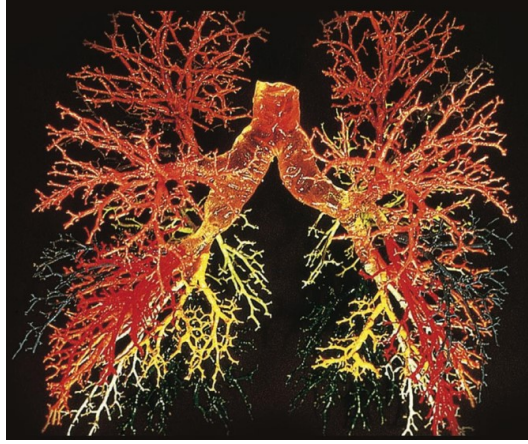
Fyziologie živočichů a člověka

Fyziologie dýchání

RNDr. Ing. Edvard Ehler, Ph.D.

Obecné dělení cest dýchacích

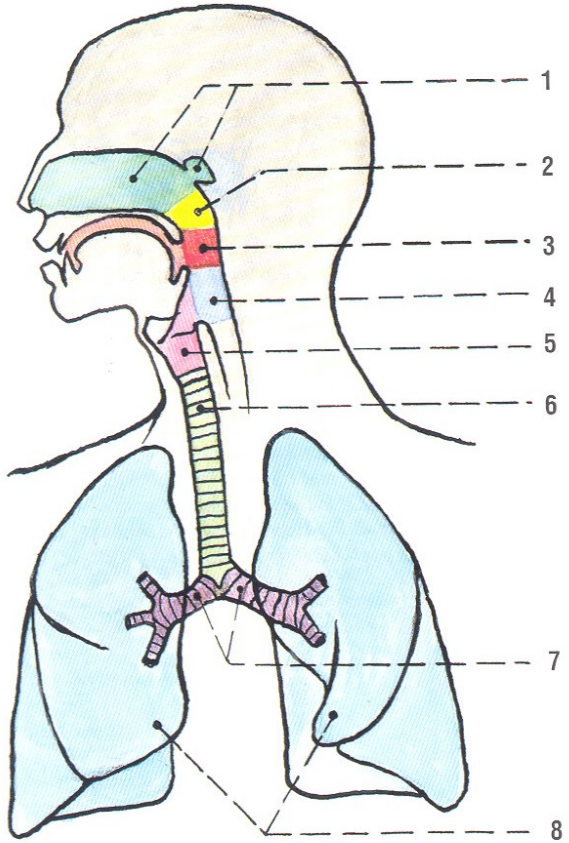


Horní cesty dýchací

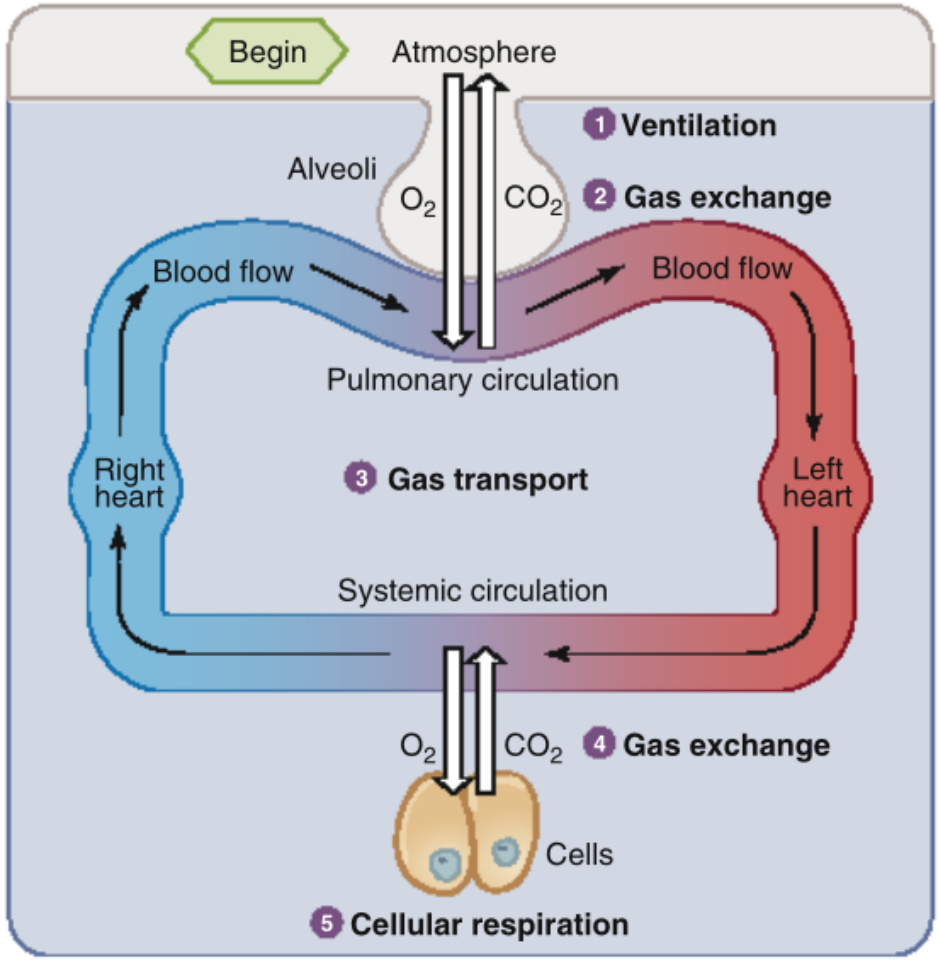
- nosní dutina – *cavum nasi*
- nosohltan – *nasopharynx*

Dolní cesty dýchací

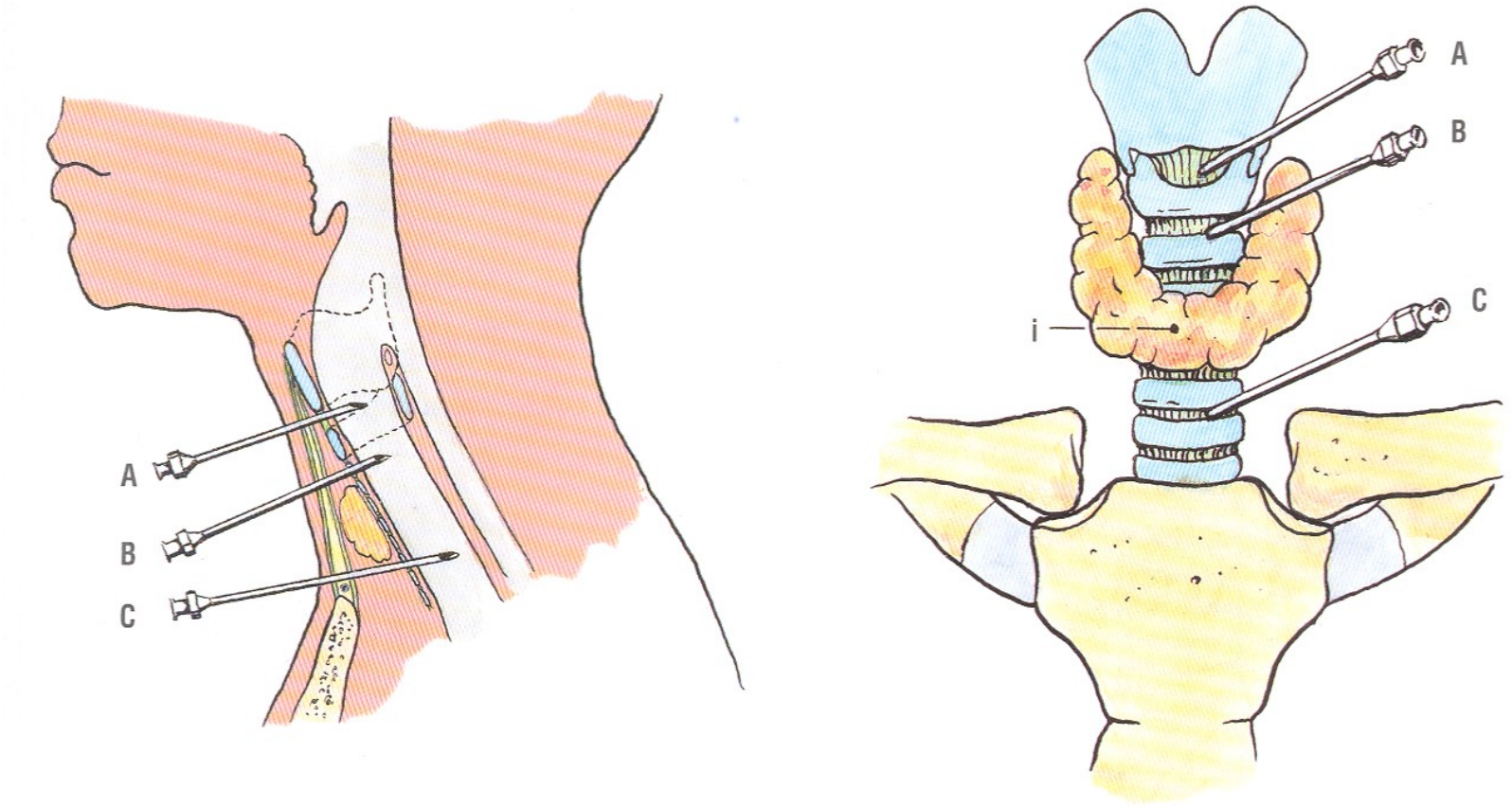
- hrtan – *larynx*
- průdušnice – *trachea*
- průdušky – *bronchi*
- plíce – *pulmones*



Obr. 128. PŘEHLED ORGÁNŮ DÝCHACÍHO ÚSTROJÍ; schéma
1, 2 horní cesty dýchací
1 cavitas nasi a sinus paranasales
2 pars nasalis pharyngis
3 pars oralis pharyngis
4 pars laryngea pharyngis
5–8 dolní cesty dýchací
5 larynx
6 trachea
7 bronchi
8 pulmones



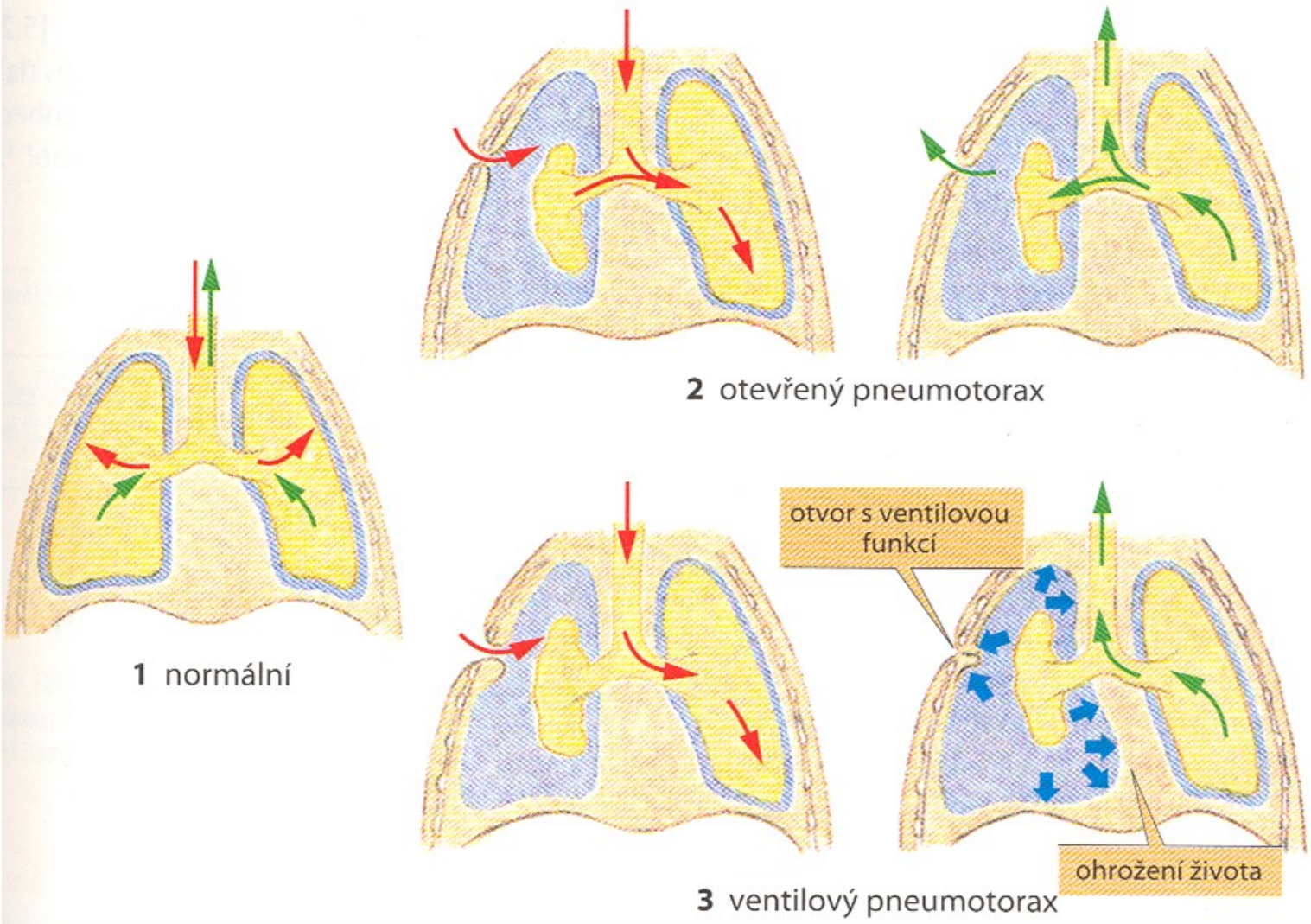
Tracheotomie a koniotomie (conus elasticus) – zákroky zachraňující život

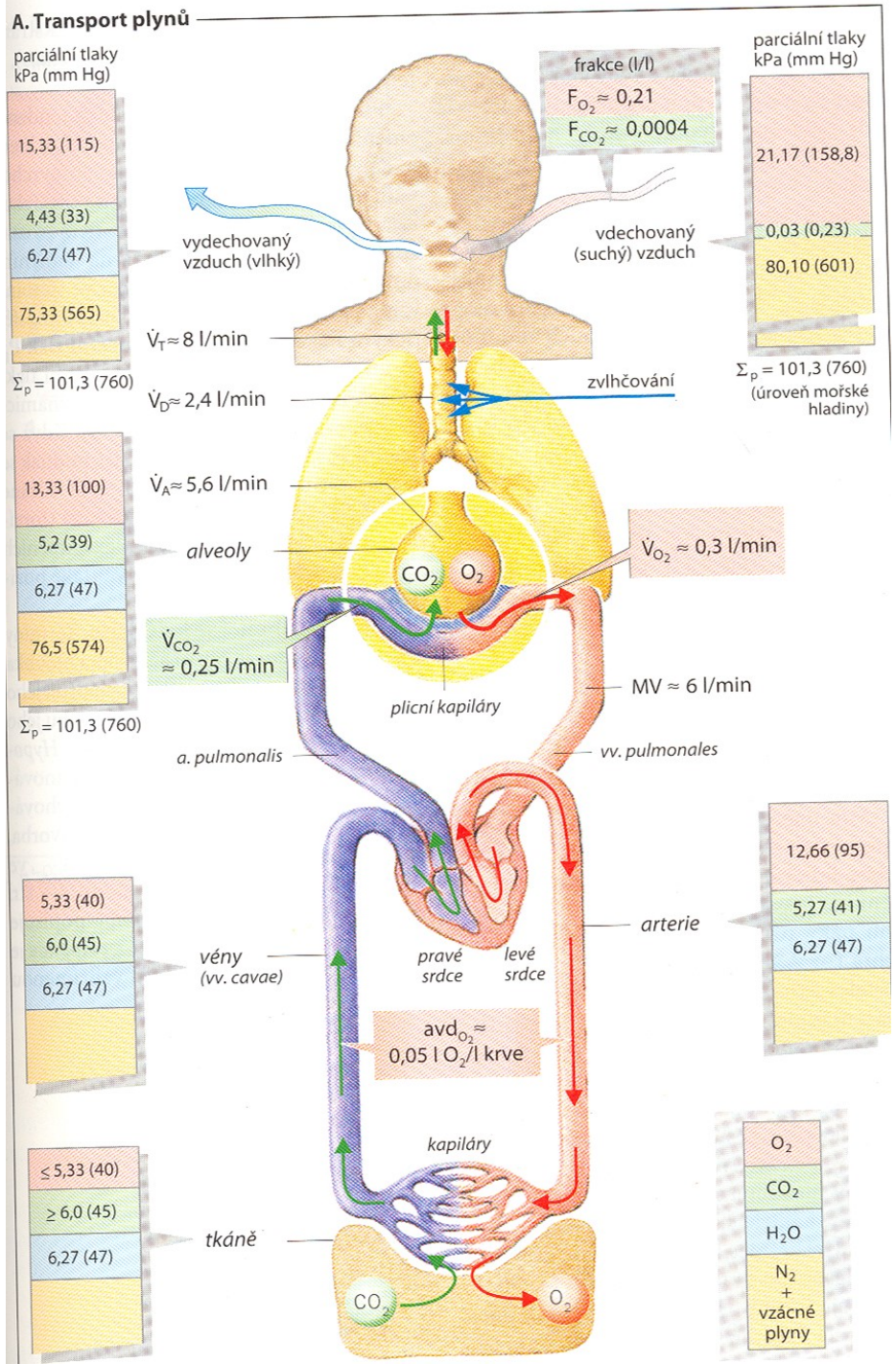


Obr. 150. SCHÉMA KONIOTOMIE A TRACHEOTOMIE při náhradě transfusní jehlou; sagitální řez a pohled zpředu (po odstranění vrstev před tracheou)

A koniotomie
B horní tracheotomie
C dolní tracheotomie
i – isthmus štítné žlázy

Pneumothorax

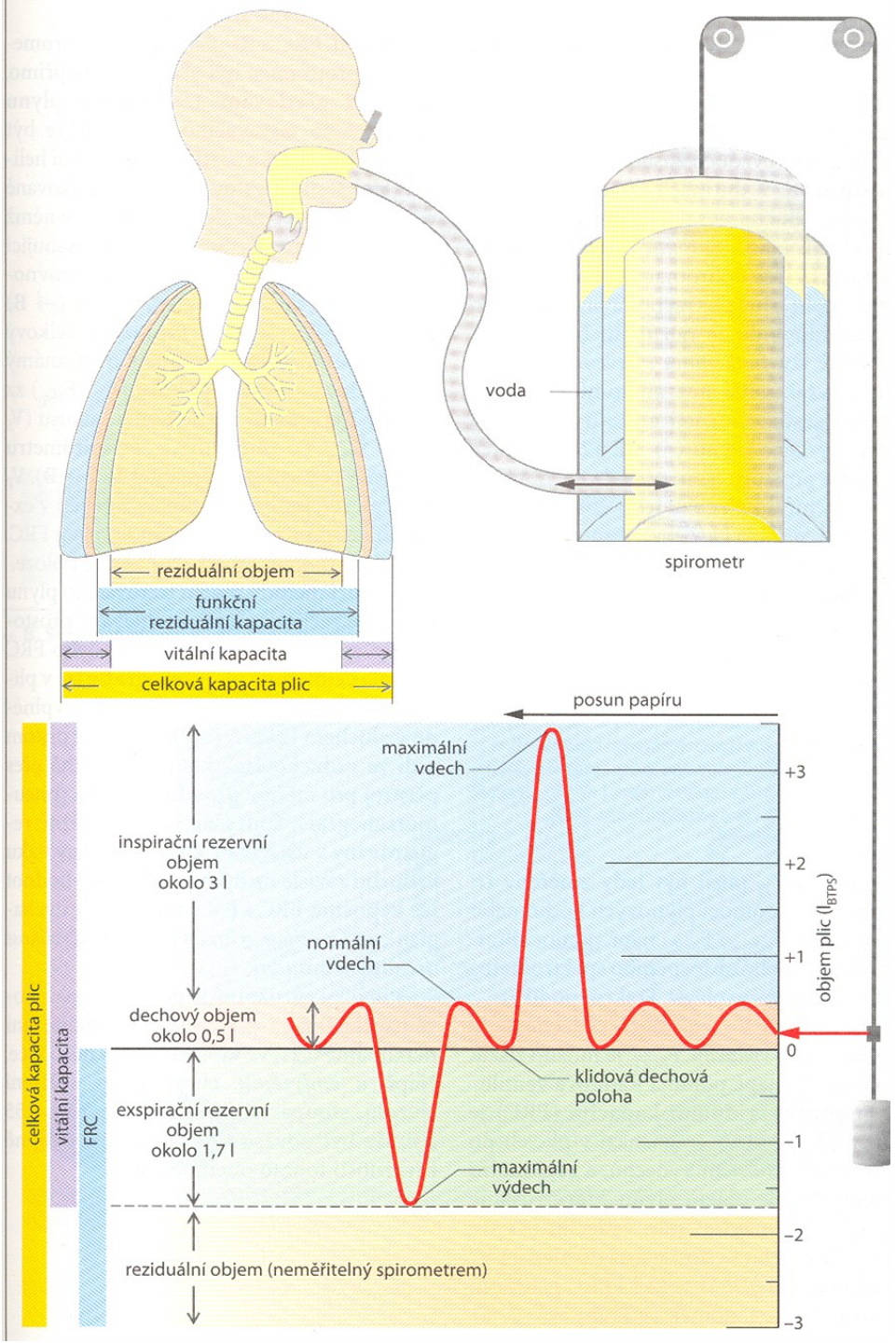




Fyziologie dýchání

- $V_A = VT - VD$
- V_A – alveolární objem ($\dot{V}_A$ – alveolární ventilace, záleží na frekvenci dýchání)
- V_T – celkový nádech
- V_D – objem mrtvého prostoru

- Respirační kvocient
- $RQ = \dot{V}_{CO2}/\dot{V}_{O2} = 0.7 - 1.0$



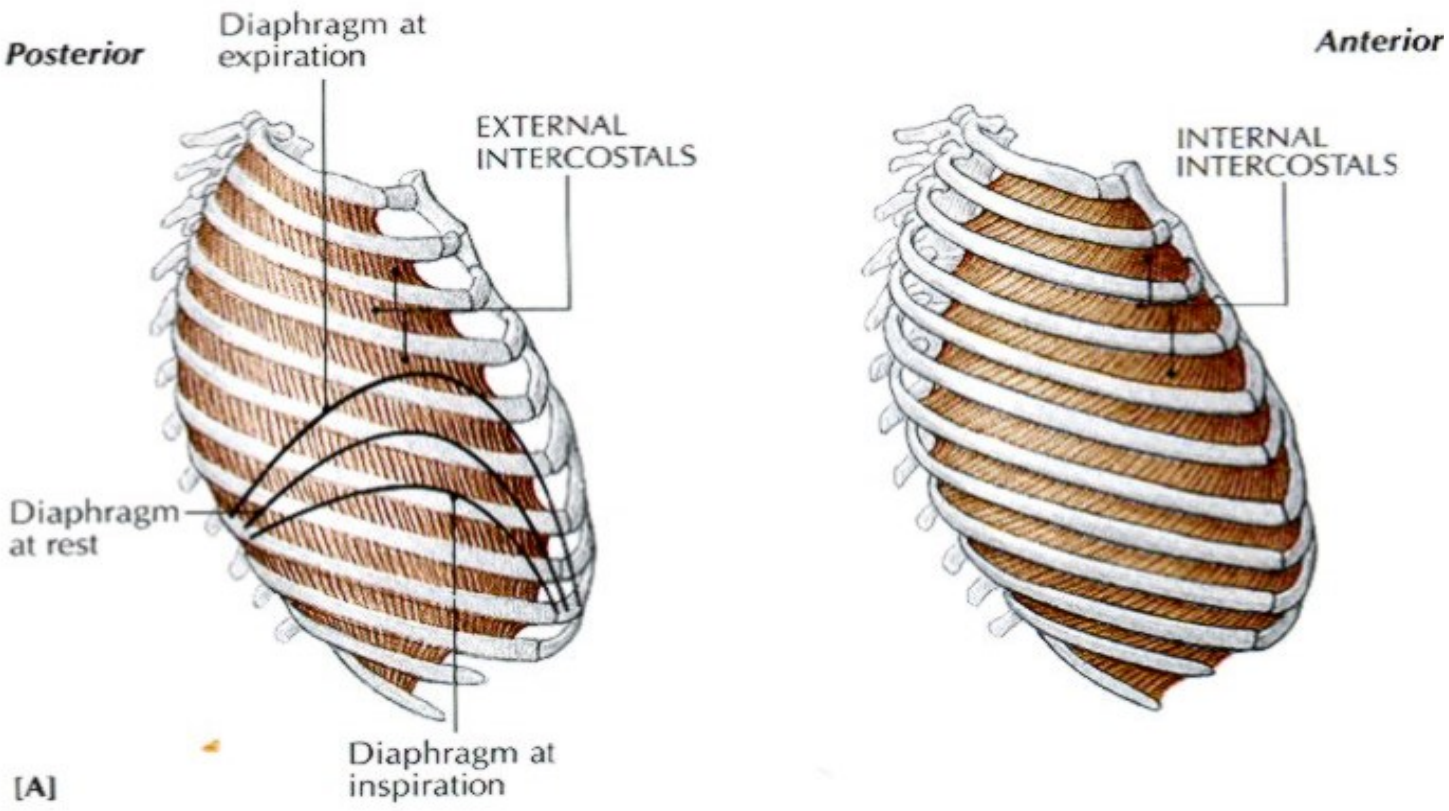
Fyziologie dýchání

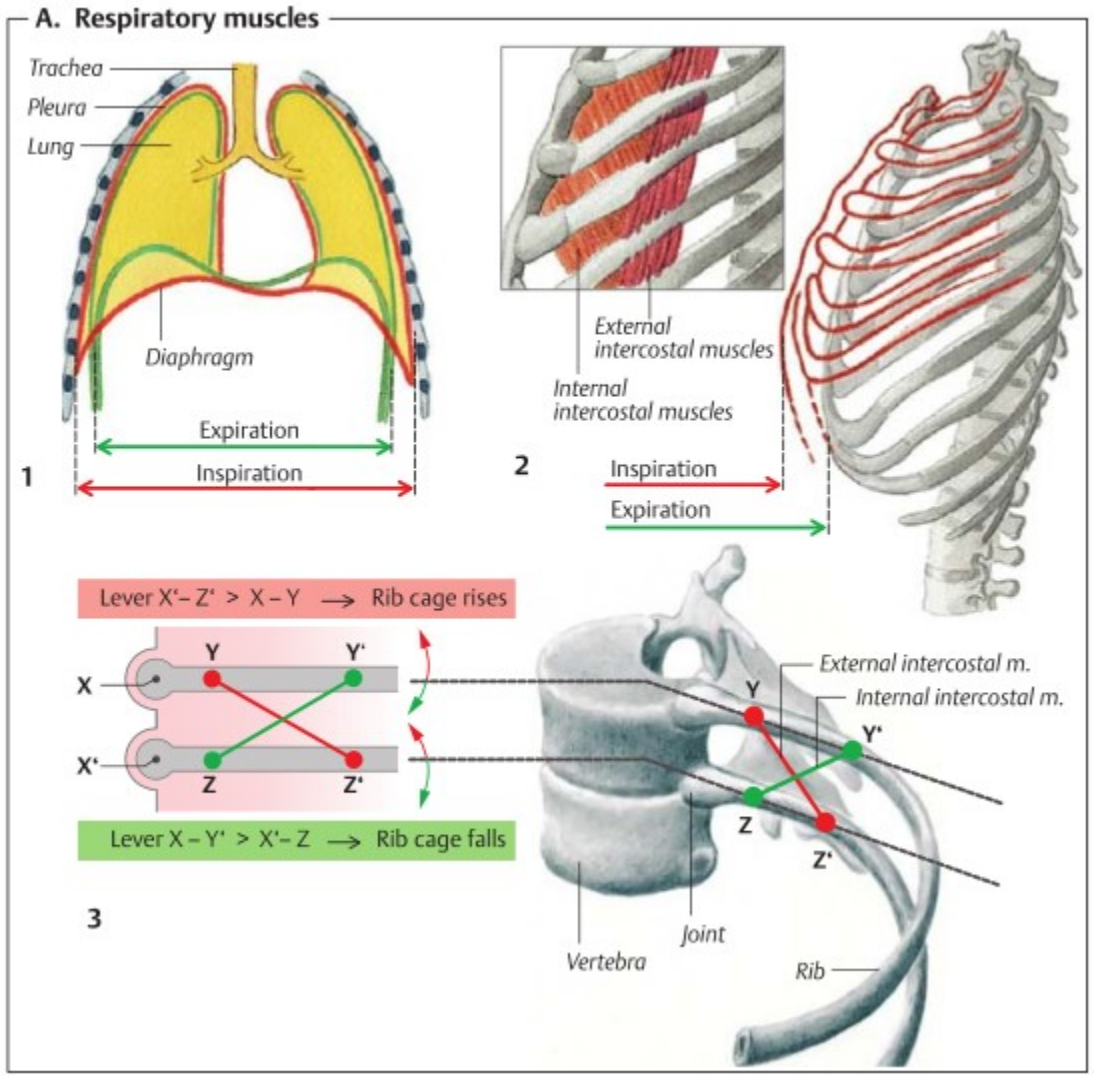
- V_T – klidový dechový objem (0.5 l)
- Maximální nádech = IRV (inspiratory reserve volume)
- Maximální výdech = ERV (exspiratory reserve volume)
- Vitální kapacita plic:

$$VC = V_T + IRV + ERV$$

- Vždy zbyde vzduch v dých. cestách = RV (reziduální objem)
- FRC a RV neměřitelné spirometrem

Dýchací svaly



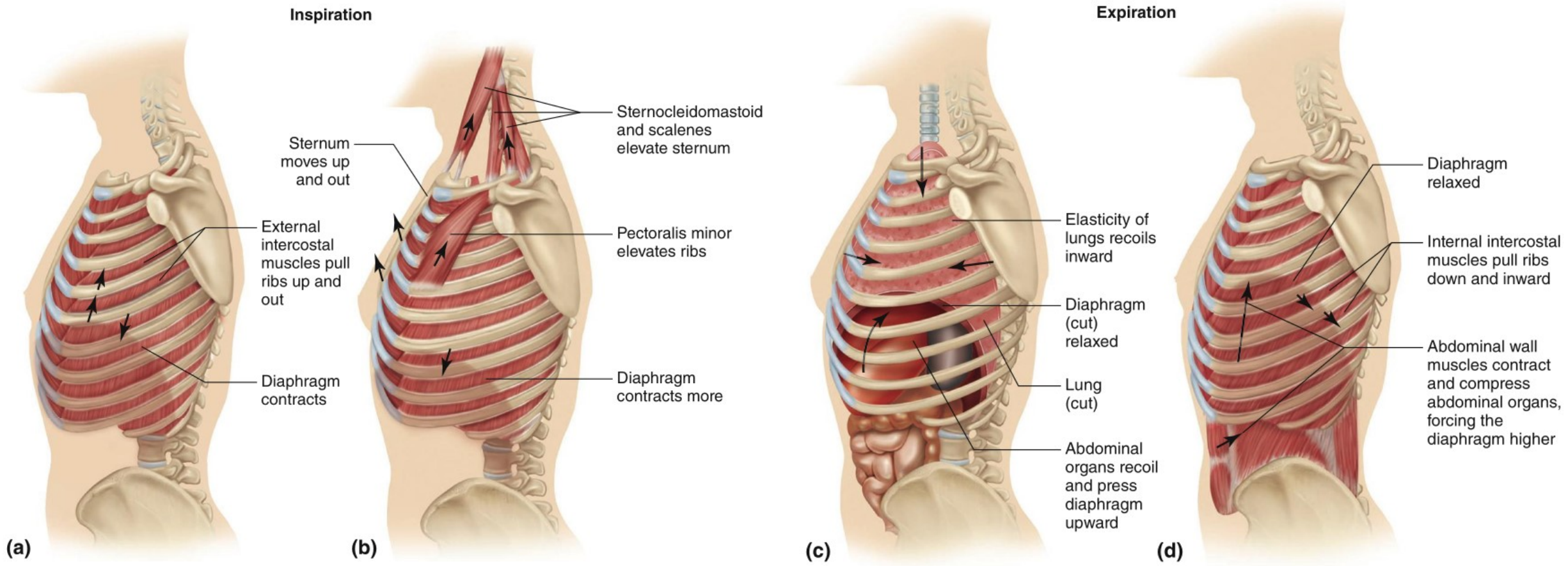


Hlavní svaly nádechové – táhnou žebra nahoru – bránice, vnější sv. mezižeberní

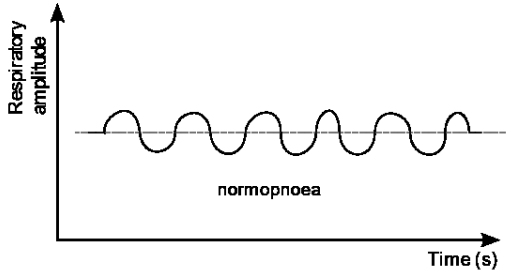
Vedlejší svaly nádechové – *mm.scaleni, serratus anterior, posterior superior, mm. pectorales, m.subclavius, m.subscapularis, m.lattisimus dorsi*

Svaly výdechové – táhnou žebra dolů – *svaly břicha, m.serratus posterior inferior*

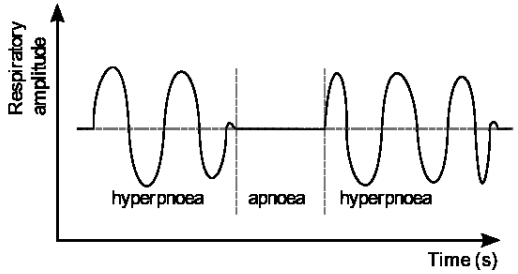
Dýchací svaly - detail



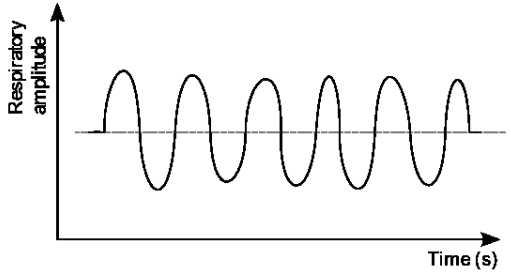
Rytmus dýchání – norma a patologie



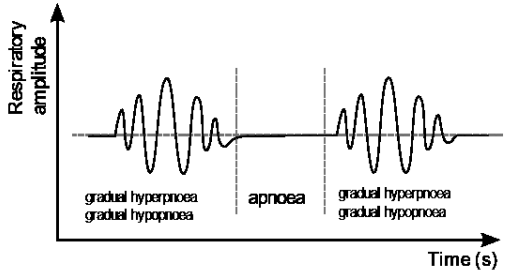
Normal respiration



Biot's respiration
aka ataxic respiration
- Periodic breathing:
hyperpnoea (or normopnoea) and apnoea
- Poor prognosis
- Neuron damage



Kussmaul breathing
- Metabolic acidosis (Diabetes mellitus)
- Hyperpnoea
K = Ketones (Diabetic ketoacidosis)
U = Uremia
S = Sepsis
S = Salicylates
M = Methanol
A = Aldehydes
(U)
L = Lactic acid/Lactic acidosis



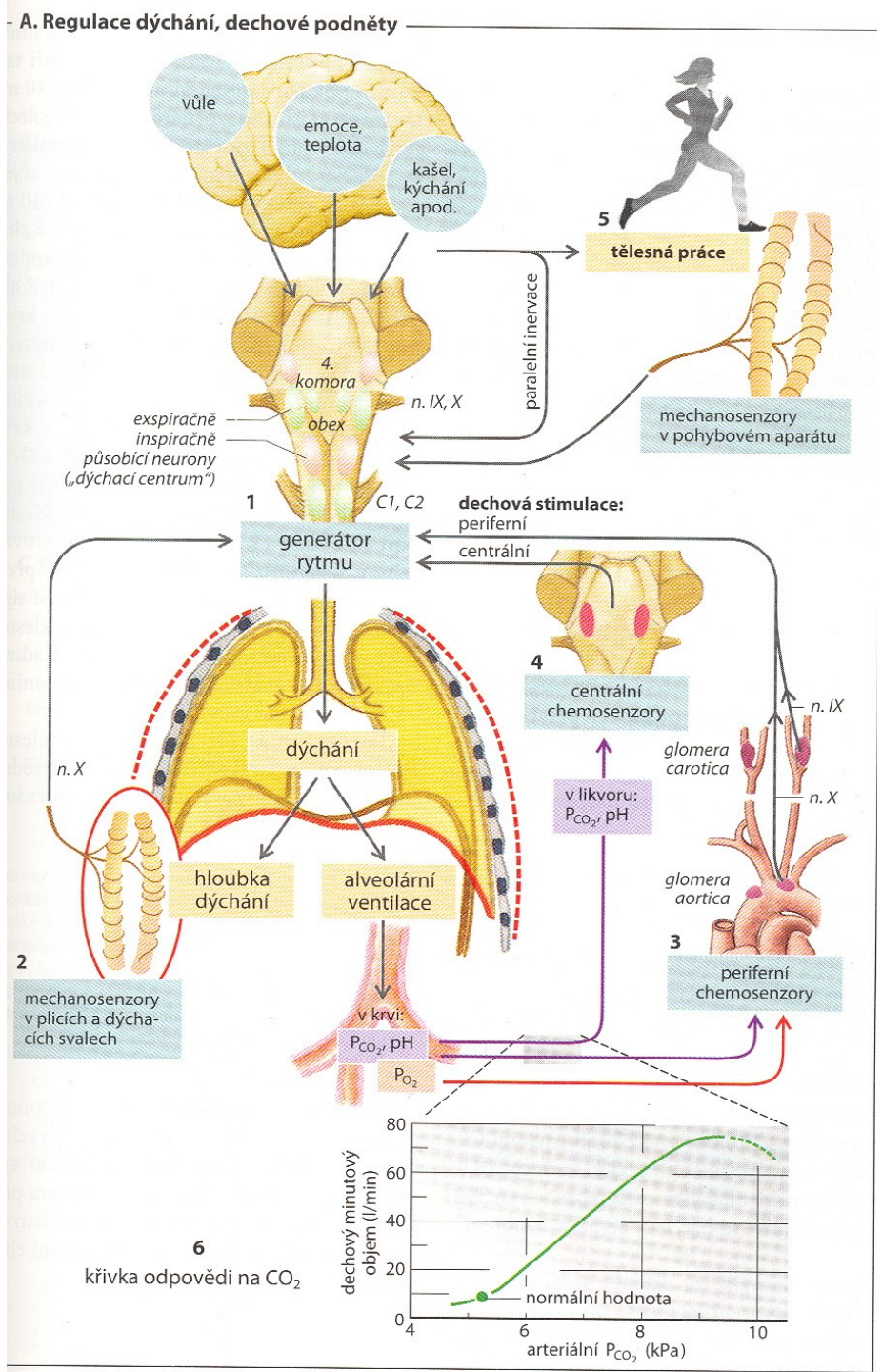
Cheyne-Stokes respiration
- Periodic breathing:
Gradual hyperpnoea/hypopnoea and Apnoea
- Sleep/Hypoxemia/Drugs
- Hypoperfusion of the brain (respiratory center)

Biotovo dýchání

- Meningitida, encefalitida, otrava alkaloidy
- Apnoické pauzy různě dlouhé

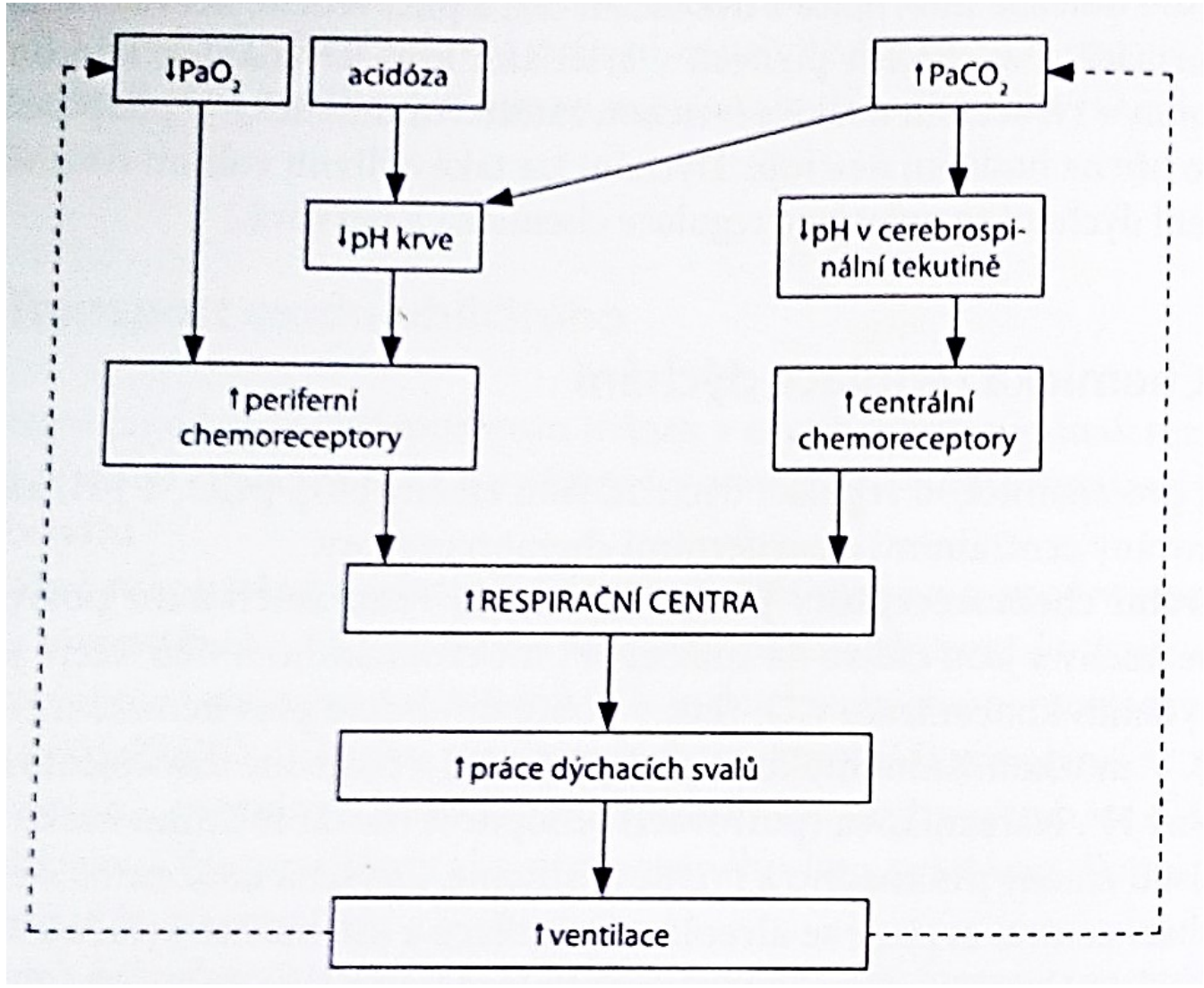
- Poškozená dýchací centra v med. oblongata
- Vysokohorské prostředí, nízké pO_2, stejné pCO_2, periodické hyperventilace
- Apnoické pauzy nejsou podmínkou

Řízení dýchání

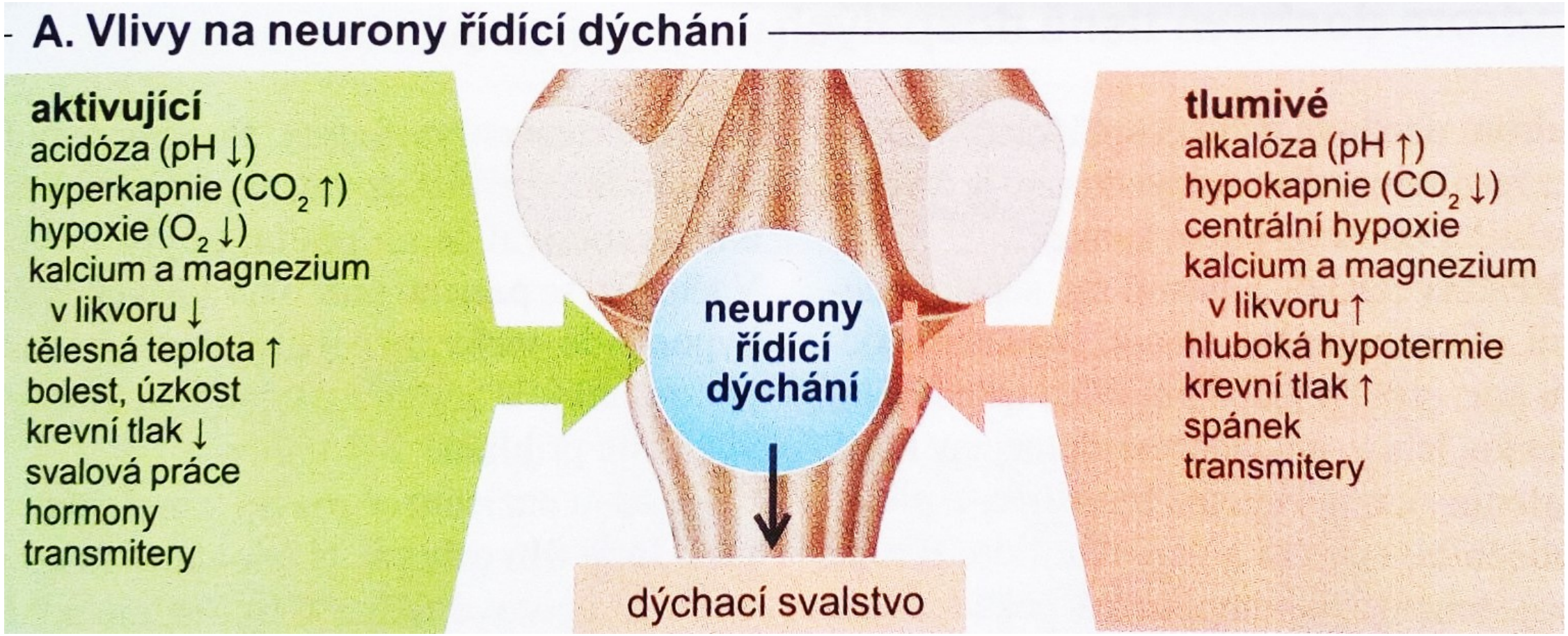


- Řízeno z CNS (m. oblongata) – generátor dýchacího rytmu – přes retikul. formaci
- Zpětné vazby důležité pro řízení dýchání – pH (norma 7.4), P_{CO2}, P_{O2}

Schematické řízení dýchání



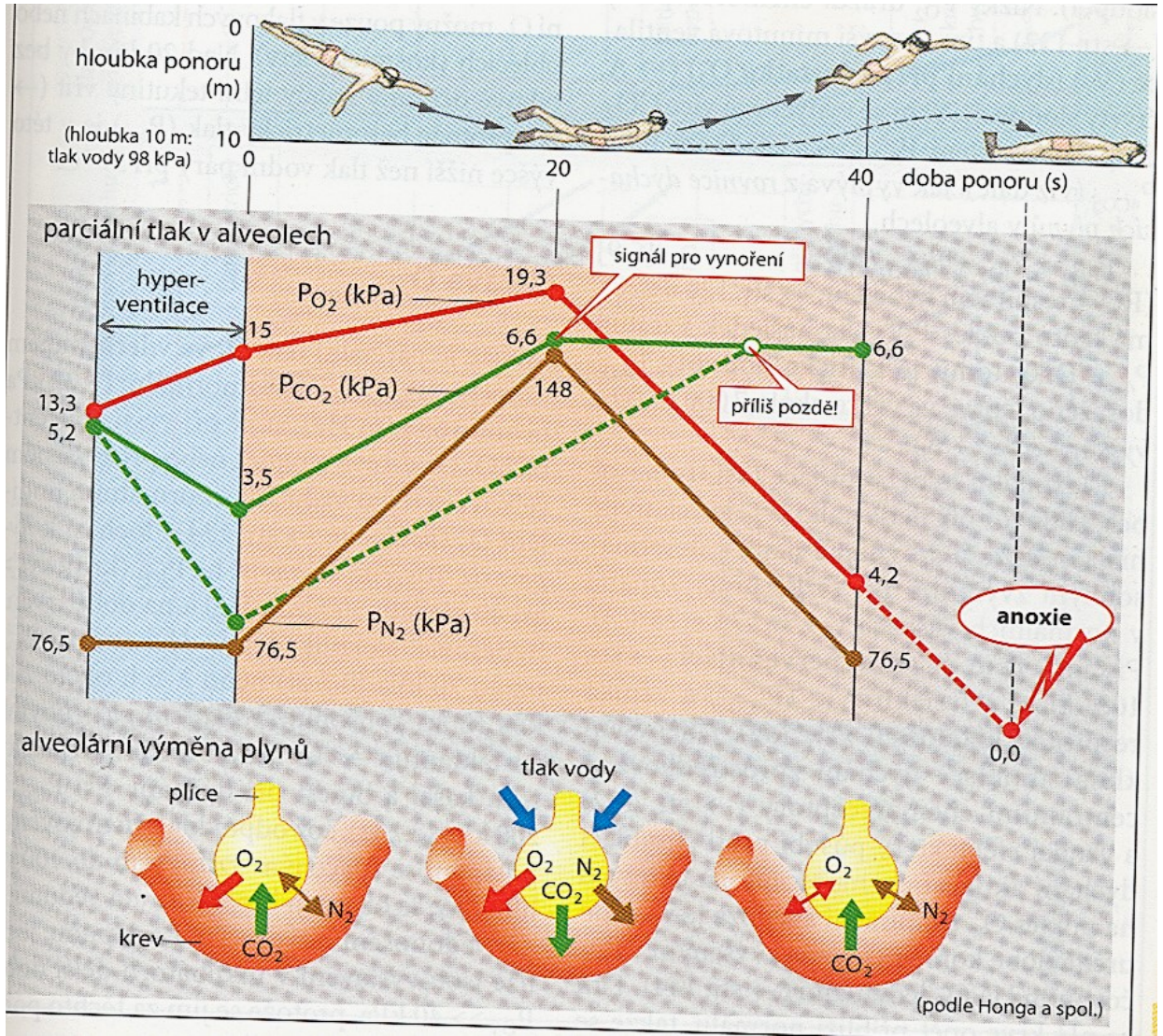
Sumarizace vlivů působících na dýchání



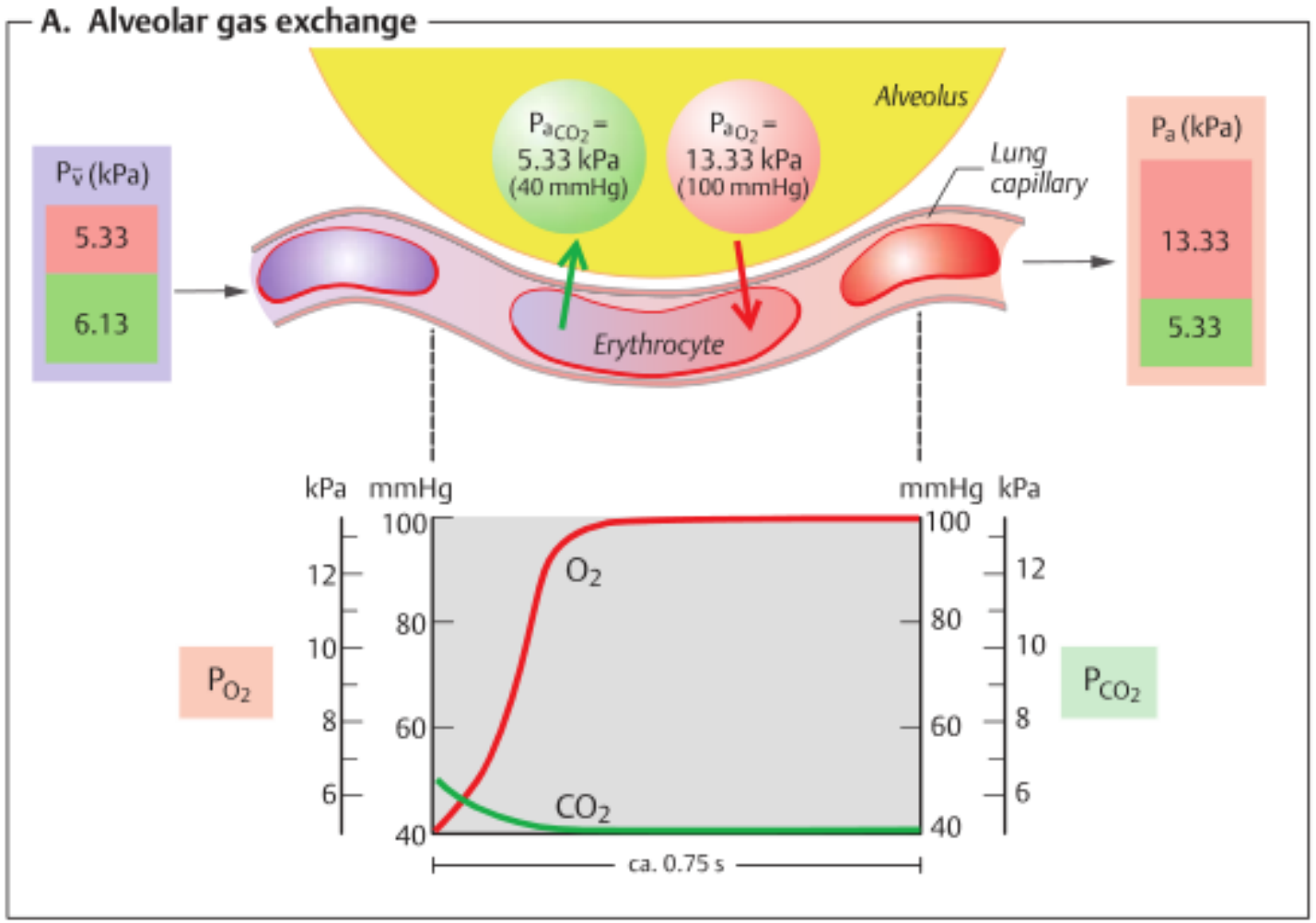
Příklad – regulace dýchání při potápění

- Při potápění do velkých hloubek – vysoký tlak vody zvyšuje parciální tlak N_2 – více ho přestoupí do krve, a při vynoření se musí znovu uvolnit

- Potápění na dech – možno zmást systém kontroly dýchání hyperventilací před potopením, ale POZOR, ŽIVOTU NEBEZPEČNÉ!



Výměna dýchacích plynů



- Výměna dýchacích plynů difuzí (pasivně)
- Rozdíl parciálních tlaků vyměňovaných plynů (O_2, CO_2)

- Důležité parametry – vzdálenost a čas
- 1–2 µm, 0.75 s

Výměna dýchacích plynů - parametry

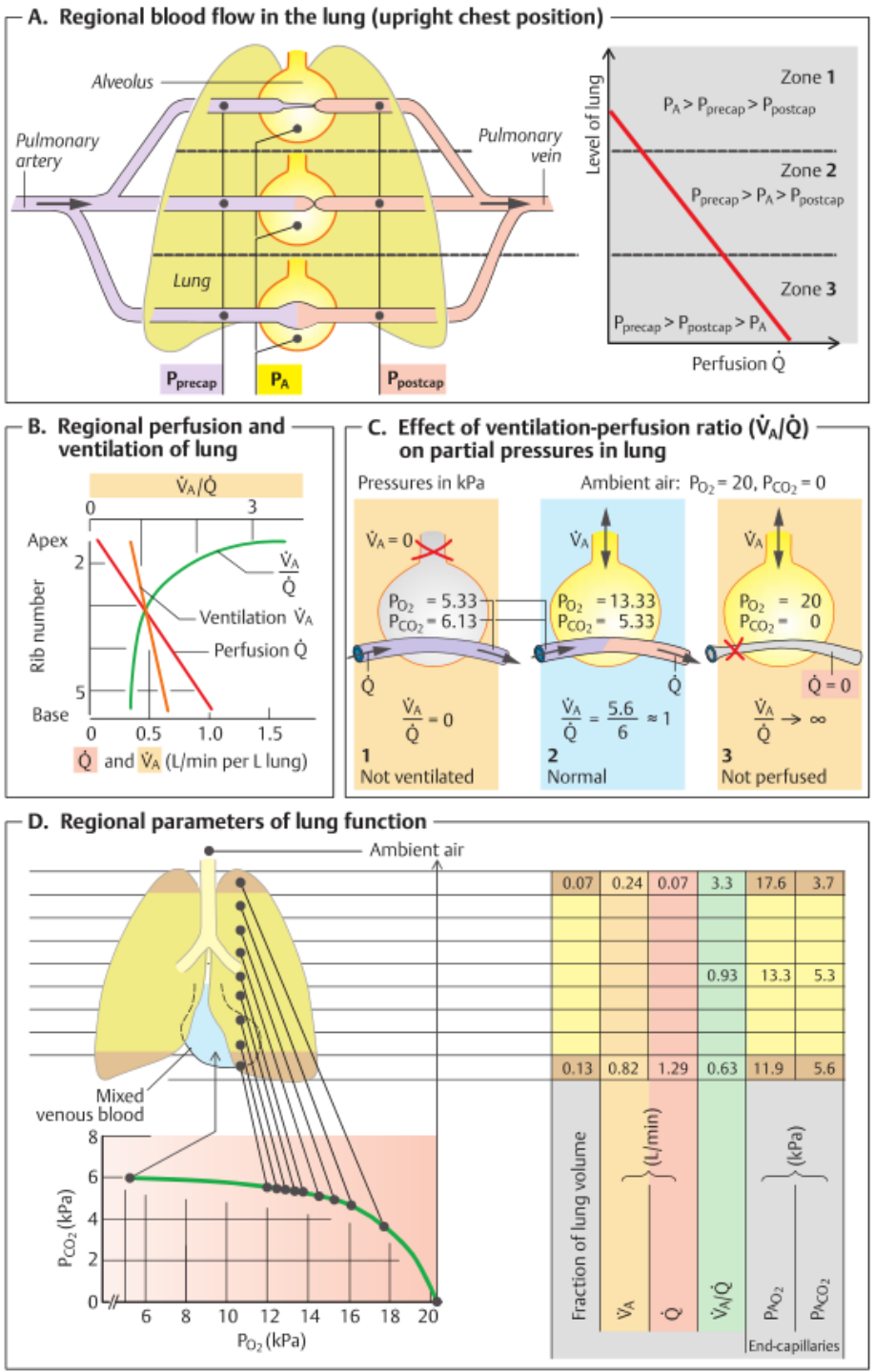
TABLE 13.6 Normal Gas Pressure

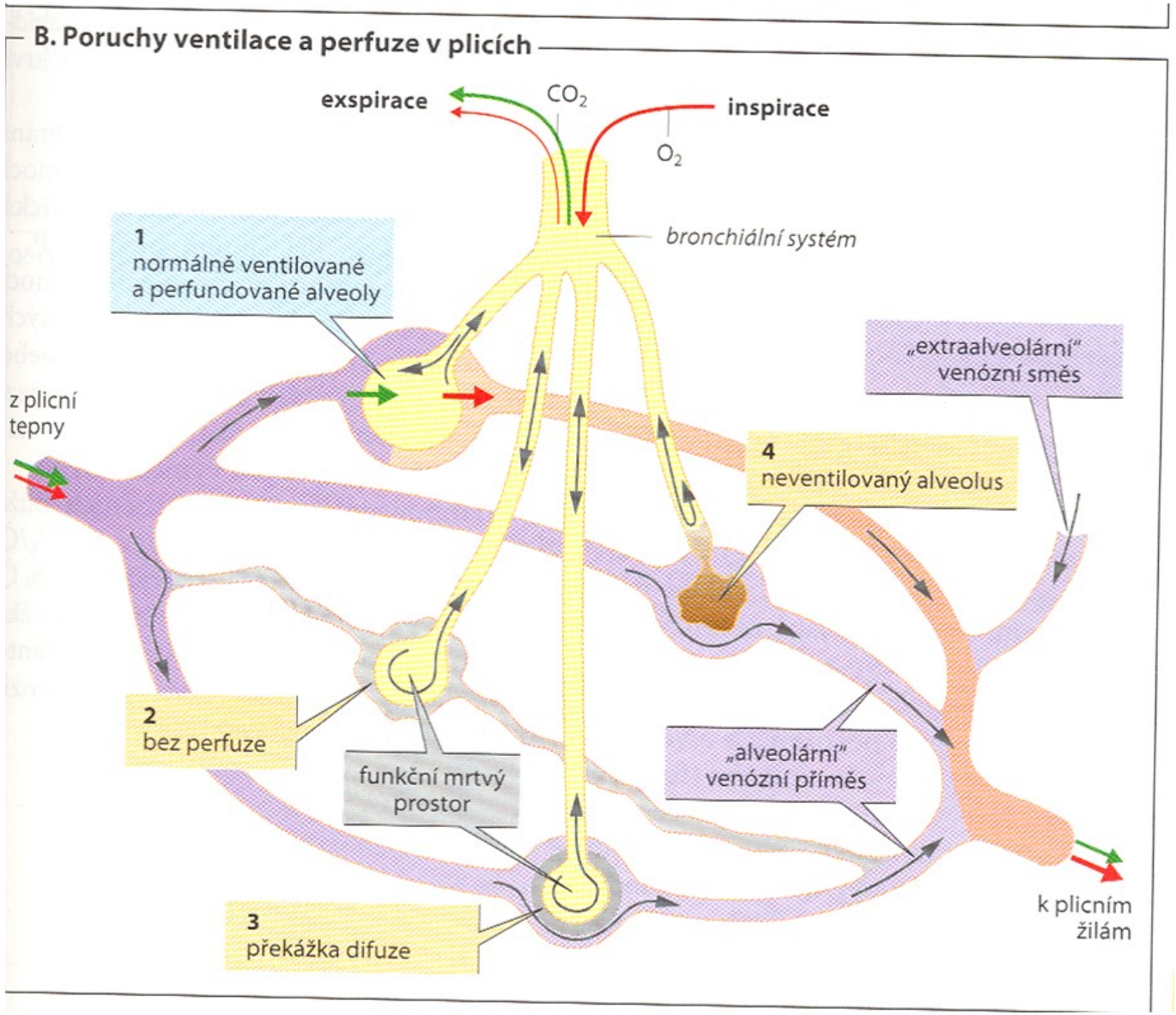
	Venous Blood	Arterial Blood	Alveoli	Atmosphere
P_{O_2}	40 mmHg	100 mmHg*	105 mmHg*	160 mmHg
P_{CO_2}	46 mmHg	40 mmHg	40 mmHg	0.3 mmHg

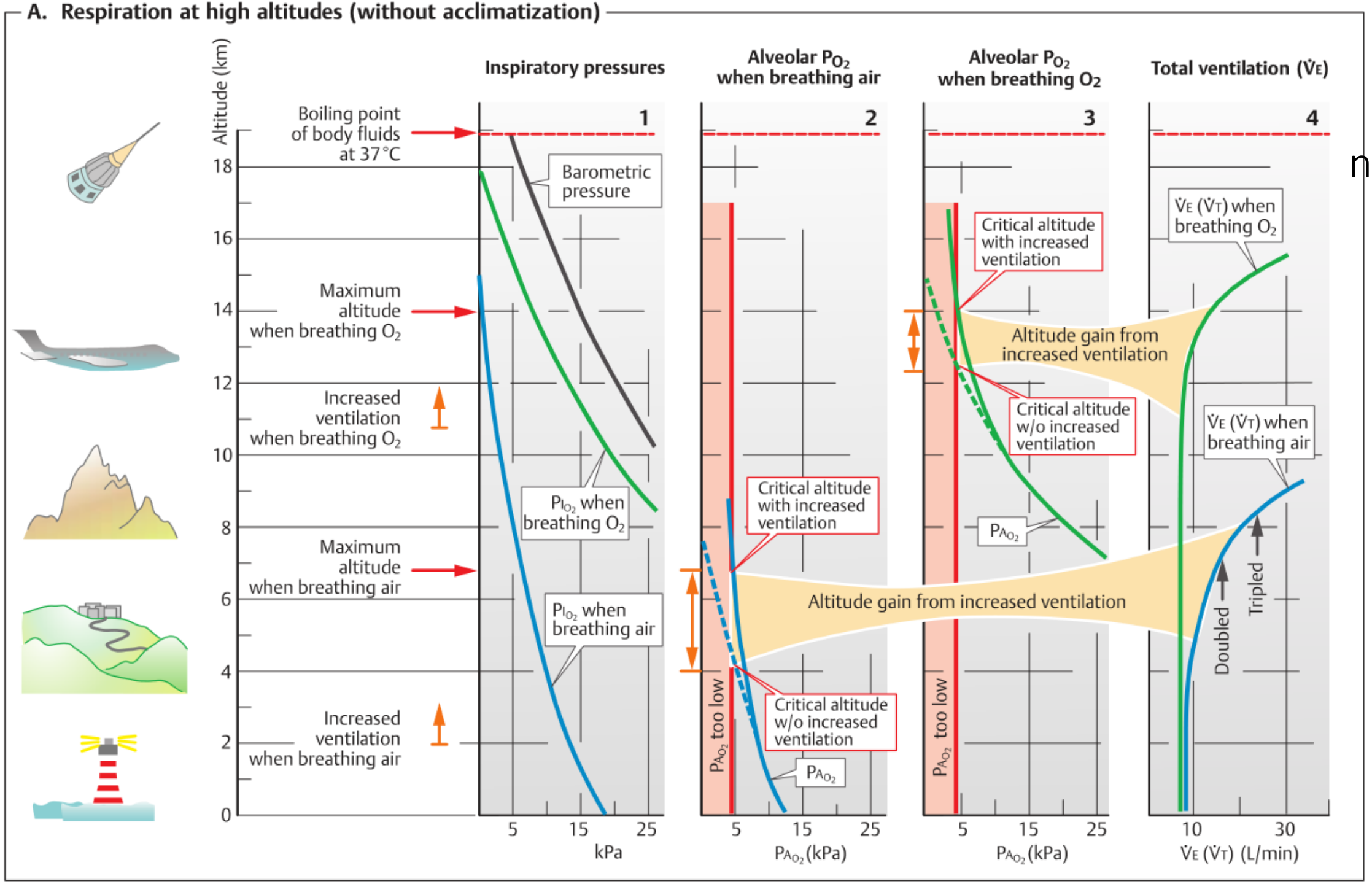
TABLE 13.5 Effects of Various Conditions on Alveolar Gas Pressures

Condition	Alveolar P_{O_2}	Alveolar P_{CO_2}
Breathing air with low P_{O_2}	Decreases	No change*
↑ Alveolar ventilation and unchanged metabolism	Increases	Decreases
↓ Alveolar ventilation and unchanged metabolism	Decreases	Increases
↑ Metabolism and unchanged alveolar ventilation	Decreases	Increases
↓ Metabolism and unchanged alveolar ventilation	Increases	Decreases
Proportional increases in metabolism and alveolar ventilation	No change	No change

Poměr plicní ventilace/perfuse, poruchy dýchání, hypoxická vazokonstrikce







Vliv nadmořské výšky na dýchání

Aklimatizace na nadmořskou výšku

TABLE 13.11	Acclimatization to the Hypoxia of High Altitude
	The peripheral chemoreceptors stimulate ventilation.
	Erythropoietin, a hormone secreted primarily by the kidneys, stimulates erythrocyte synthesis—resulting in increased erythrocyte and hemoglobin concentration in blood—and the oxygen-carrying capacity of blood.
	DPG increases and shifts the oxygen–hemoglobin dissociation curve to the right, facilitating oxygen unloading in the tissues. However, this DPG change is not always adaptive and may be maladaptive. For example, at very high altitudes, a right shift in the curve impairs oxygen *loading* in the lungs, an effect that may outweigh the benefit from facilitation of *unloading* in the tissues.
	Increases in skeletal muscle capillary density (due to hypoxia-induced expression of the genes that code for angiogenic factors), number of mitochondria, and muscle myoglobin occur, all of which increase oxygen transfer.
	Plasma volume can be decreased, resulting in an increased concentration of the erythrocytes and hemoglobin in the blood.

DPG – difosfo-glycerát, viz fyziologie krve

- Horská nemoc
- Akutní
- Chronická
- High-Altitude Headache (HAH)
- Acute Mountain Sickness (AMS)
- High-Altitude Pulmonary Edema (HAPE)
- High Altitude Cerebral Edema (HACE)