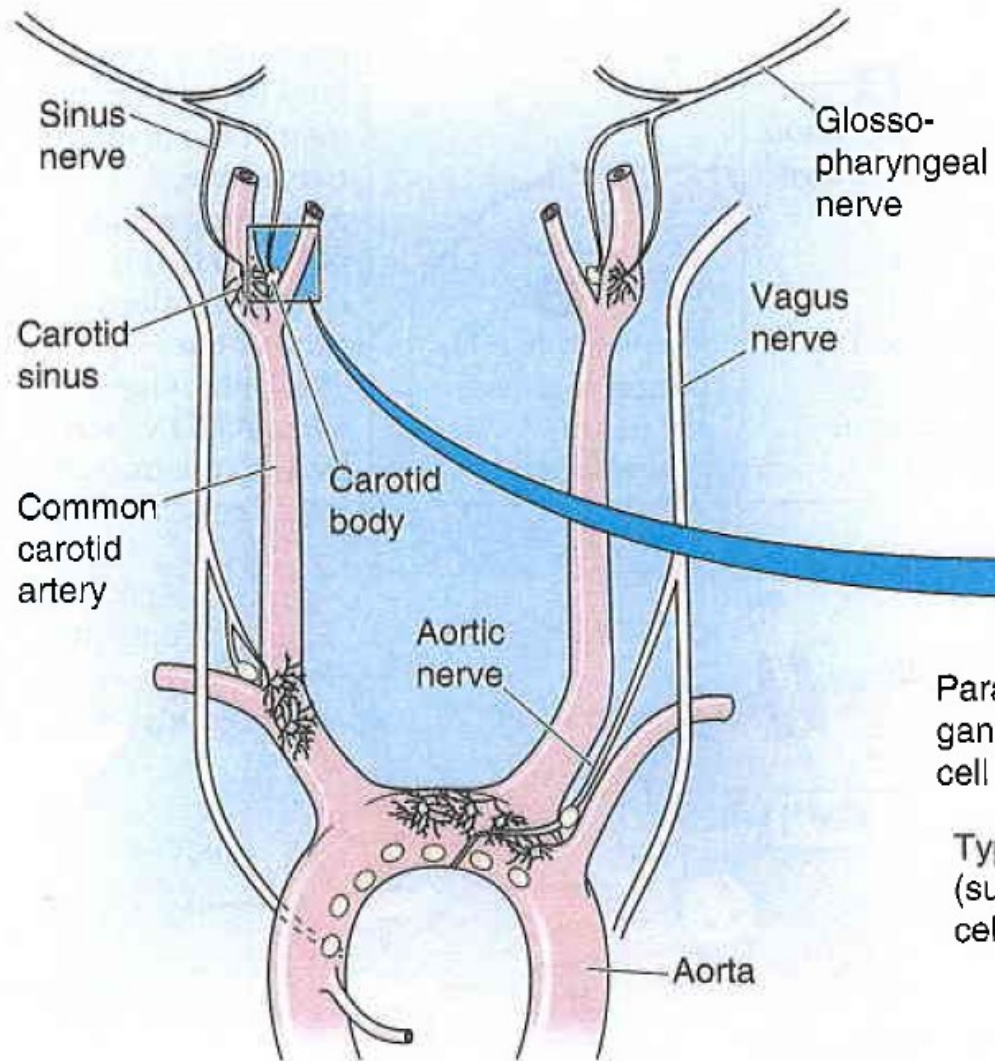


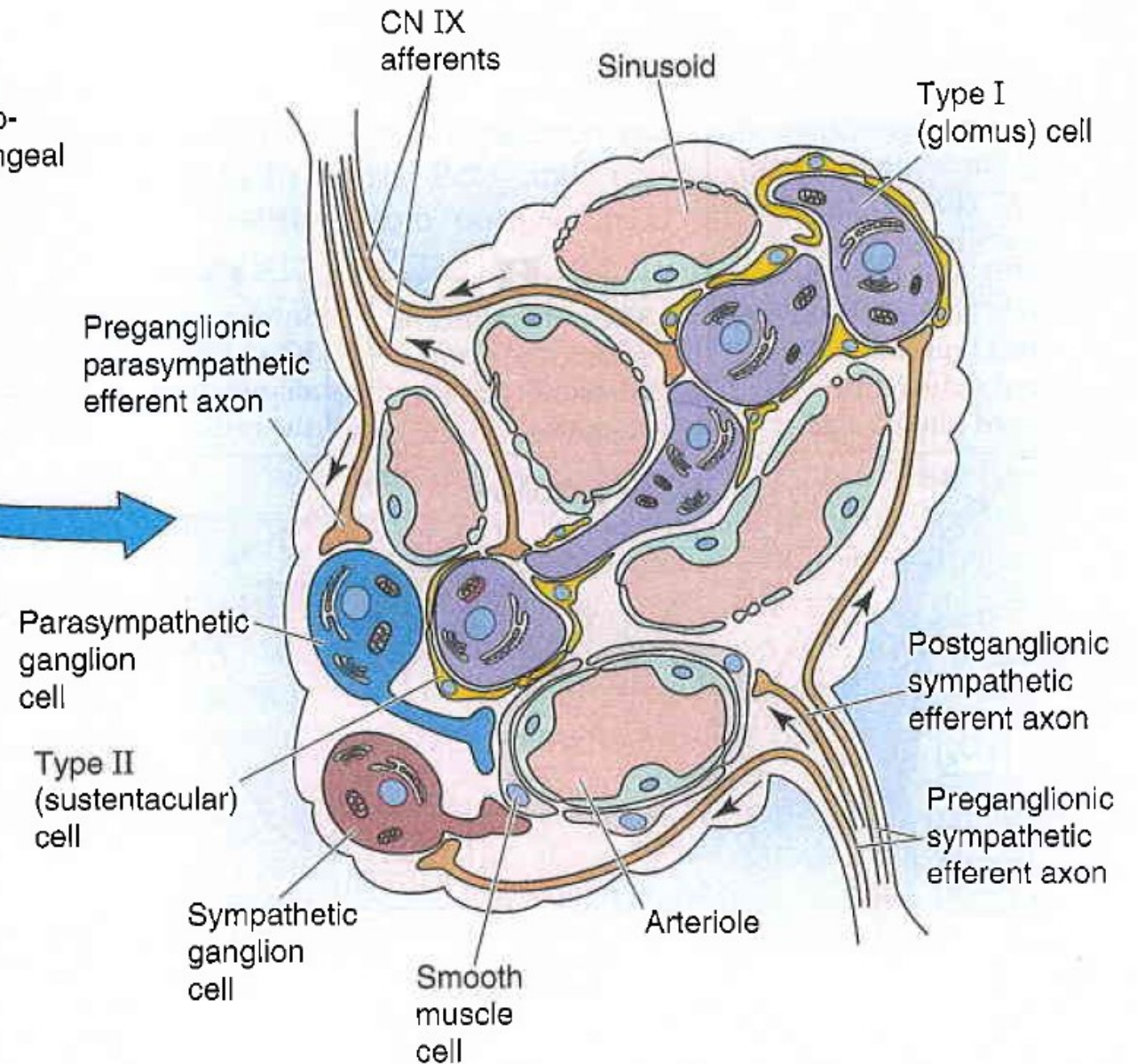
***Dýchání za různých***

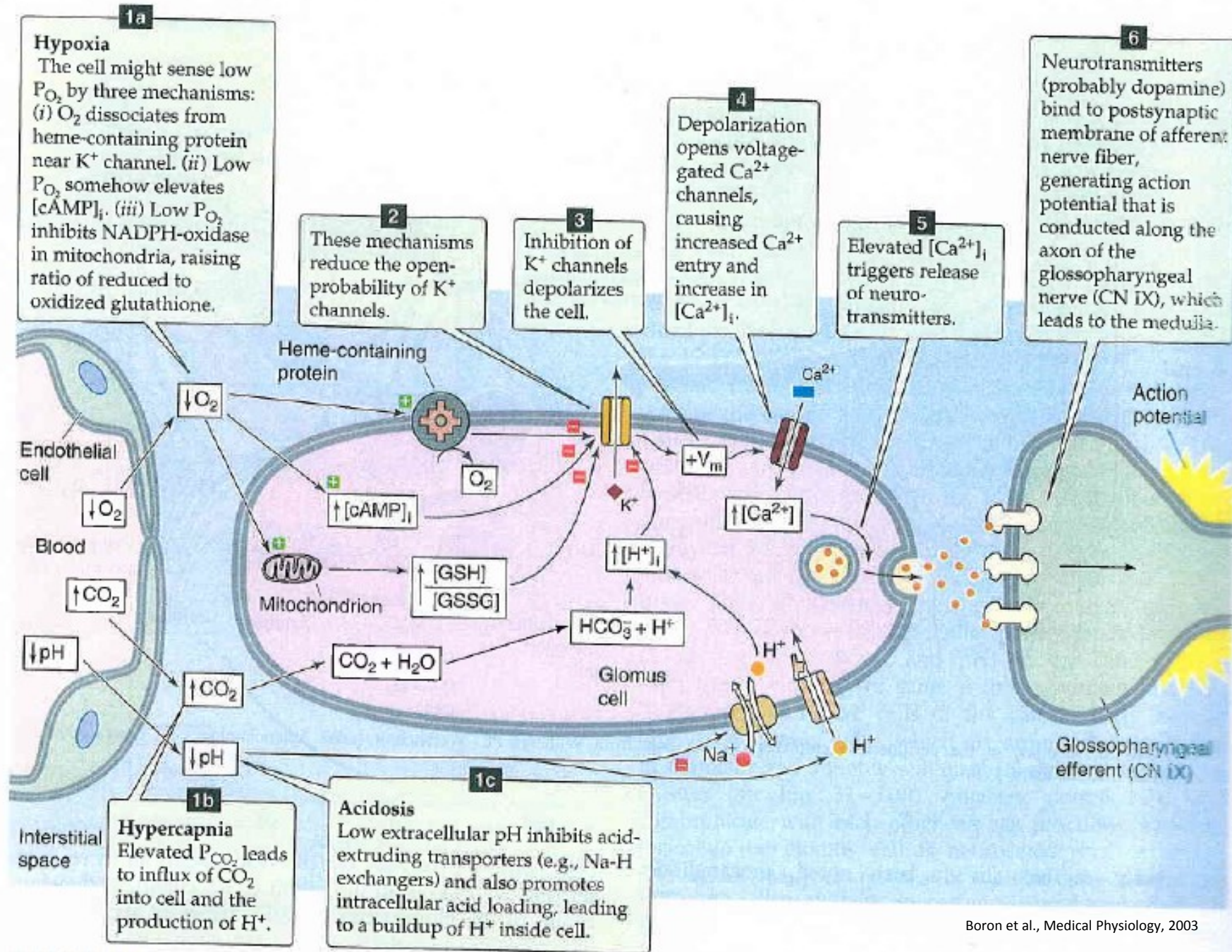
***„fyziologických“  
podmínek***

### A LOCATION OF CAROTID AND AORTIC BODIES



### B MICROSCOPIC ANATOMY OF CAROTID BODY





# 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 kapilár - juxtakapilární =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**.

# Obranné reflexy dýchací

- Aktivní odstranění škodliviny, která již pronikla do dýchacích cest
- **KAŠLACÍ REFLEX**
- Podnět: nadměrné množství hlenu nebo cizorodých látek; dráždivé receptory v dolních cestách dýchacích; informace vedena n.vagus do prodl.míchy; spustí se řada koordinovaných dějů:
  - Hluboký vdech a uzavření hlasové štěrbiny
  - Hluboký výdech proti uzavřené hlasové štěrbině vedoucí ke zvýšení intrapulmonálního tlaku
  - Náhlé otevření hlasové štěrbiny – vydechovaný vzduch vyrazí velkou silou a rychlostí (až 800km/hod)
  - Proud vydechovaného vzduchu s sebou strhává cizí tělesa a nahromaděný sekret

# Obranné reflexy dýchací

- **KÝCHACÍ REFLEX**

- Podráždění sliznice nosní dutiny v oblasti septa a concha nasalis media a inferior chemickým, mechanickým či chladovým podnětem (dráždivé receptory - volná nervová zakončení n. trigeminus)
- informace vedena n. trigeminus do mozkového kmene
- spustí se řada koordinovaných dějů podobných jako u kašle s tím rozdílem, že snížení měkkého patra částečně usměrní vydechovaný proud vzduchu do dutiny nosní
  - Přípravné inspirium přes ústa, interpleurální tlak klesá na -15mmHg; krátké zastavení ke konci nádechu (zvýšená aktivace expiračního centra); pak kontrakce expiračních svalů s uzavřenou hlasivkovou štěrbinou; náhlé otevření hlasivkové štěrbiny-prudký výdech nosem i ústy

# *Ochranné reflexy dýchací*

- Chrání před vniknutím škodliviny
- **KRATSCHMERŮV APNOICKÝ REFLEX**
- Podráždění receptorů horních cest dýchacích dráždivými látkami – např. čpavkem
- informace vedena do mozkového kmene
- následek: zpomalení a změkčení dýchání až zástava dechu, zúžení laryngu a bronchů (tímto se zabrání vniknutí látek do dolních cest dýchacích)

# 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**.

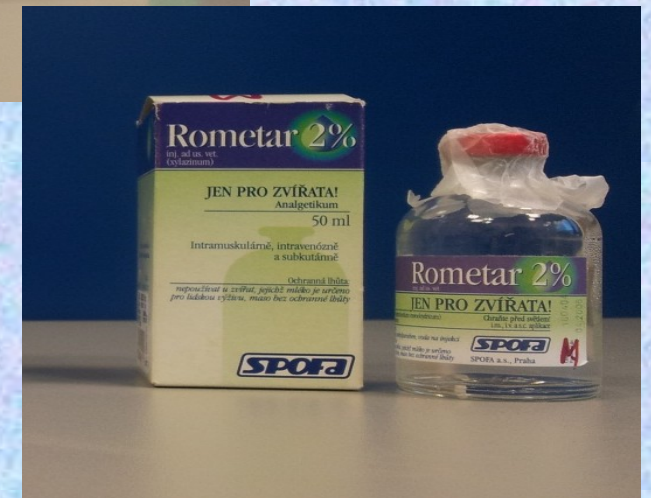
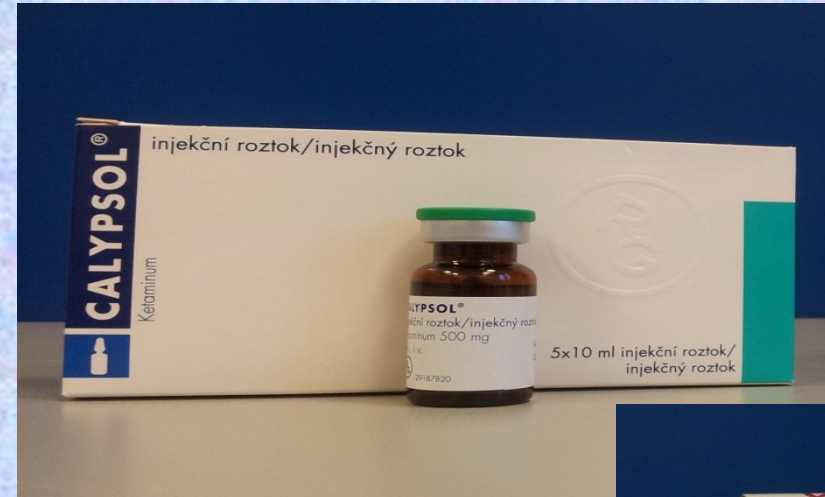


# PŘÍPRAVA ZVÍŘETE K EXPERIMENTU - ANESTEZIE

## INHALAČNÍ ÚVOD

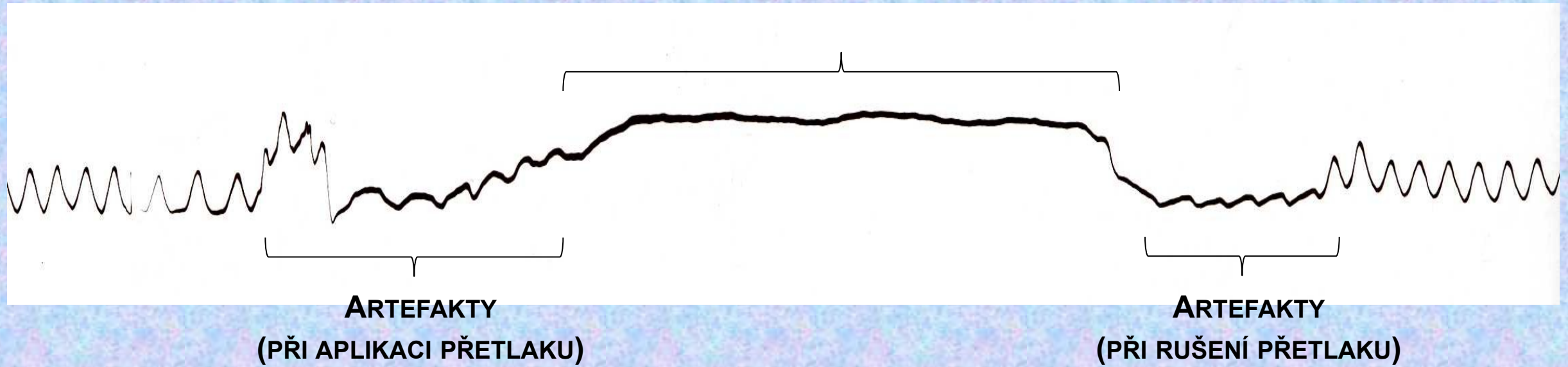


## STŘEDNĚDOBÁ INJEKČNÍ ANESTEZIE (APLIKACE I.M.)



# HERING-BREUEROVY REFLEXY

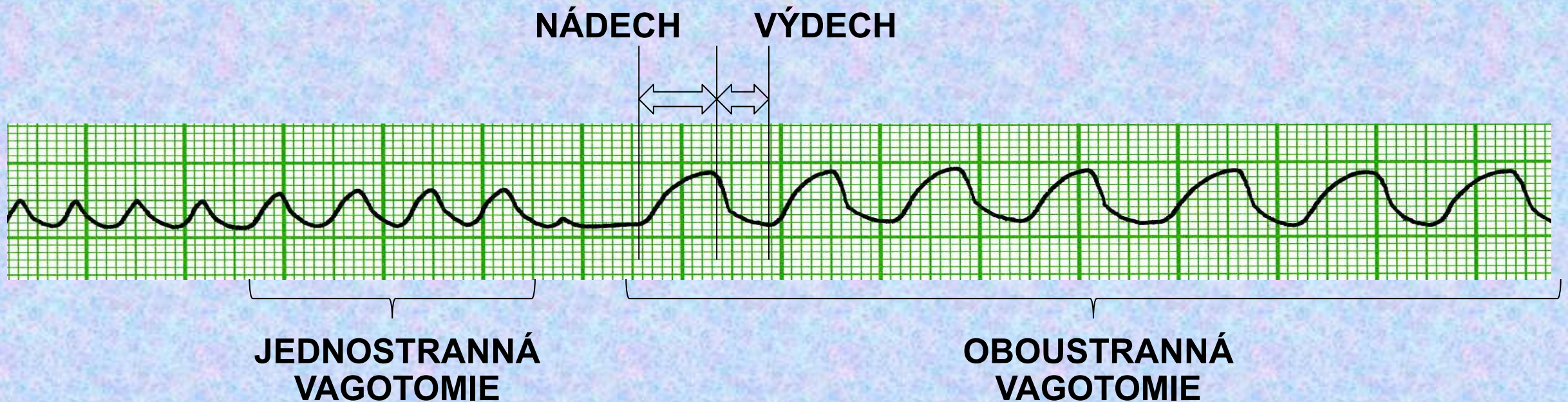
## REFLEXNÍ ZÁSTAVA DECHU (INFLAČNÍ REFLEX)



# 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.



# Periodické dýchání

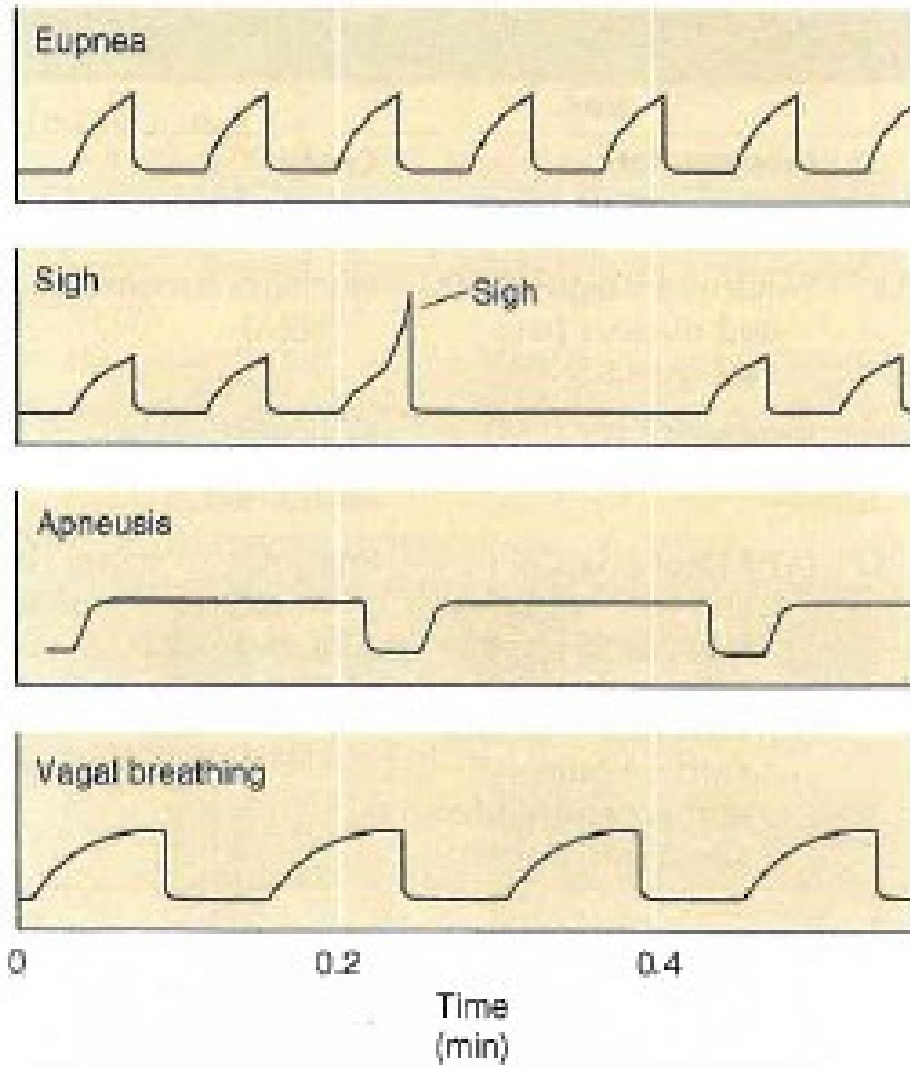
- Není pravidelné, rytmické, ale dýchání probíhá v periodách („chvilku se dýchá, chvilku se nedýchá“)
- **CHEYNE-STOKESOVO** dýchání
- **BIOTOVO** dýchání
- **Lapavé** dýchání („gasping“)
- **KUSSMAULOVO** dýchání u diabetického komatu

- **Apneusis**

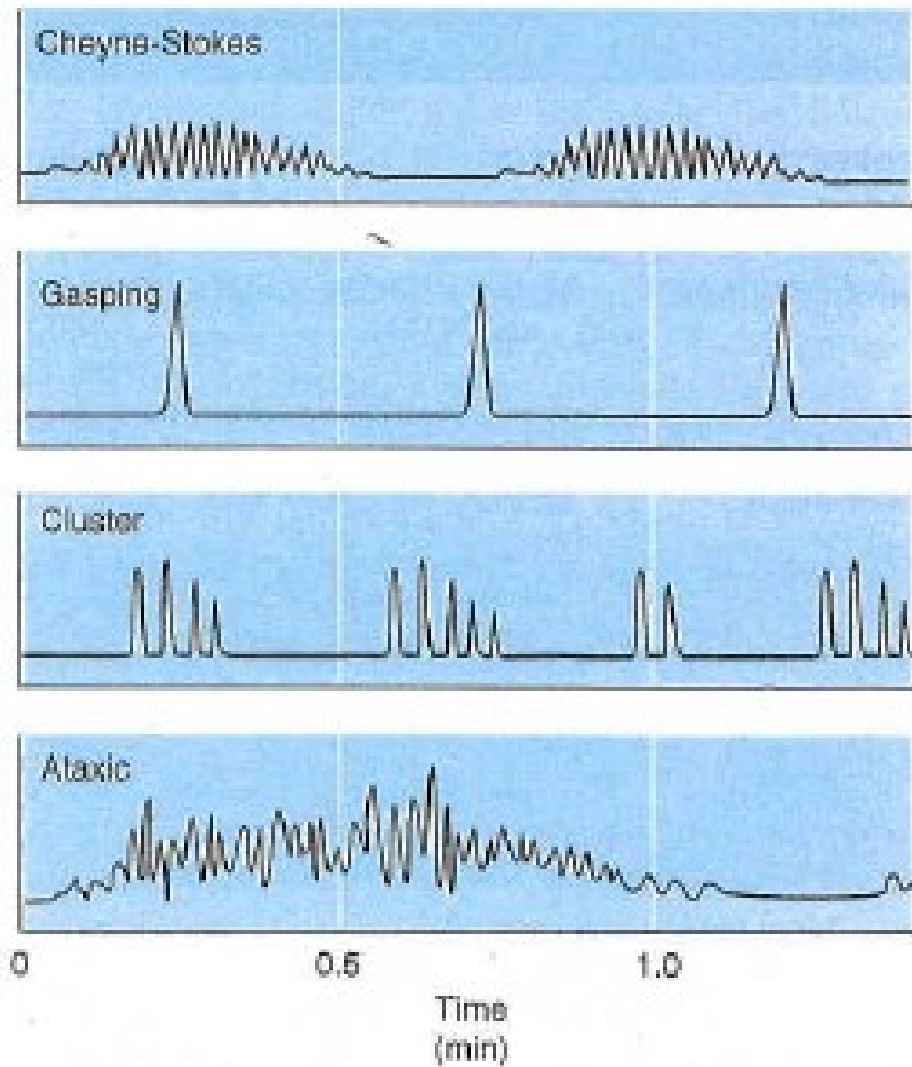
- **Asfyxie**

- **Zívnutí – povzdech** – výrazné zvětšení objemu hrudníku a dechového objemu, slouží k otevření kolabovaných alveolů, krátkodobě zvyšuje okysličení krve

### A INTEGRATED PHRENIC NERVE ACTIVITY



### B LUNG VOLUME



# Regulace dýchání při zátěži

- Změna ventilace bezprostředně po začátku svalové práce = kombinace chemických i dalších nechemických vlivů
- Pravděpodobně je rozhodující nervová regulace, chemické podněty upřesňují nastavení plicní ventilace
- Minutová plicní ventilace se zvyšuje přímo úměrně spotřebě kyslíku
  - hodnoty  $pO_2$ ,  $pCO_2$  a pH se výrazně nemění

# Regulace dýchání při zátěži

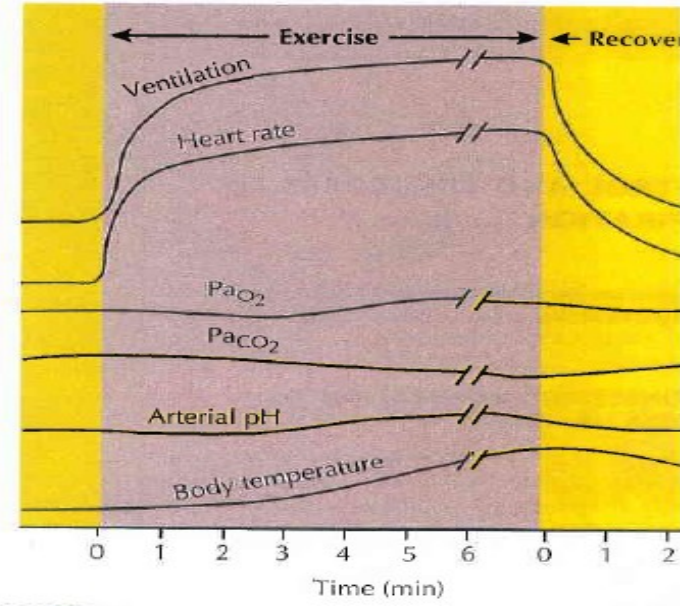
- Respirační centrum je aktivováno z motorických oblastí mozkové kůry (eferentní kortikospinální dráhy k motoneuronům předních rohů míšních a současně kolaterálami do mozkového kmene)
  - proces učení v průběhu života moduluje tyto změny tak, aby velikost ventilace odpovídala metabolickým nárokům organismu co nejpřesněji
- Dráždění proprioreceptorů v pracujících svalech, šlachách a kloubních pouzdrech (aferentní dráhy do míchy, vzestupné dráhy s kolaterálami aktivují respirační centra)



# Regulace dýchání při zátěži

- Kombinace chemické i nechemické stimulace dechového centra – zvýšení minutové ventilace na 150-170l/min (u trénovaných)
  - Poznámka: nezapomeňte na Bohrův efekt – snazší uvolňování kyslíku z hemoglobinu
- Horní hranice možnosti přísunu kyslíku ke tkáním: srdeční výdej 5-7xvyšší – extrakce kyslíku z krve 3x klidová hodnota - množství kyslíku dodávané pracujícím svalům až 20x

## RESPIRATORY RESPONSE TO EXERCISE

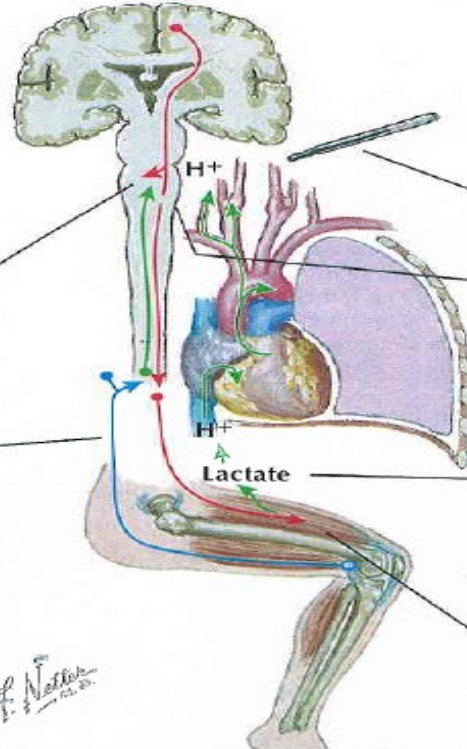


Factors that may account for initial abrupt rise and sharp terminal drop in ventilation

Collaterals to respiratory centers from motor pathways for muscle activation

Proprioceptive afferents from joint receptors to respiratory centers

Other unknown factors



Factors that may play a part in continued elevation of ventilation during continuing exercise

Rise in body temperature accounts for a small part of elevation

Respiratory neurons seem to be more responsive to changes in chemoreceptor activity. Centers may be more sensitive to fluctuation than to absolute values of  $P_{aO_2}$ ,  $P_{aCO_2}$ , or pH

Lactic acid production due to anaerobic metabolism in muscle may increase  $H^+$  concentration of blood and CSF, thus affecting chemoreceptors

Possible metaboreceptors in exercising muscle

Other unknown factors

# Hypoxie

- **Hypoxie** je souhrnný název pro nedostatek kyslíku v těle nebo v jednotlivých tkáních
- **Hypoxémie** - nedostatek kyslíku v arteriální krvi.
- **Anoxie** - úplný nedostatek kyslíku

## Nejčastější typy hypoxií:

- **Hypoxická – fyziologie: při pobytu ve vyšších nadmořských výškách**
- **Transportní (anemická) – snížená transportní kapacita krve pro kyslík (anémie, ztráta krve, otrava CO)**
- **Ischemická (stagnační) – omezený průtok krve tkání (uzávěr tepny)**
- **Histotoxická – buňky nejsou schopny využít kyslík (otrava kyanidy – poškození dýchacího řetězce)**
- **Některé formy hypoxie doprovázeny modravým zabarvením kůže – cyanóza. Vzniká v situaci, kdy v kapilární krvi stoupne**

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

<b><i>výška</i></b>	<b><i>barometrický tlak (mmHg)</i></b>	<b><i>pO<sub>2</sub> (mmHg)</i></b>	<b><i>pCO<sub>2</sub> alveolární (mmHg)</i></b>	<b><i>pO<sub>2</sub> alveolární (mmHg)</i></b>	<b><i>saturace (%)</i></b>
<b><i>0</i></b>	<b><i>760</i></b>	<b><i>159</i></b>	<b><i>40 (40)</i></b>	<b><i>104 (104)</i></b>	<b><i>97 (97)</i></b>
<b><i>3 048</i></b>	<b><i>523</i></b>	<b><i>110</i></b>	<b><i>36 (23)</i></b>	<b><i>67 (77)</i></b>	<b><i>90 (92)</i></b>
<b><i>6 096</i></b>	<b><i>349</i></b>	<b><i>73</i></b>	<b><i>24 (10)</i></b>	<b><i>40 (53)</i></b>	<b><i>73 (85)</i></b>
<b><i>9 134</i></b>	<b><i>249</i></b>	<b><i>47</i></b>	<b><i>24 (7)</i></b>	<b><i>18 (30)</i></b>	<b><i>24 (38)</i></b>
<b><i>12 192</i></b>	<b><i>141</i></b>	<b><i>29</i></b>			
<b><i>15 240</i></b>	<b><i>87</i></b>	<b><i>18</i></b>			

# VÝŠKOVÁ HYPOXIE

<b>CNS</b>	<b><i>euforie, ztráta orientace</i></b>
<b>GIT</b>	<b><i>nevolnost</i></b>
<b>Sensitivita</b>	<b><i>bolest hlavy</i></b>
<b>Respirace</b>	<b><i>zrychlená</i></b>
<b>TK</b>	<b><i>mírný vzestup</i></b>
<b>TF</b>	<b><i>zvýšená, nepravidelná</i></b>
<b>Sval</b>	<b><i>ztráta koordinace</i></b>

# Hyperoxie

Nadbytek kyslíku v tělesných tekutinách a ve tkáních se vzestupem  $pO_2$  v krvi nad fyziologickou hodnotu

Nejčastěji vzniká jako důsledek:

- Dýchání čistého kyslíku při kyslíkové terapii
- Zvýšení okolního tlaku vzduchu (hyperbarii) s normálním podílem kyslíku (potápění)
  
- Dlouhodobé vdechování kyslíku je nebezpečné – toxicita kyslíku
- Příznaky otravy kyslíkem závisí na čase expozice:
  - Několik hodin – podráždění dýchacích cest, poškození plicní tkáně
  - Několik dnů – svalové křeče a další příznaky z poškození centrálního nervového systému (dezorientace, závratě, poruchy vidění)

Tvorba volných kyslíkových radikálů – oxidace nenasycených mastných kyselin v membránách buněk – inaktivace některých enzymů – poškození buněk; nejvíce citlivá nervová tkáň (stoupne-li  $pO_2$  v alveolárním vzduchu nad 200kPa)

# Hyperoxie

Léčba kyslíkem – oxygenoterapie = inhalace 100% kyslíku nebo směsi bohaté na kyslík za normo – hyperbarických podmínek

Saturace Hb kyslíkem za normálních podmínek je téměř 100%  
= při oxygenoterapii stoupá množství fyzikálně rozpuštěného kyslíku

Využití:

Tam kde je žádoucí zvýšit nízký  $pO_2$  nebo celkový obsah kyslíku v arteriální krvi:

Chronická obstrukční pulmonální nemoc, infarkt myokardu, těžké anémie, otrava CO aj.

# Hyperkapnie

**5,3 - 6,65 kPa**

- **Hyperkapnie** je vzestup koncentrace oxidu uhličitého v krvi nebo ve tkáních, který je způsoben retencí CO<sub>2</sub> v těle
- možné příčiny: celková alveolární hypoventilace (snížená ventilace plic nebo prodloužení mrtvého prostoru)
- mírná hyperkapnie (5 -7 kPa) vyvolá stimulaci dechového centra (terapeutické využití: pneumoxid = směs kyslík + 2-5% CO<sub>2</sub>)
- hyperkapnie kolem 10 kPa - narkotický účinek CO<sub>2</sub> – útlum dechového centra (předchází bolest hlavy, zmatenost, dezorientace, pocit dušnosti)
- hyperkapnie nad 12 kPa – výrazný útlum dýchání – kóma až smrt



# HYPOKAPNIE - ↓ CO<sub>2</sub>

např. v důsledku hyperventilace u chronicky úzkostných pacientů

- vazokonstrikce v systémovém řečišti včetně mozkových cév - hypoxie mozku - ztráta orientace, zmatenost, závratě, parestézie

snížený pCO<sub>2</sub> v tekutinách=respirační alkalóza-kompenzována zvýšeným vylučováním bikarbonátů ledvinami, vede k poklesu podílu ionizovaného Ca<sup>2+</sup> v plazmě (plazmatické proteiny při vzestupu pH poskytují více proteinových aniontů pro vazbu Ca<sup>2+</sup> - hypokalcémie – tetanické křeče)

První pomoc: dýchání do sáčku (re-breathing)