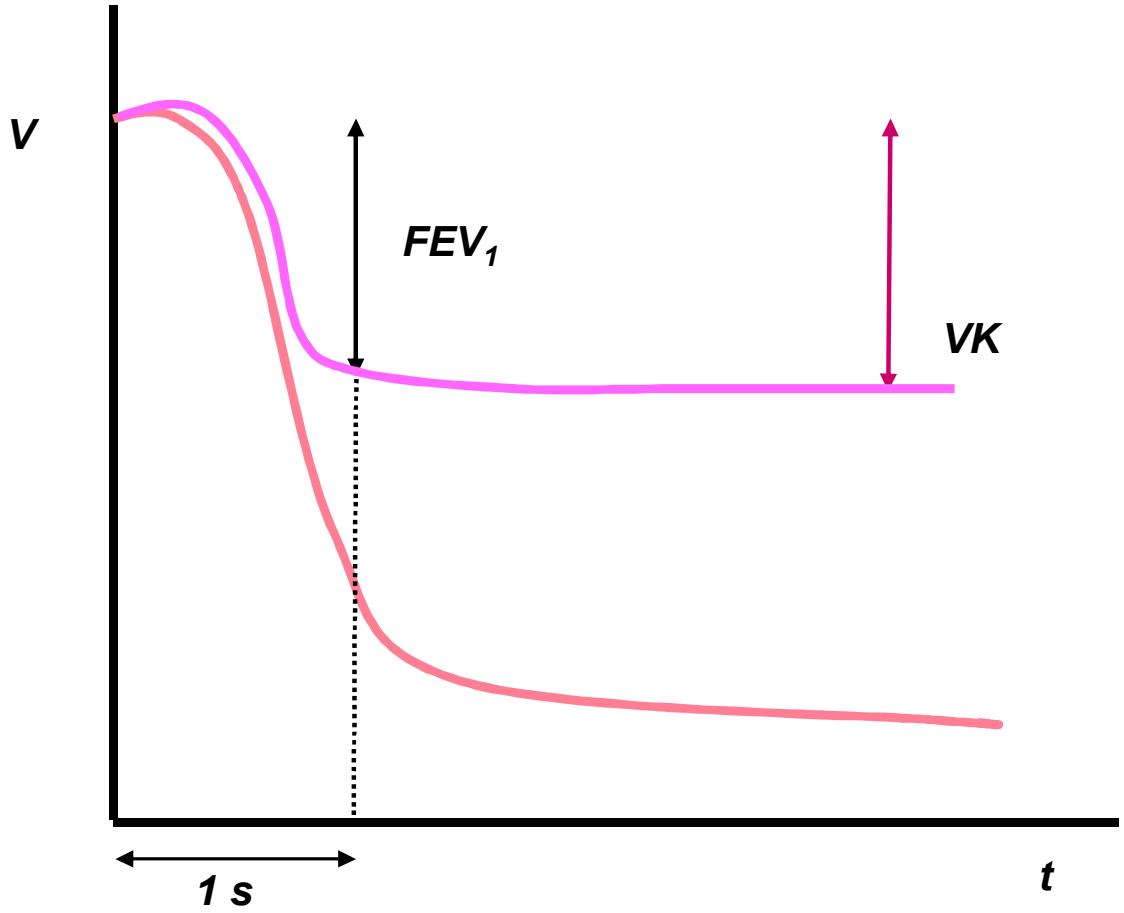
OBSTRUKCE

↓ FEV1
= VK

Předřazený odpor

R = R1 + R2 + R3

DYNAMICKÉ OBJEMY

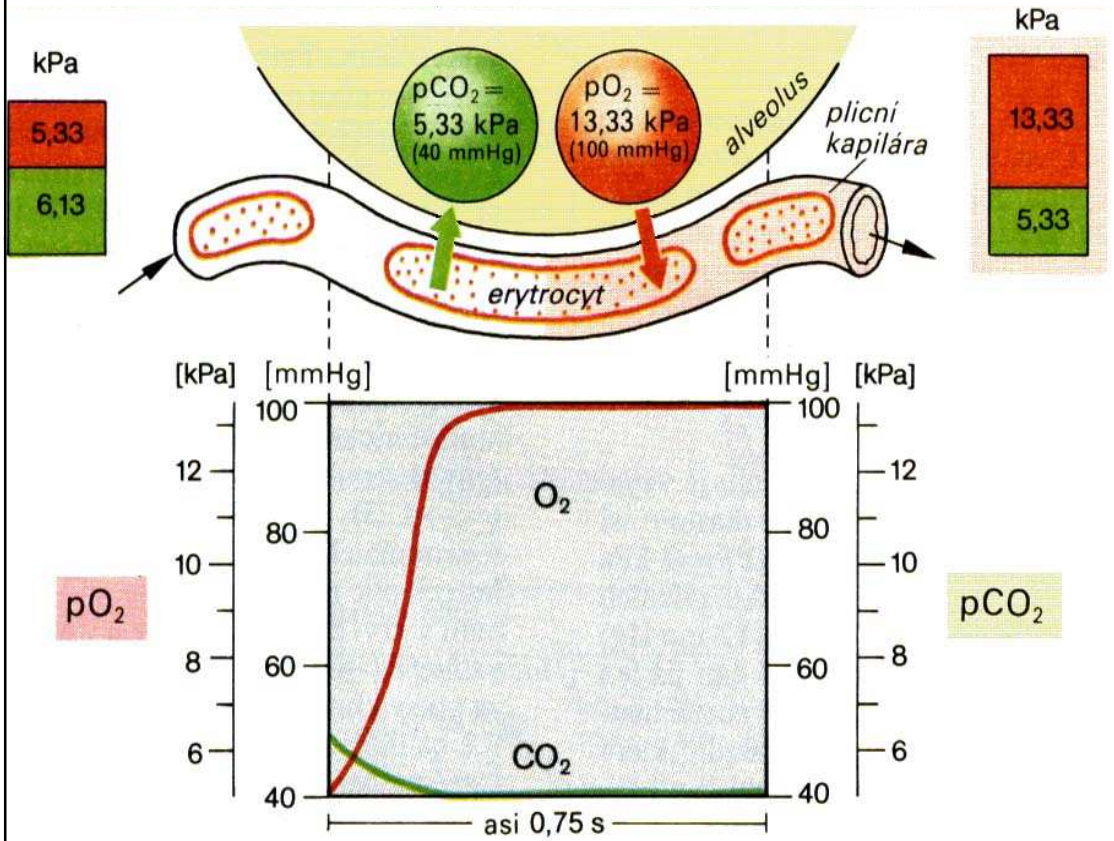


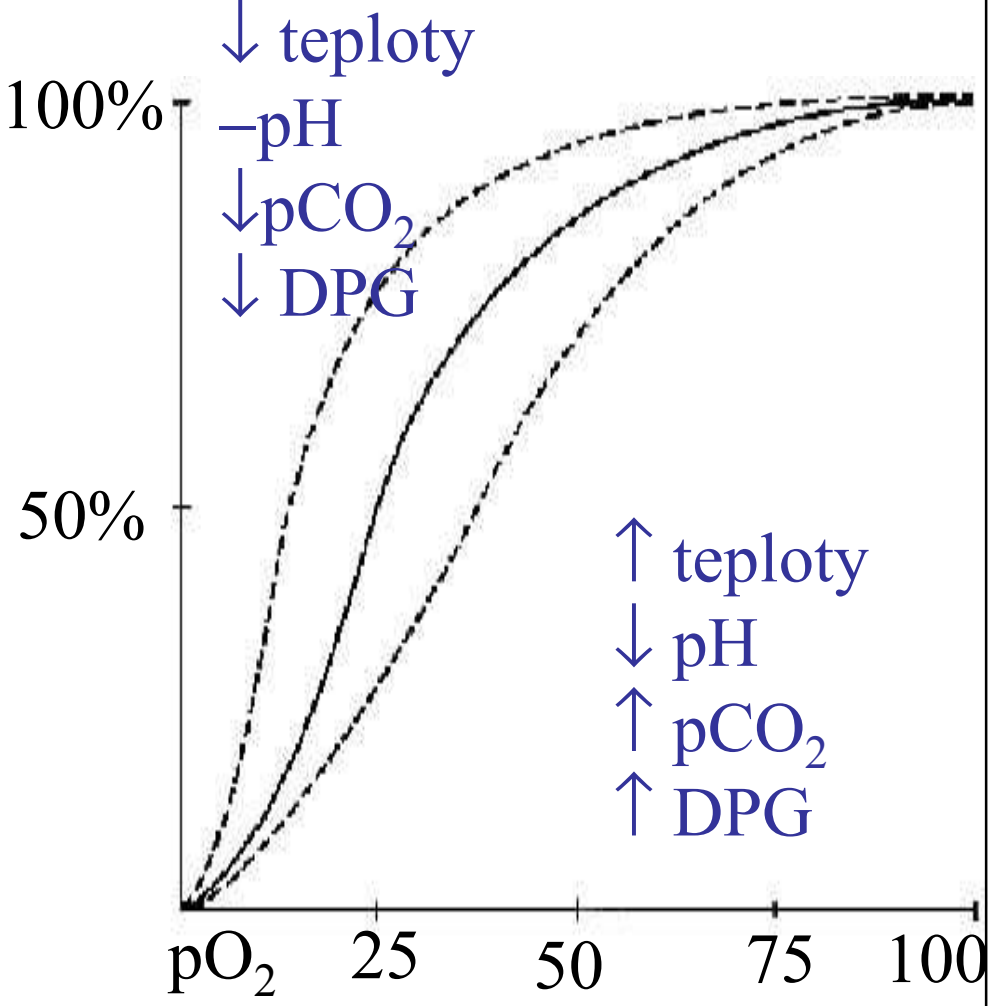
RESTRIKCE

= FEV1
↓ VK

TRANSPORT O_2

Fyzikálně rozpuštěný v plazmě
Chemická vazba na hemoglobin (Fe^{2+})
1 molekula hemoglobinu váže 4 molekuly O_2





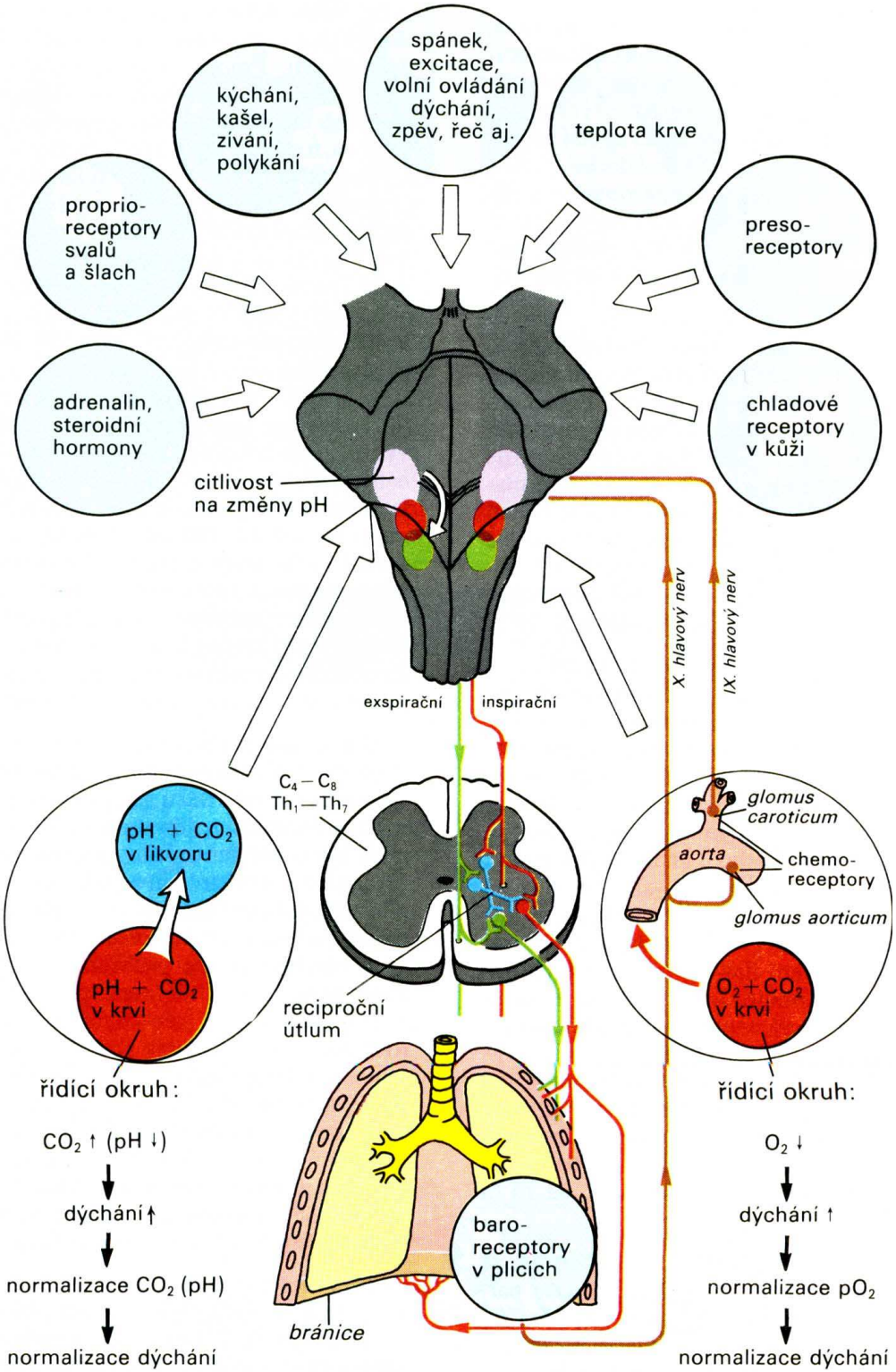
TRANSPORT CO_2

fyzikálně rozpuštěný – 5%
chemicky vázaný – $KHCO_3$ a $NaHCO_3$ –75-80%
vazba na plazmatické bílkoviny – karbaminohemoglobin a karbaminoproteiny – 15-20%

-v červených krvinkách

enzym karbondehydrogenáza – urychluje tvorbu a rozklad H_2CO_3

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3$$


spánek, excitace, volní ovládání dýchání, zpěv, řeč aj.
kýchání, kašel, zívání, polykání
teplota krve
proprio-receptory svalů a šlach
preso-receptory
adrenalin, steroidní hormony
chladové receptory v kůži
citlivost na změny pH
X. hlavový nerv
IX. hlavový nerv
exspirační
inspirační
$C_4 - C_8$
$Th_1 - Th_7$
reciproční útlum
pH + CO_2 v likvoru
pH + CO_2 v krvi
glomus caroticum
aorta
chemo-receptory
glomus aorticum
$O_2 + CO_2$ v krvi
baro-receptory v plicích
bránice
řídící okruh:
CO_2 ↑ (pH ↓)
dýchání ↑
normalizace CO_2 (pH)
normalizace dýchání
řídící okruh:
O_2 ↓
dýchání ↑
normalizace pO_2
normalizace dýchání

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

HYPERVENTILACE

- Definice: zrychlené a současně i prohloubené dýchání
- U člověka je nejčastější příčina kombinace úzkosti a bolesti
- V průběhu dochází ke snižování pCO_2 (hypokapnie) a zvyšování pO_2 (hyperoxie) – je vyvolána vazokonstrikce mozkových cév
- Příznaky: hučení v uších, pocit lehkosti v hlavě a další
- Odstranění příznaků - zvýšením pCO_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 - ↑ CO_2

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

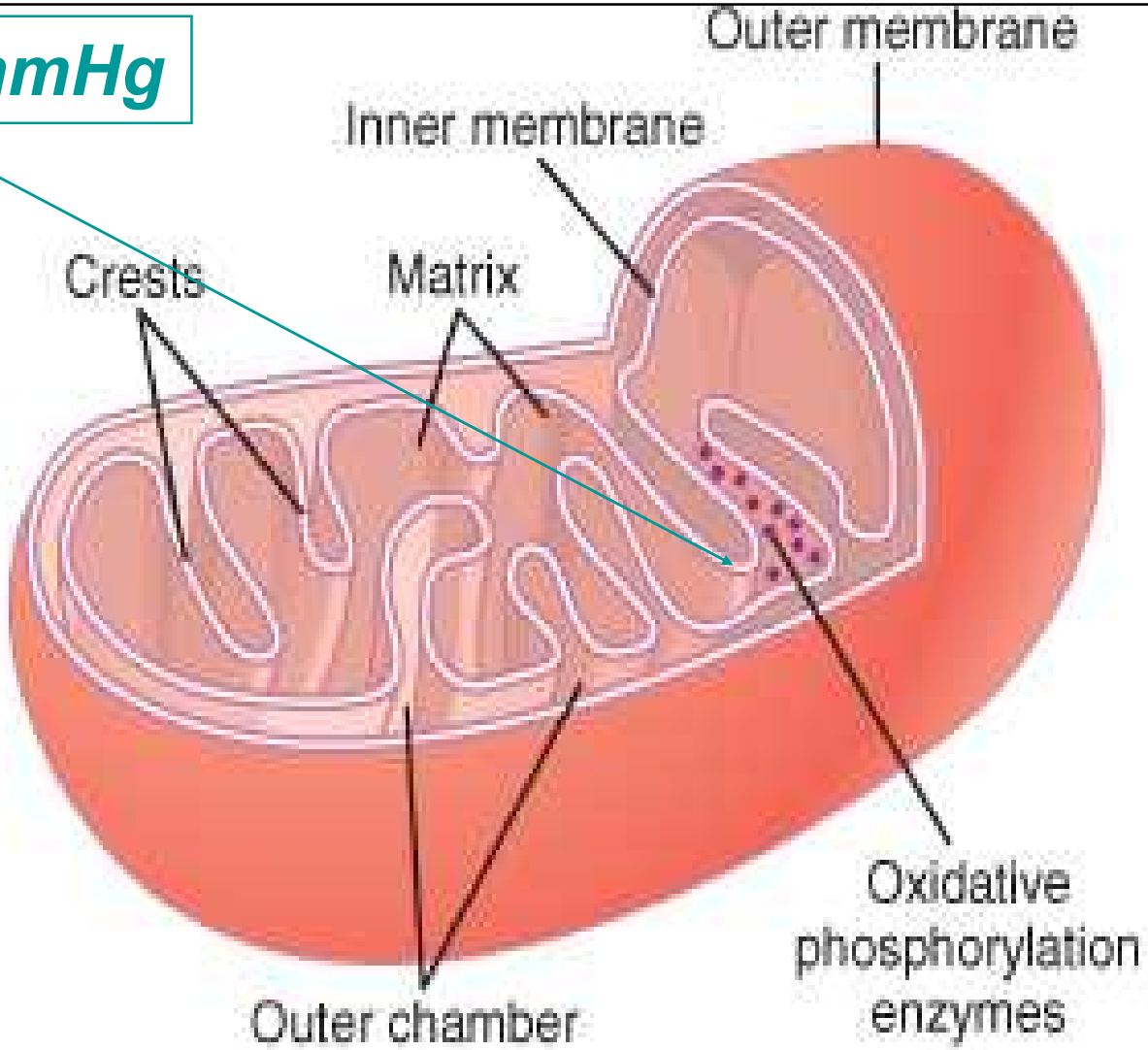
HYPOKAPNIE - ↓ CO_2

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

$pO_2 = 1\ mmHg$



© Elsevier. Guyton & Hall: Textbook of Medical Physiology 11e - www.studentconsult.com

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

výška	saturace (%)	barometrický tlak (mmHg)	pO_2 (mmHg)	pCO_2 alveolární (mmHg)	pO_2 alveolární (mmHg)
0		760	159	40 (40)	104 (104) 97 (97)
3 048	90 (92)	523	110	36 (23)	67 (77)
6 096	73 (85)	349	73	24 (10)	40 (53)
9 134	24 (38)	249	47	24 (7)	18 (30)
12 192		141	29		
15 240		87	18		

Dýchání s čistým kyslíkem

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

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	***zvýšená, nepravidelná***	***increase, arrhythmias***
Sval - muscle	***ztráta koordinace***	***loss of co-ordination***

VÝŠKOVÁ HYPOXIE
střední stupeň

Psychika	***poruchy zraku, závrať, strach***	***–dimness of vision, vertigo, anxiosity***
GIT	***nevolnost***	***nausea***
Sensitivita	***prekordiální bolest***	***chest pain***
TK	***výrazný vzestup***	***increase***
TF	***snížená, nepravidelná***	***decrease, irregulary***
Sval	***spasmy, ztuhlost***	***spasmus***

VÝŠKOVÁ HYPOXIE
- těžký stupeň

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

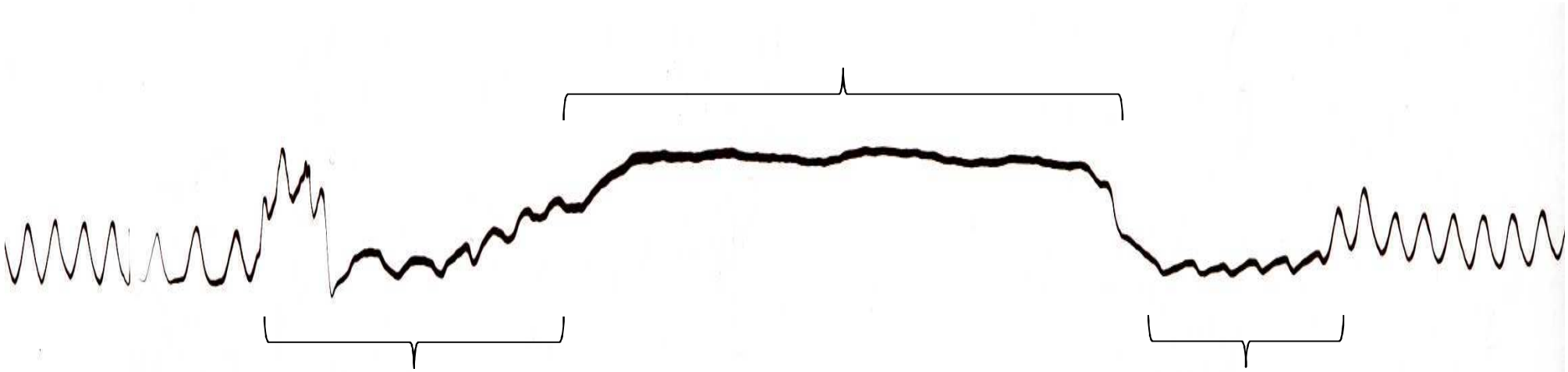
CESTOVÁNÍ LETADLEM

<u>Zvýšené riziko</u>

- ***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)



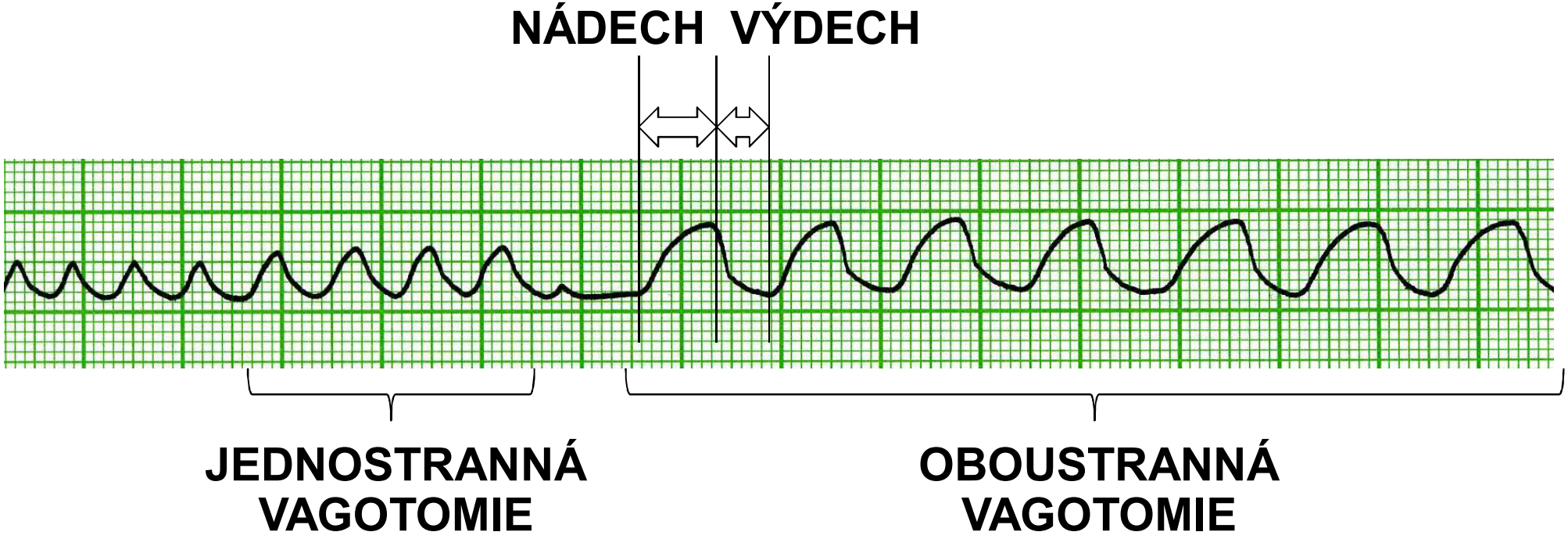
ARTEFAKTY
(PŘI APLIKACI PŘETLAKU)

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.**

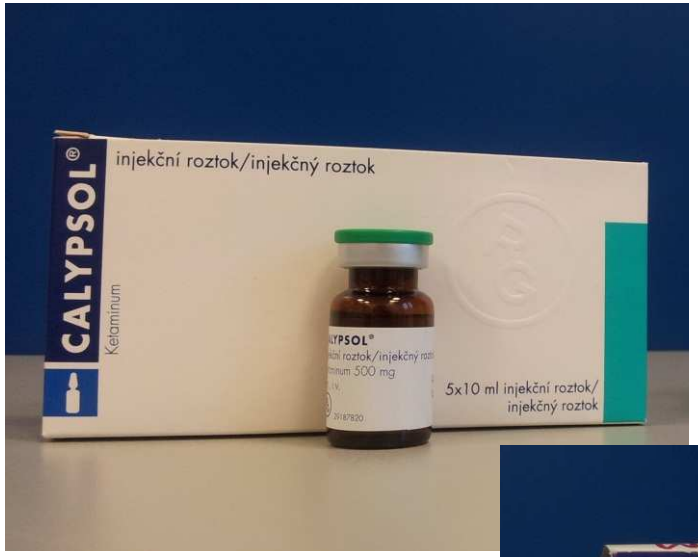
Dochází ke **změně charakteru dýchání**: potkan dýchá pravidelné se zpomalenou frekvencí, je prodlouženo inspirium ve vztahu k exspiriu, zvětšuje se dechový objem.

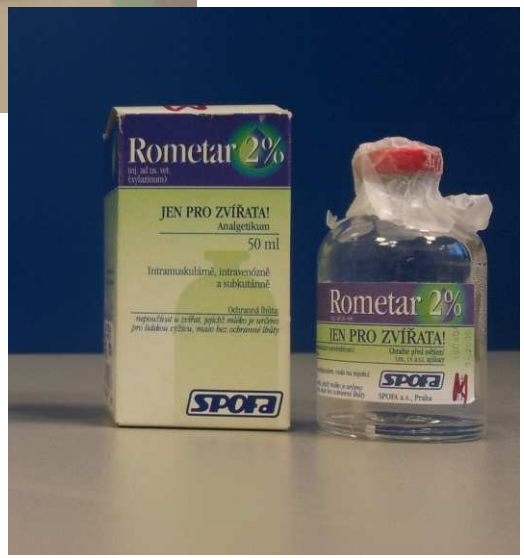


PŘÍPRAVA ZVÍŘETE K EXPERIMENTU - ANESTEZIE

INHALAČNÍ ÚVOD

STŘEDNĚDOBÁ INJEKČNÍ ANESTEZIE (APLIKACE I.M.)





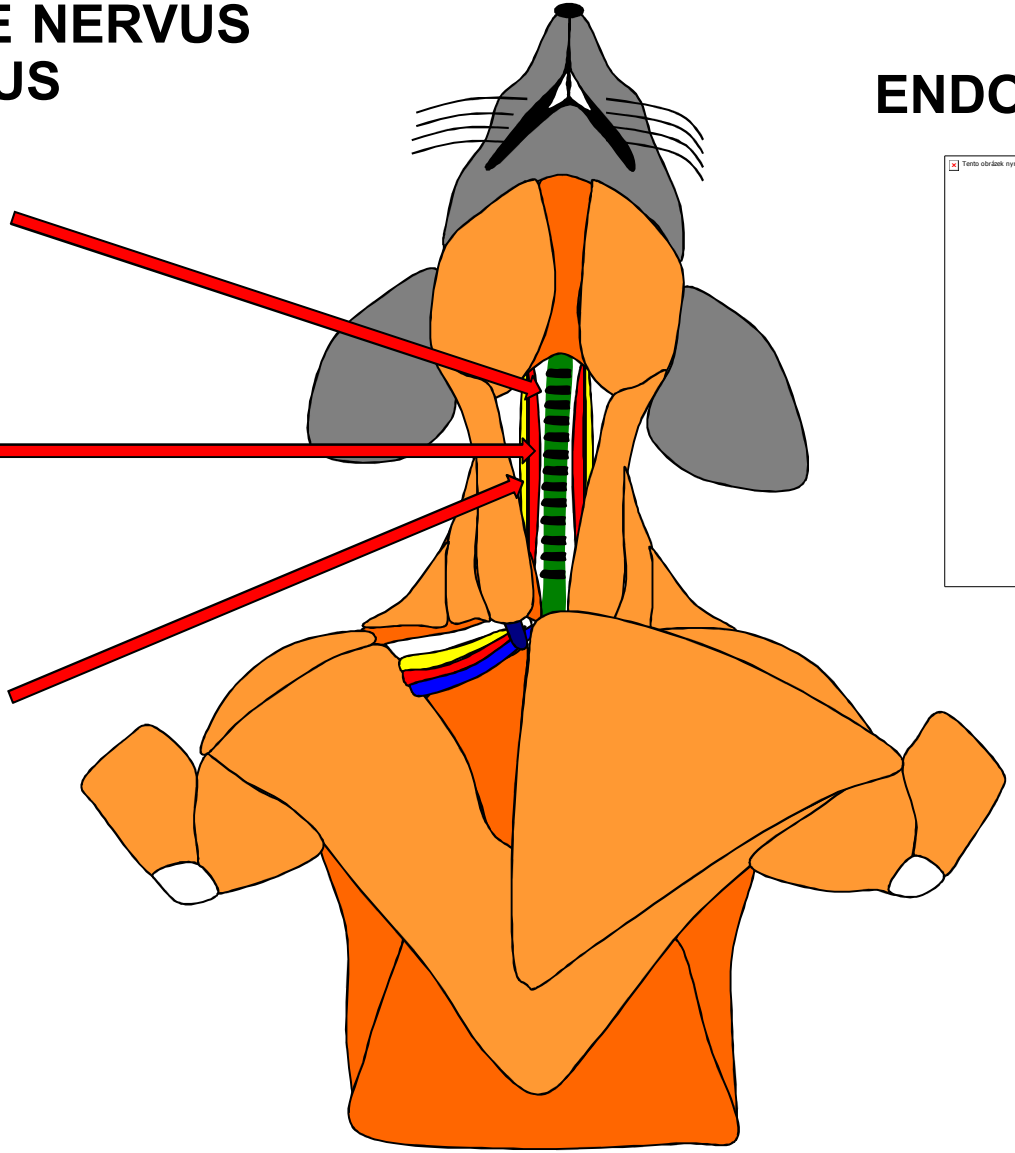
PŘÍPRAVA ZVÍŘETE K EXPERIMENTU

PREPARACE NERVUS VAGUS

TRACHEA

A. CAROTIS

N. VAGUS



ZAVEDENÍ ENDOTRACHEÁLNÍ KANYLY