

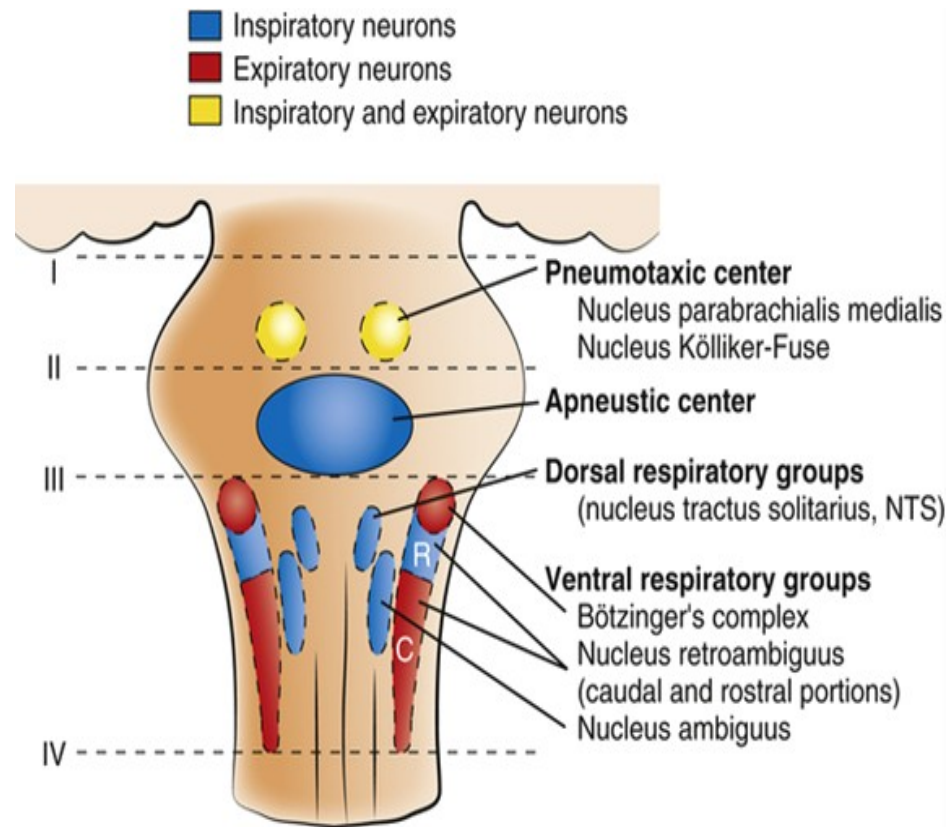
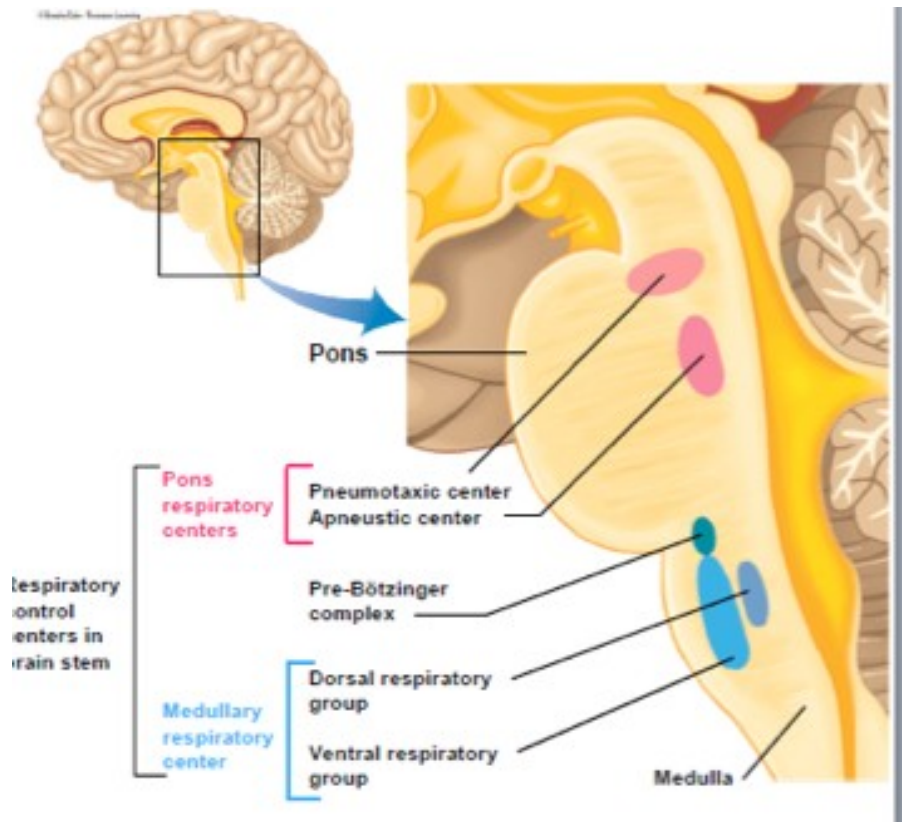
A microscopic image of a cell, likely a yeast cell, showing a nucleus and other organelles. The image is in grayscale with a blue tint. A white rectangular box is overlaid on the left side of the image, containing the text "REGULACE DÝCHÁNÍ" in bold, dark blue, sans-serif font.

# REGULACE DÝCHÁNÍ

# AUTOMATICKÉ RESPIRAČNÍ CENTRUM

Prodloužená mícha (ventrální a dorzální respirační skupina)

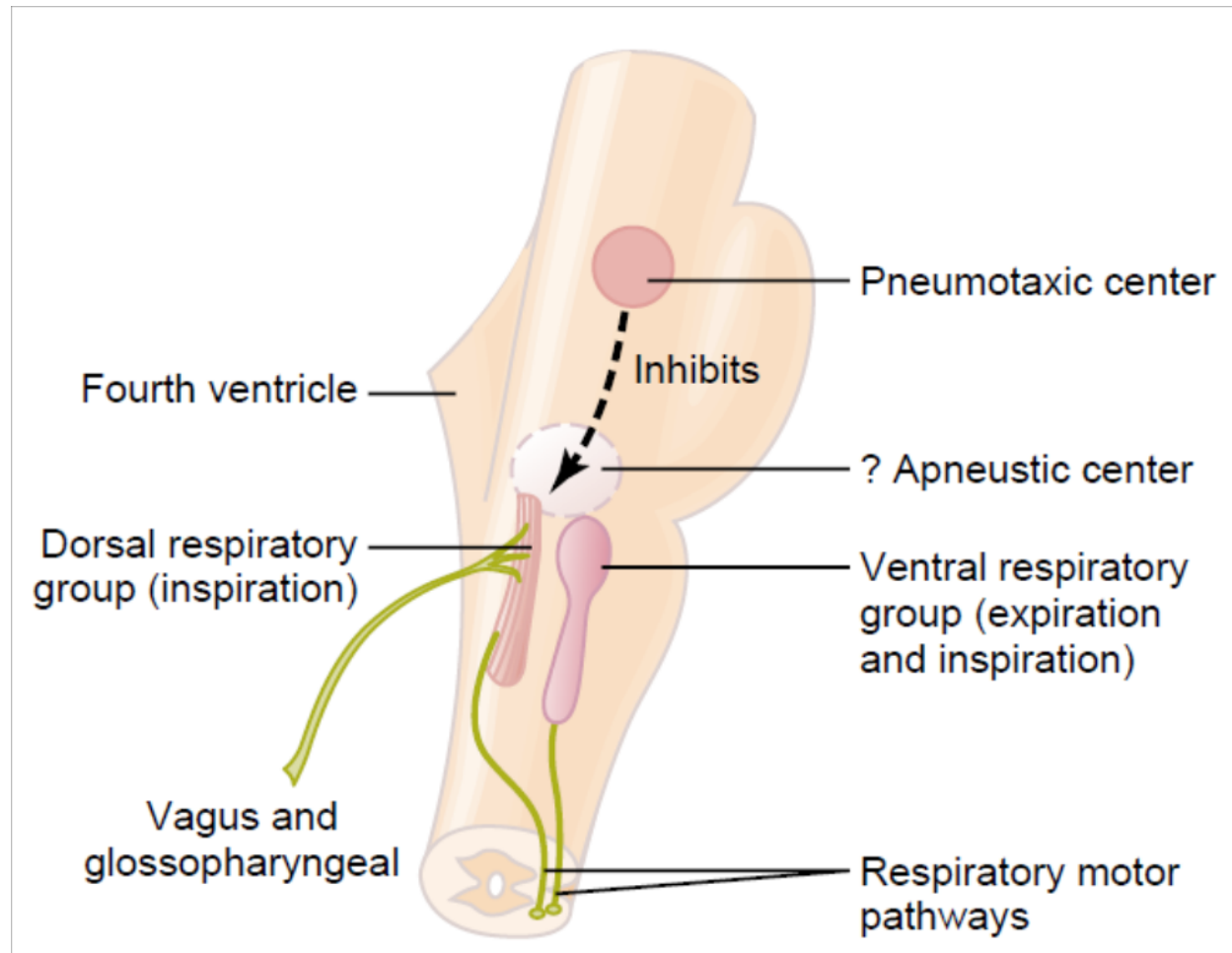
Most (pneumotaxické centrum)



# PNEUMOTAXICKÉ CENTRUM

Umístění: Nucleus parabrachialis

Funkce: vypnutí inspiračních neuronů → změna frekvence dýchání

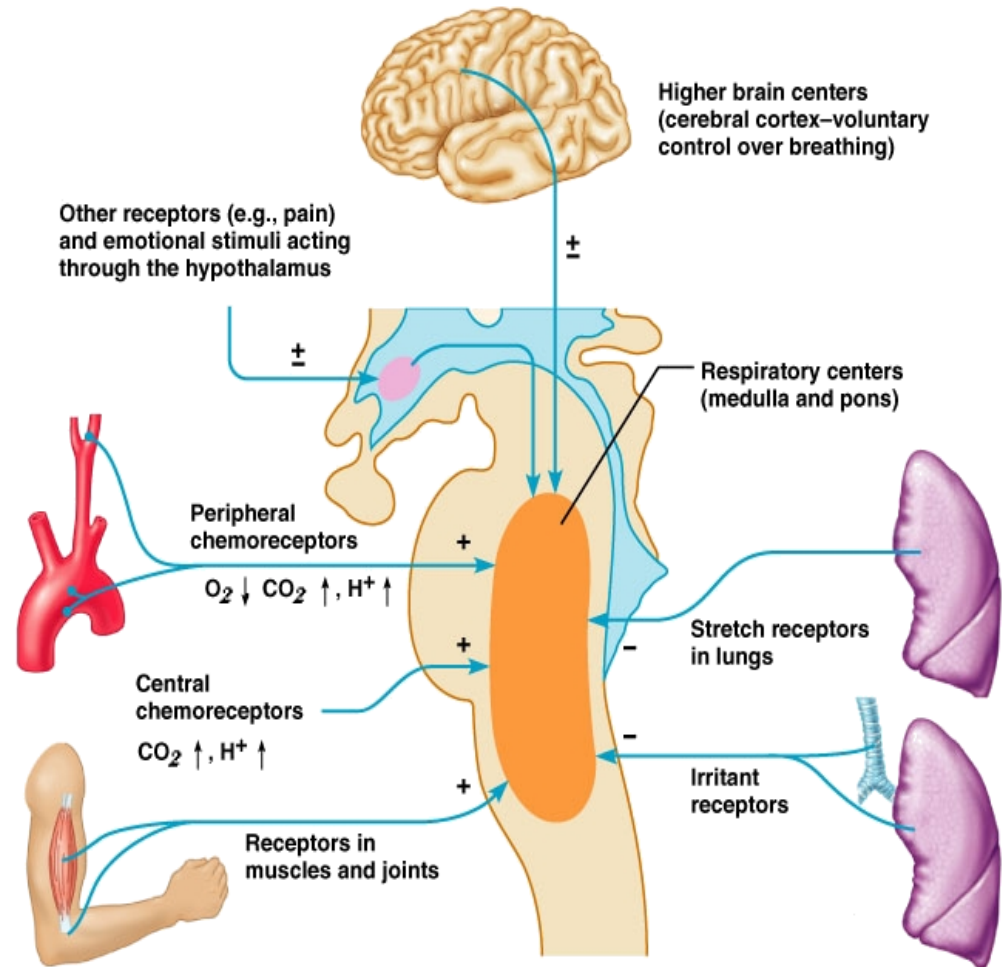


# DORZÁLNÍ RESPIRAČNÍ SKUPINA NEURONŮ

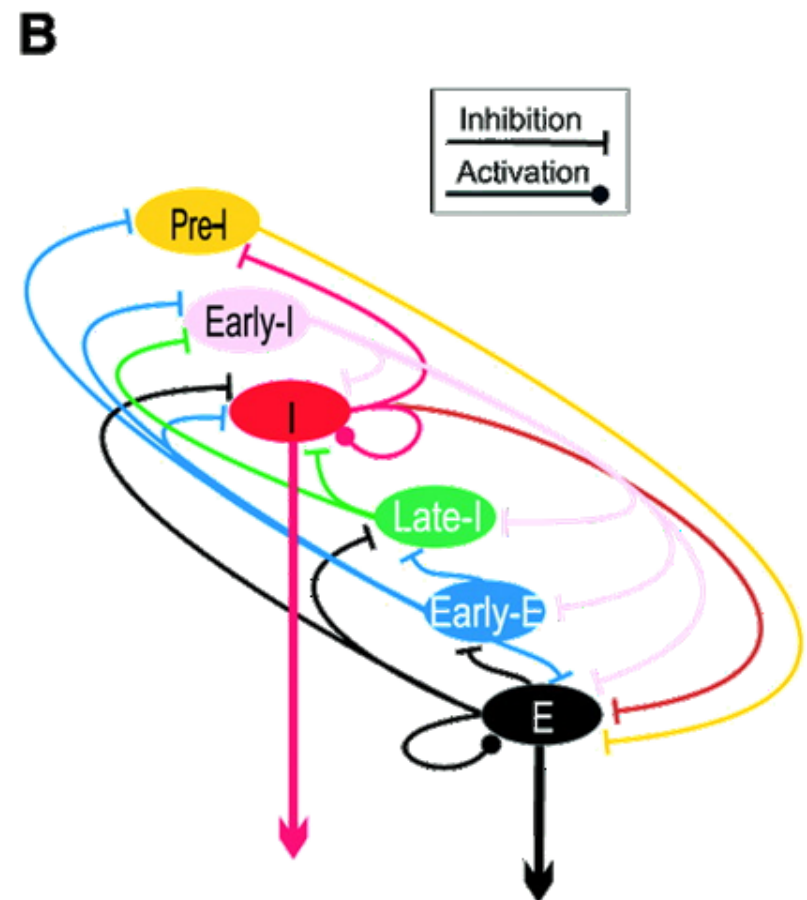
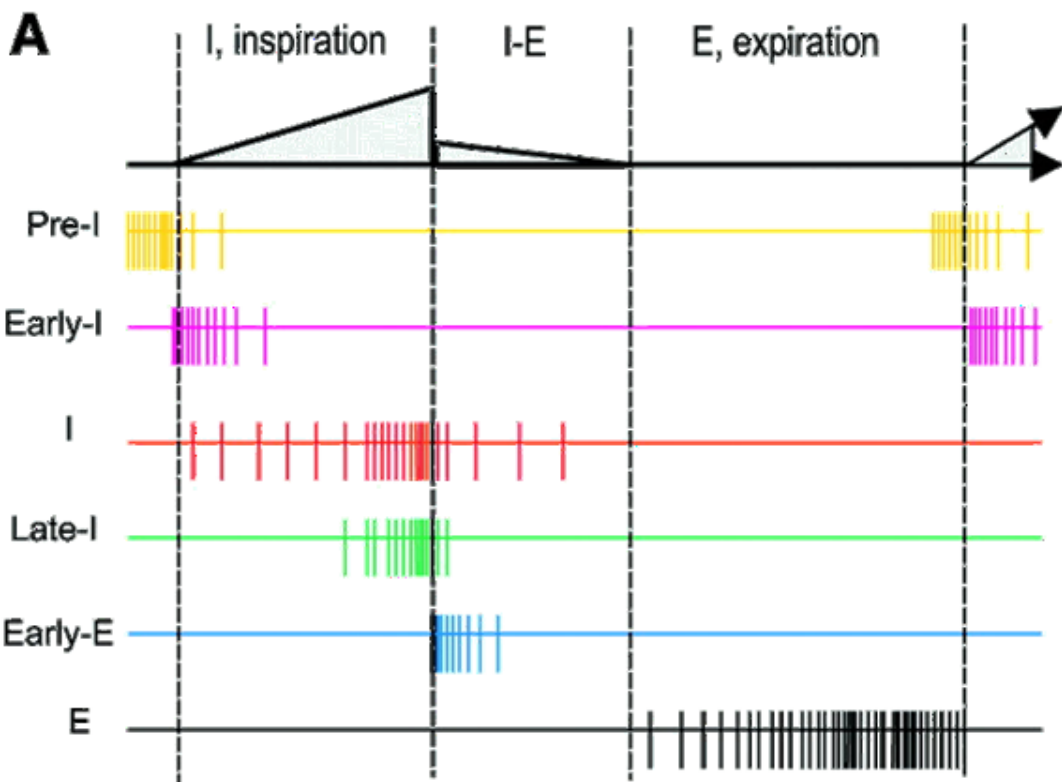
Umístěny v nucleus tractus solitarii nebo retikulární formaci

Příjem sensorických informací z n. vagus a n. glosopharyngeus z

- periferních chemoreceptorů
- baroreceptory
- receptory z hrudníku a plic



# AKTIVACE RESPIRAČNÍCH NEURONŮ



# VENTRÁLNÍ RESPIRAČNÍ SKUPINA NEURONŮ

Neaktivní během klidného dýchání (běžné dýchání – opakované inspirační signály z dorzálních jader)

Pravděpodobně se nepodílí na vzniku základní rytmicity, která kontroluje dýchání

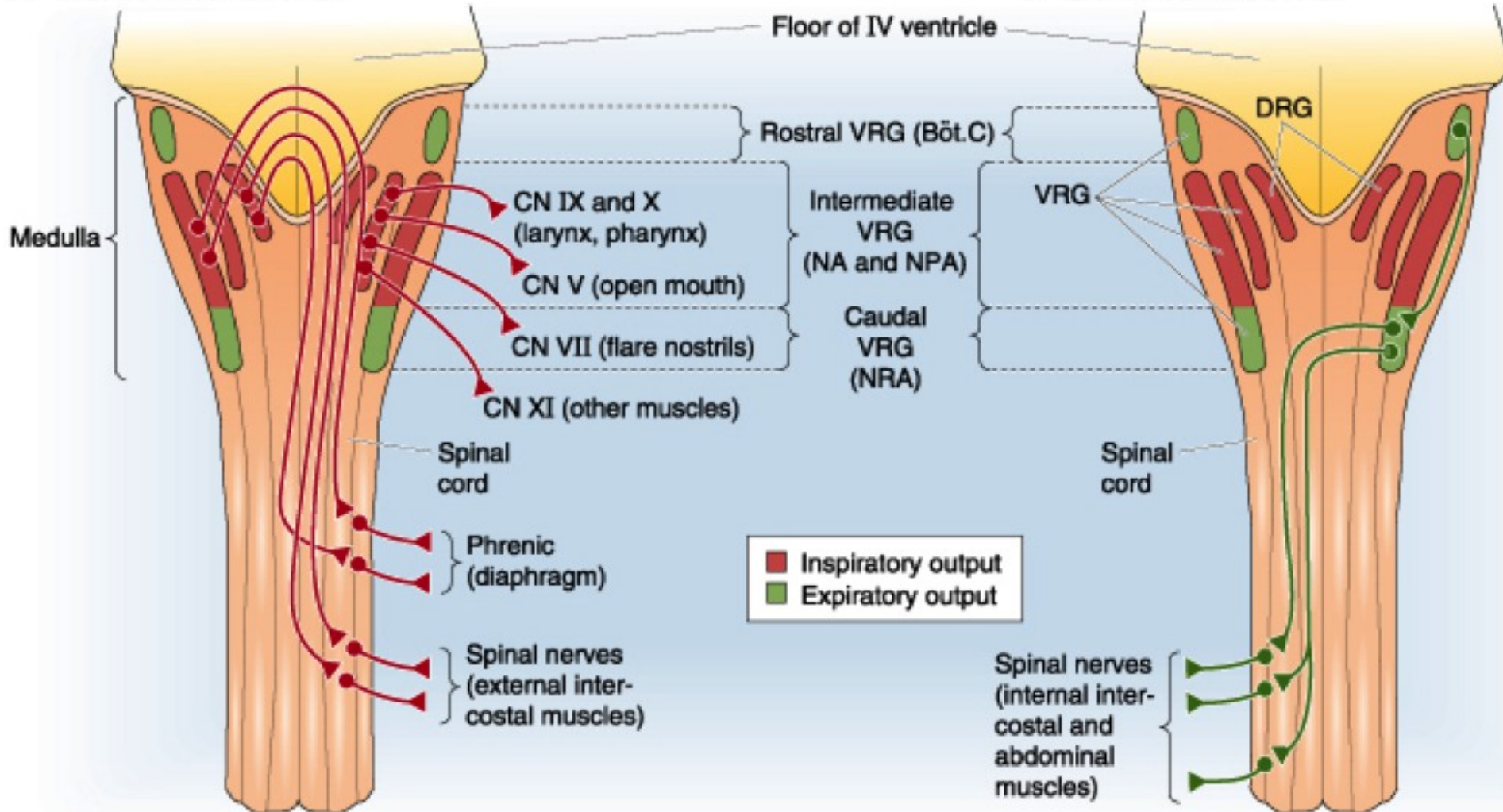
Při zvýšeném dýchání je ventrální skupina neuronů aktivována dorzální skupinou

Stimulace některých neuronů způsobuje nádech, u jiných výdech

# VENTRÁLNÍ RESPIRAČNÍ SKUPINA NEURONŮ

A INSPIRATORY OUTPUT

B EXPIRATORY OUTPUT



# VĚDOMÁ KONTROLA DÝCHÁNÍ

Původ – motorický kortex frontálního laloku

- impulsy posílá kortikospinálním traktem k respiračním neuronům míchy

- obchází mozkový kmen

- pokud však  $p\text{CO}_2$  dosáhne kritické hodnoty, volní kontrolu přebírá automatické centrum mozkového kmene





# Ondinina kletba



*„Slíbil jsi mi věrnost s každým tvým bdělým dechem a já jsem přijala tvůj slib. Tak to bude. Pokud budeš vzhůru, budeš moci dýchat. Ale jakmile usneš, tvůj dech tě opustí.“*

**Ondinino prokletí** (synonymně syndrom kongenitální centrální hypoventilace, CCHS, primární alveolární hypoventilace, anglicky Ondine's curse, congenital central hypoventilation syndrome, primary alveolar hypoventilation) je onemocnění postihující dýchací systém a pokud se neléčí, bývá smrtelné. U pacientů s tímto onemocněním se vyskytují zástavy dechu během spánku.

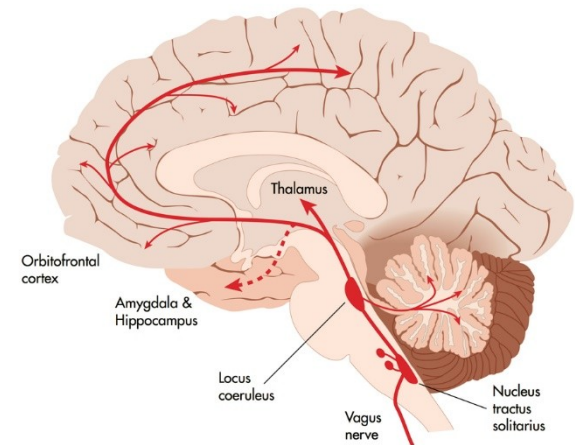
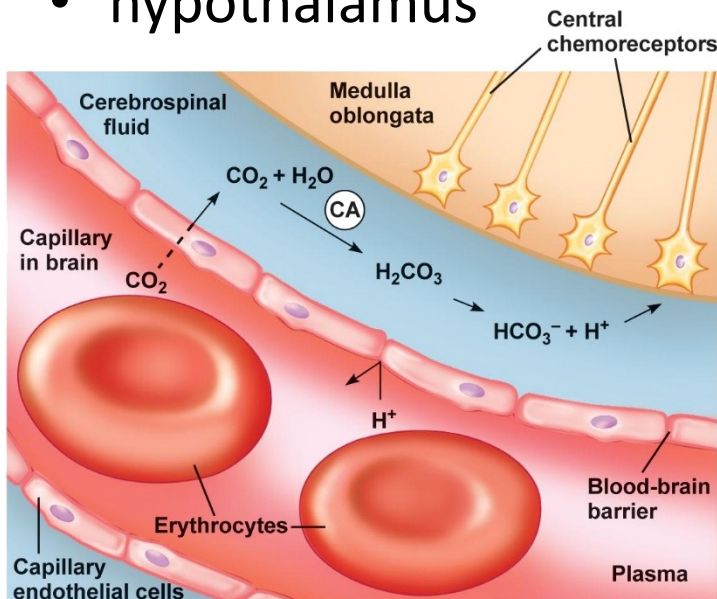
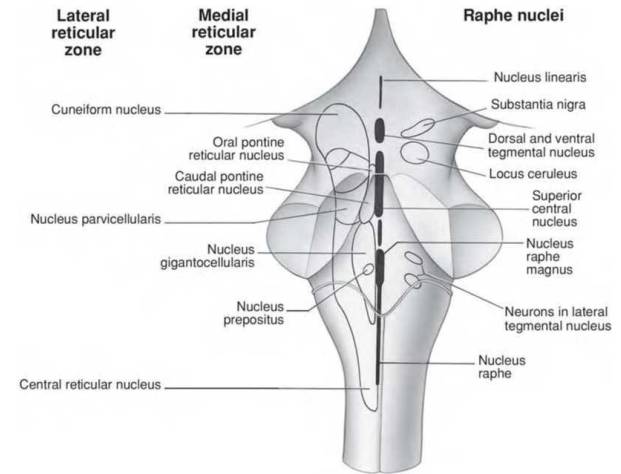
- dýchací potíže během spánku
- tmavší barva pleti z nedostatečného množství kyslíku
- únava
- ospalost
- bolesti hlavy
- nedostatečný spánek
- citlivost na sedativa a narkotika
- nízká koncentrace kyslíku v červených krvinkách také může způsobit vysoký krevní tlak

# CENTRÁLNÍ CHEMORECETORY

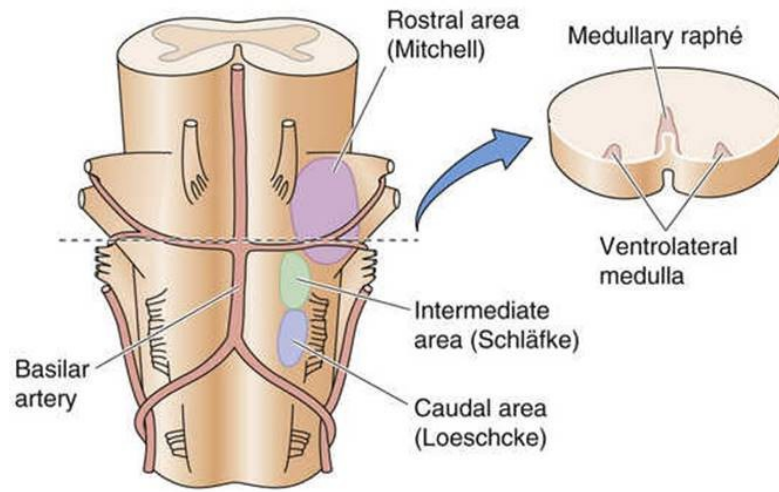
Prodloužená mícha

most

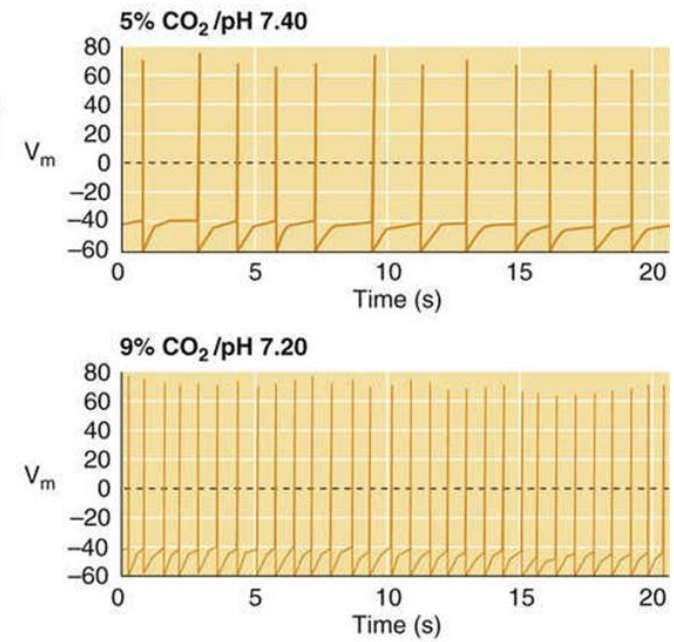
- Ventrolaterální prodloužená mícha (VLM)
- nucleus raphe
- nucleus ambiguous
- Nucleus tractus solitarii (NTS)
- locus coeruleus - *odpověď na stres a paniku*
- hypothalamus



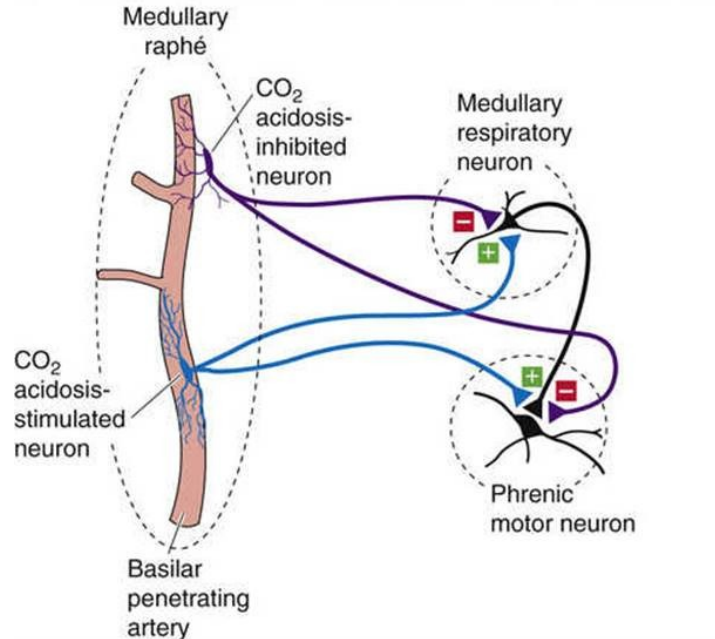
**A** CHEMOSENSITIVE REGIONS



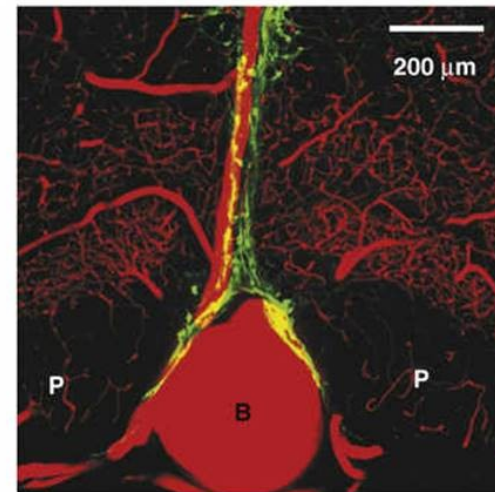
**B** NEURON STIMULATED BY ACIDOSIS



**C** RECIPROCAL CONTROL OF RESPIRATORY NEURONS

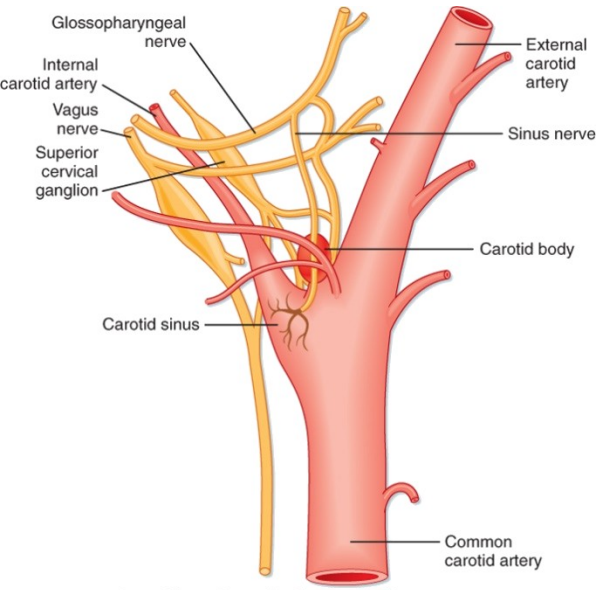


**D** ASSOCIATION OF SEROTONERGIC NEURONS WITH ARTERIES



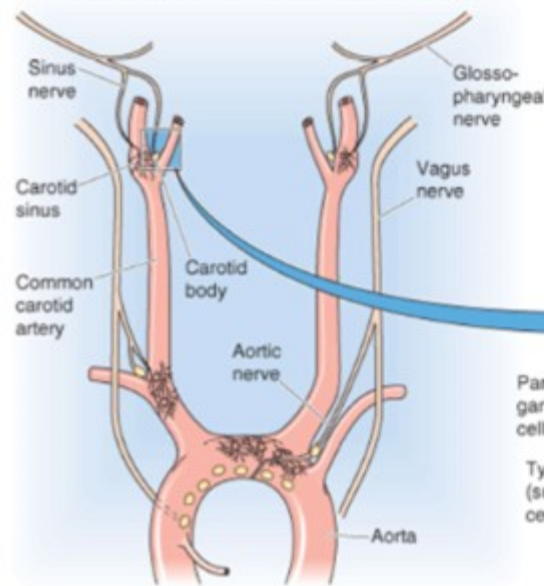
Green - Serotonin neurons  
 Red - Blood  
 Yellow - Overlap of red and green

# PERIFERNÍ CHEMORECETORY

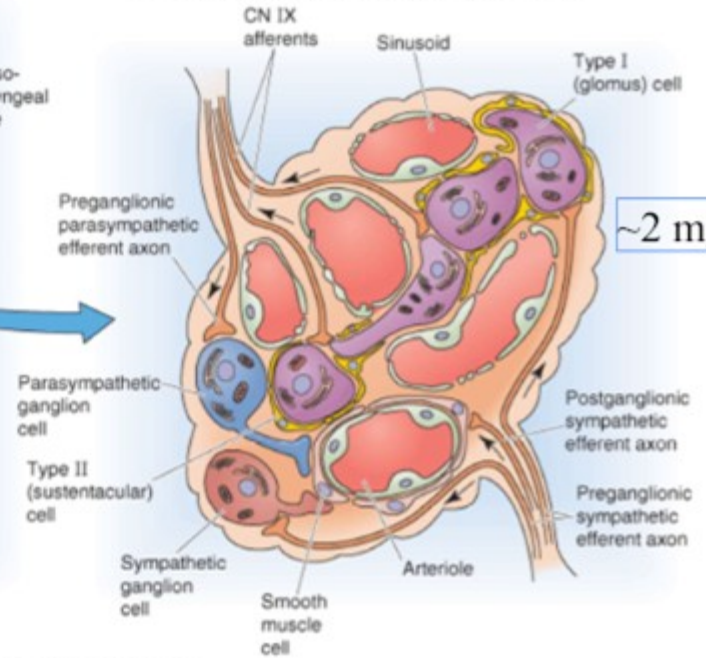


Koepfen & Stanton: Berne and Levy Physiology, 6th Edition.  
Copyright © 2008 by Mosby, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved

**A LOCATION OF CAROTID AND AORTIC BODIES**

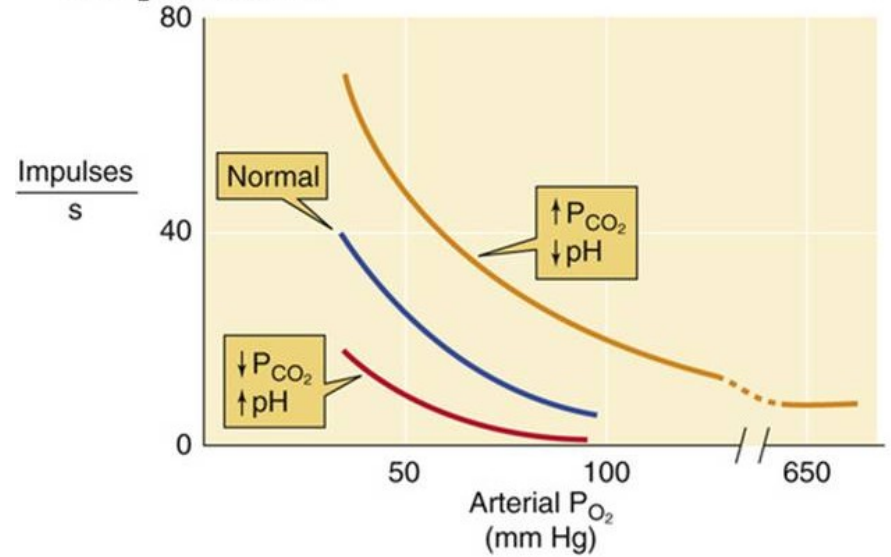


**B MICROSCOPIC ANATOMY OF CAROTID BODY**

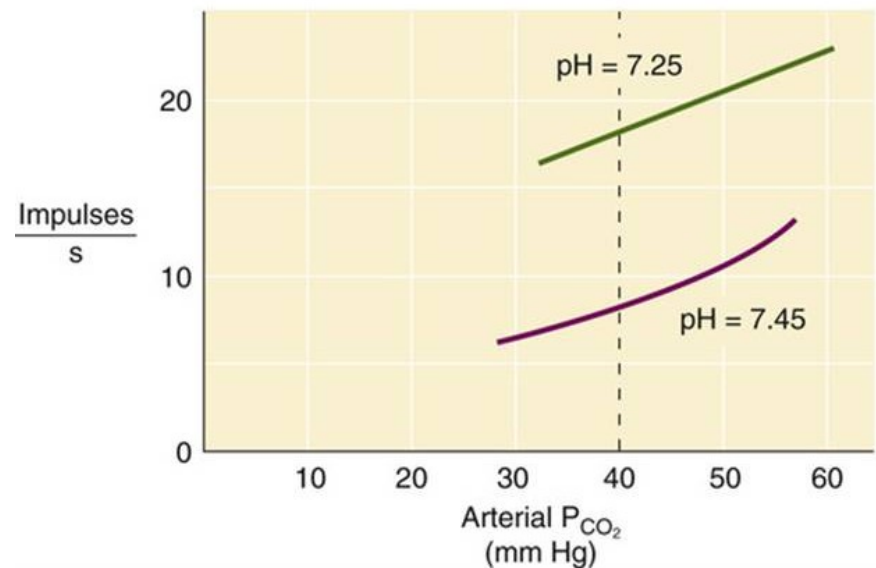


From: Guyton Medical Physiology, 12th Edition

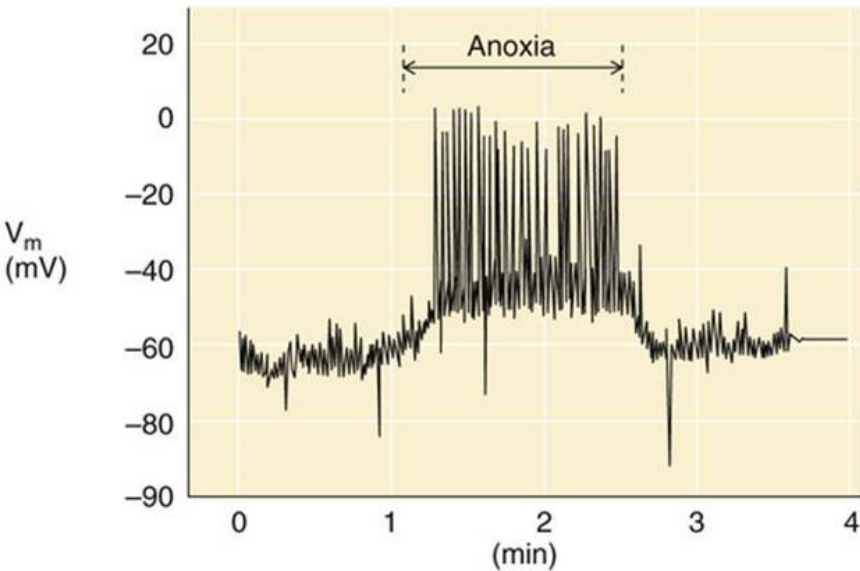
**B EFFECT OF RESPIRATORY ACID-BASE DISTURBANCES ON O<sub>2</sub> SENSITIVITY**

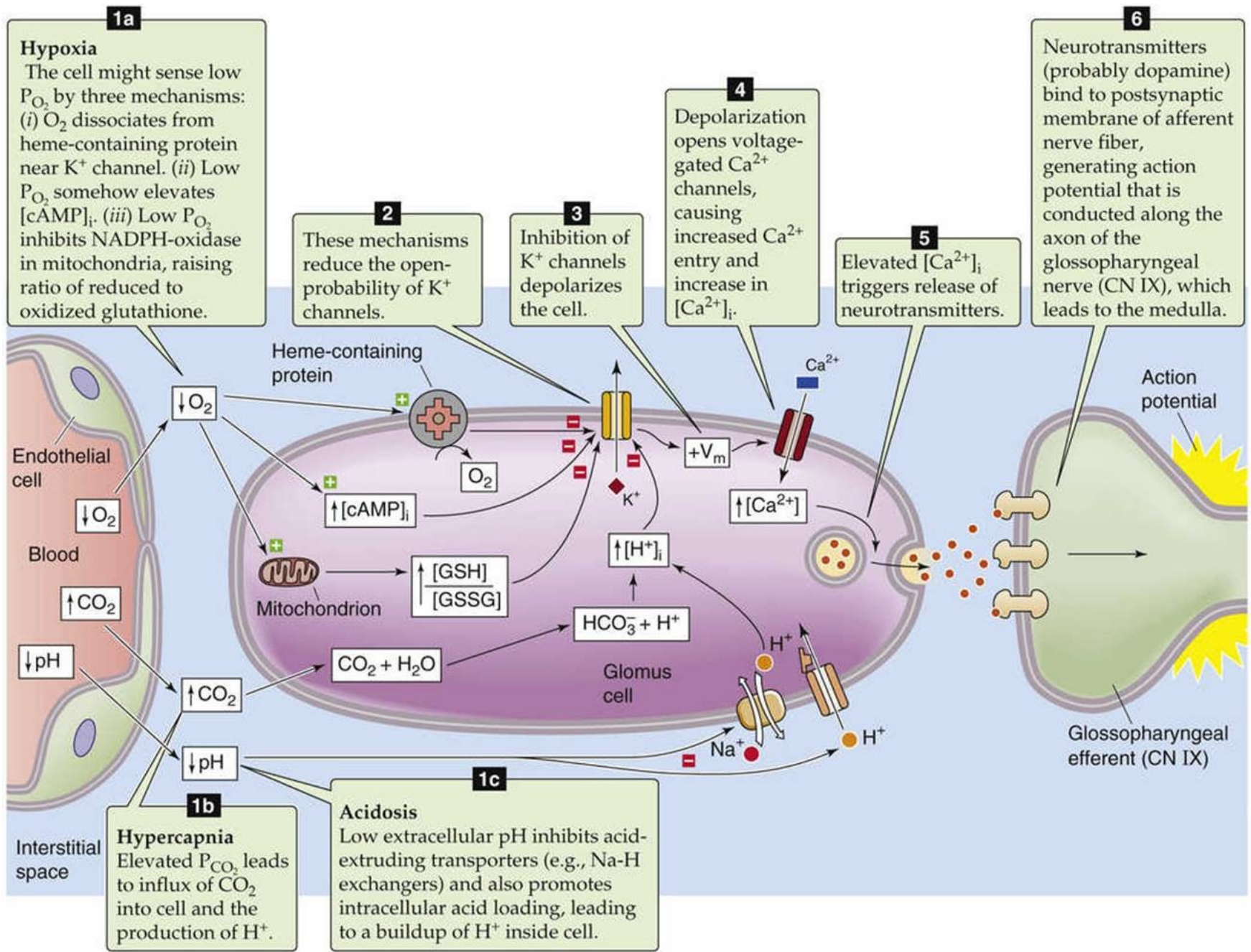


**C EFFECT OF pH CHANGES ON CO<sub>2</sub> SENSITIVITY**



**A EFFECT OF ANOXIA ON SINGLE, ISOLATED GLOMUS CELL**

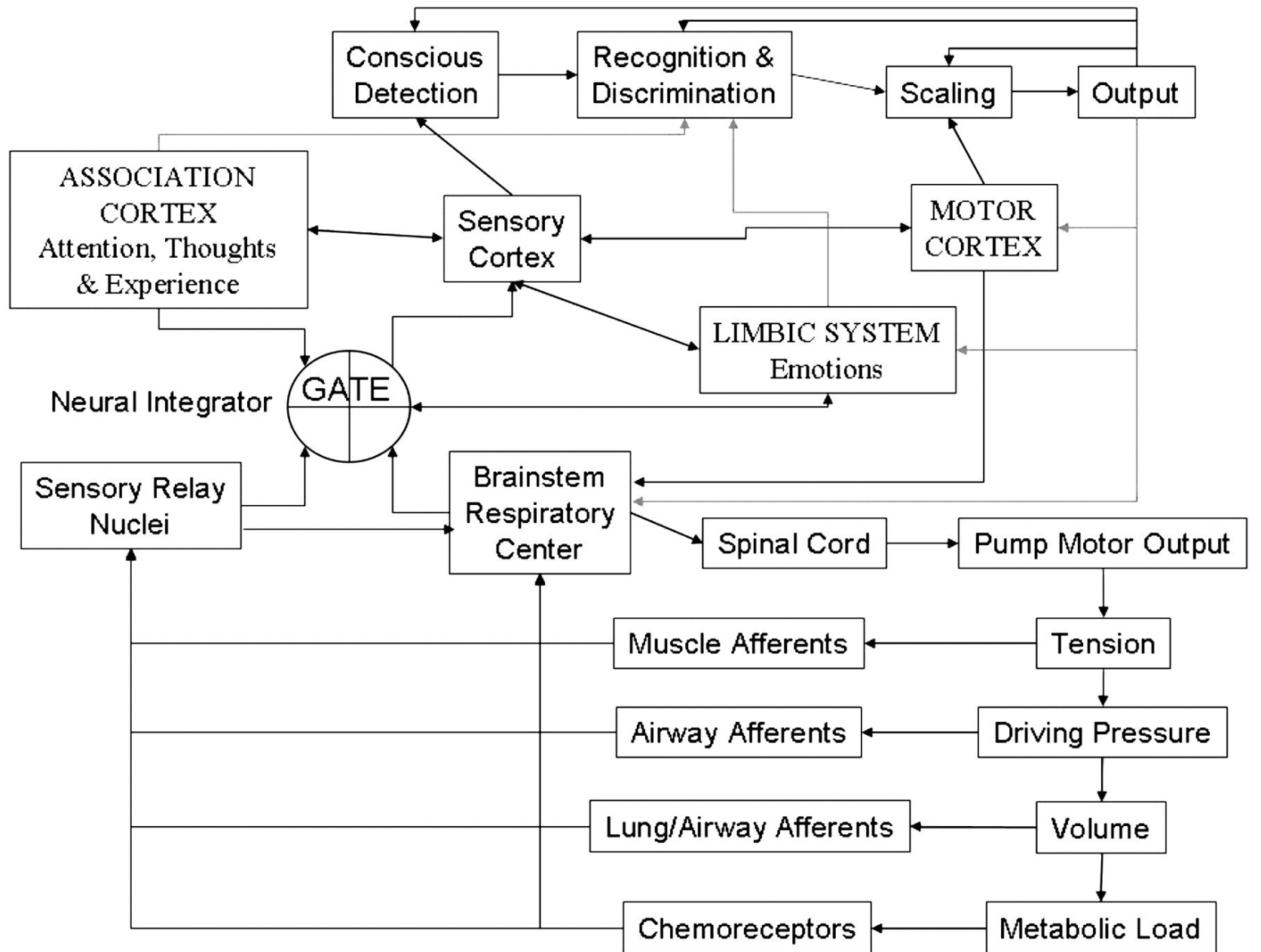




# HYPOXICKÁ KONTROLA

Za normálních podmínek,  $p\text{CO}_2$  je molekula používaná k stimulaci nádechu

- Pokud je  $p\text{CO}_2$  zvýšeno dlouhodobě, pak se neurony v prodloužené míše stávají necitlivé na změnu  $p\text{CO}_2$
- Pak chemoreceptory v prodloužené míše začínají reagovat ne na změnu  $p\text{CO}_2$ , ale na nízké  $p\text{O}_2$  → hypoxie nyní stimuluje nádech.
- Nicméně vysoké  $p\text{O}_2$  nyní také může inspiraci inhibovat.
- Takže pokud někomu za této situace podáte kyslík pokud jsou pod hypoxickou kontrolou, pak se zastaví dýchání





# Dyspnoe

**dušnost**, pocit nedostatku vzduchu provázený zvýšeným dechovým úsilím.

Příčiny:

- Onemocnění plic (asthma bronchiale, emfyzém, intersticiální procesy aj.),
- Onemocnění srdce (zejm. levostranné srdeční selhání),
- Onemocnění látkové výměny (acidóza, srov. Kussmaulovo dýchání),
- Onemocnění krve (anemie) aj.
- Někdy je **psychického** původu (panická ataka).

..subjektivní pocit dechového nepohodlí, které se skládá z kvantitativně odlišných vjemů a afektivně-motivačních reakcí, které se liší mírou intenzity.

... zkušenost odvozená z interakce mezi mnohočetnými fyziologickými, psychologickými, sociálními a environmentálními faktory.

# Dyspnoe

Rozdílné pocity:

Hlad po vzduchu

- dušení
- nesoulad mezi potřebou ventilace a aktuální ventilací

Úsilí

- dechová práce
- dechové svaly musí pracovat účinněji

Tlak na hrudi

- bronchokonstrikce

=

Záchvat úzkosti



# Dyspnoe

dech beroucí krása  
x  
neschopnost chytit dech  
při strachu



U zdravých osob během vypjatých emočních stavů, těžké práce nebo intenzivního cvičení

U pacientů s respiračními poruchami → úzkostná porucha  
Psychiatrické poruchy → agorafobie a hyperventilační syndrom

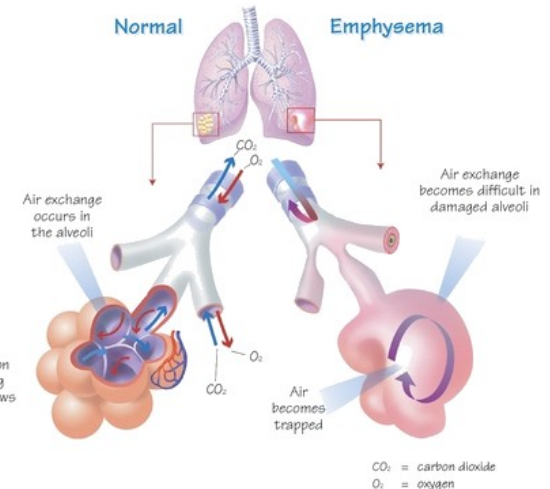
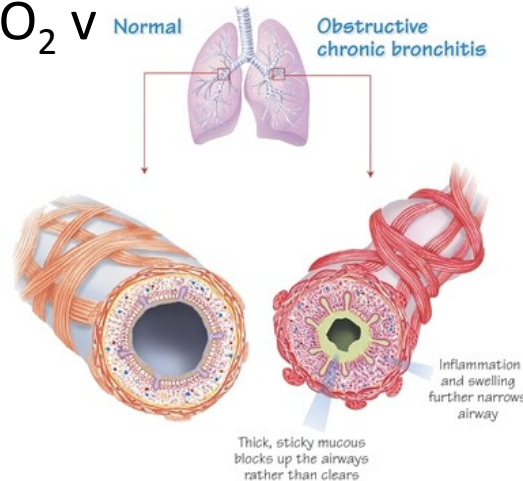
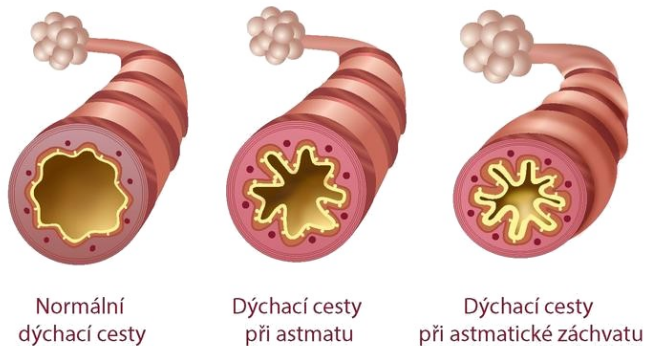
# Dyspnoe

1) Rozpor mezi úsilím dýchacích svalů potřebné k nasátí vzduchu do plic a skutečným množstvím vzduchu, která byla nasáto. Výstup z mozkového kmene je pravděpodobně porovnáván s informacemi z mezižebních svalů a bránice – pokud informace nekorespondují, vzniká pocit dušnosti.

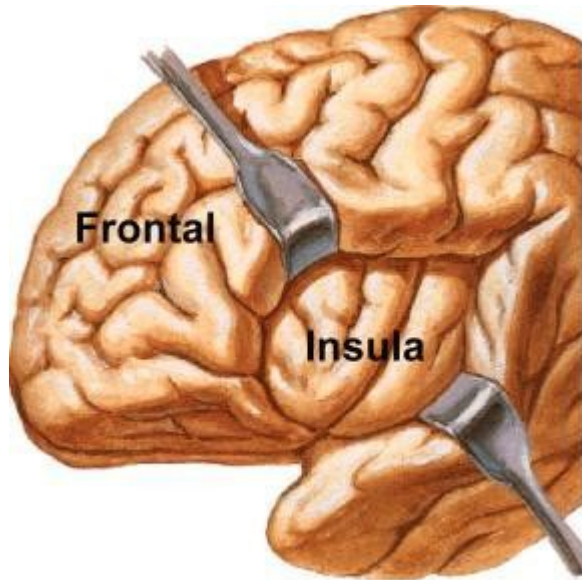
- typicky u nemocí s vyšším odporem dýchacího systému (např. astma) – udržení dostatečné ventilace vyžaduje vyšší úsilí dýchacího systému
- U nemocí s oslabeným dýchacím svalstvem (chronická obstrukční pulmonální nemoc) – jako terapie se doporučuje cvičení dýchání proti odporu na posílení dýchacích svalů

2) Narušení hladiny plynů v krvi – pravděpodobně nejdůležitějším příčinou dyspnoe je zvýšená hladina  $p\text{CO}_2$  v krvi, popřípadě snížený  $p\text{O}_2$  v krvi

## OBSTRUCTIVE CHRONIC BRONCHITIS AND/OR EMPHYSEMA



# Dyspnoe



**Anterior insula** – *pravděpodobně hlavní místo percepce dyspnoe*

Percepce dalších nepříjemných vjemů:

- Bolest (averzivní podnět)
- Panické ataky
- Hlad a žízeň



**posterior cingulate gyrus**

- Součást limbického systému – integrace vlivů různých faktorů, které mohou změnit vnímání dechového dyskomfortu bez změny v motorické ventilační odpovědi

# Dyspnoe

Jsi sám ve výtahu. Je velmi malý a nemá větrání. Začnete mít pocit nedostatku vzduchu, který se pomalu stává nesnesitelným. Chceš toto místo co nejrychleji opustit, ale když se výtah zastaví dveře nejdou otevřít. Potíš se a srdce ti divoce buší. V zoufalství, začneš mačkat všechna tlačítka, ale nic nepomáhá. Těžce dýcháš a lapáš po vzduchu. Zdá se, že ve výtahu již není žádný vzduch. Vaše srdce skáče do krku, zatímco se snažíš otevřít dveře celou svou silou. Dveře zůstávají zavřené. Všechno pohlcuje temnota.

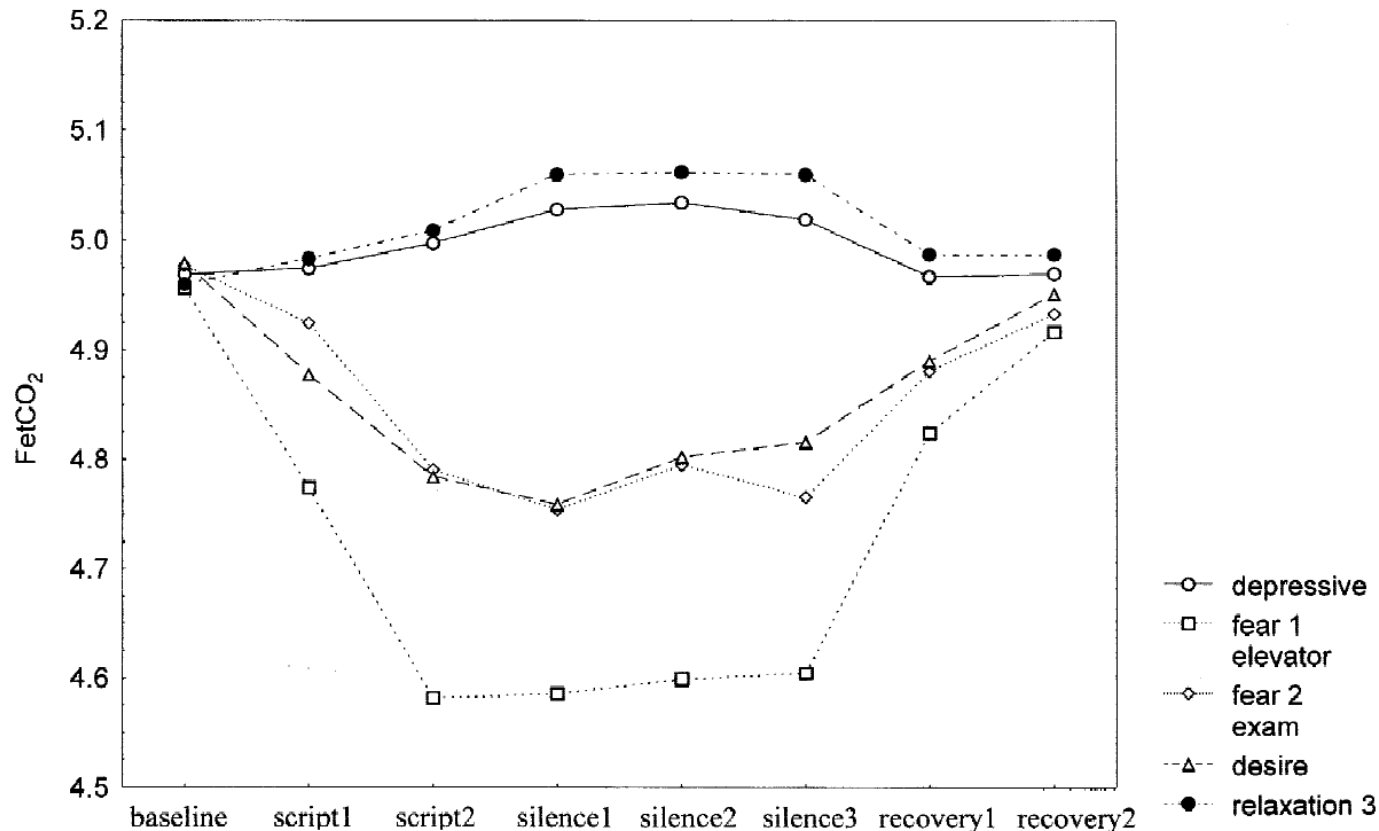


Figure 1. Mean FetCO<sub>2</sub> (per 30-s periods) for each imagery trial (last 30 s of baseline, 60 s script, 90 s silence, 60 s recovery).

## HYPERKAPNIE - $\uparrow$ CO<sub>2</sub>

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

## HYPOKAPNIE - $\downarrow$ CO<sub>2</sub>

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

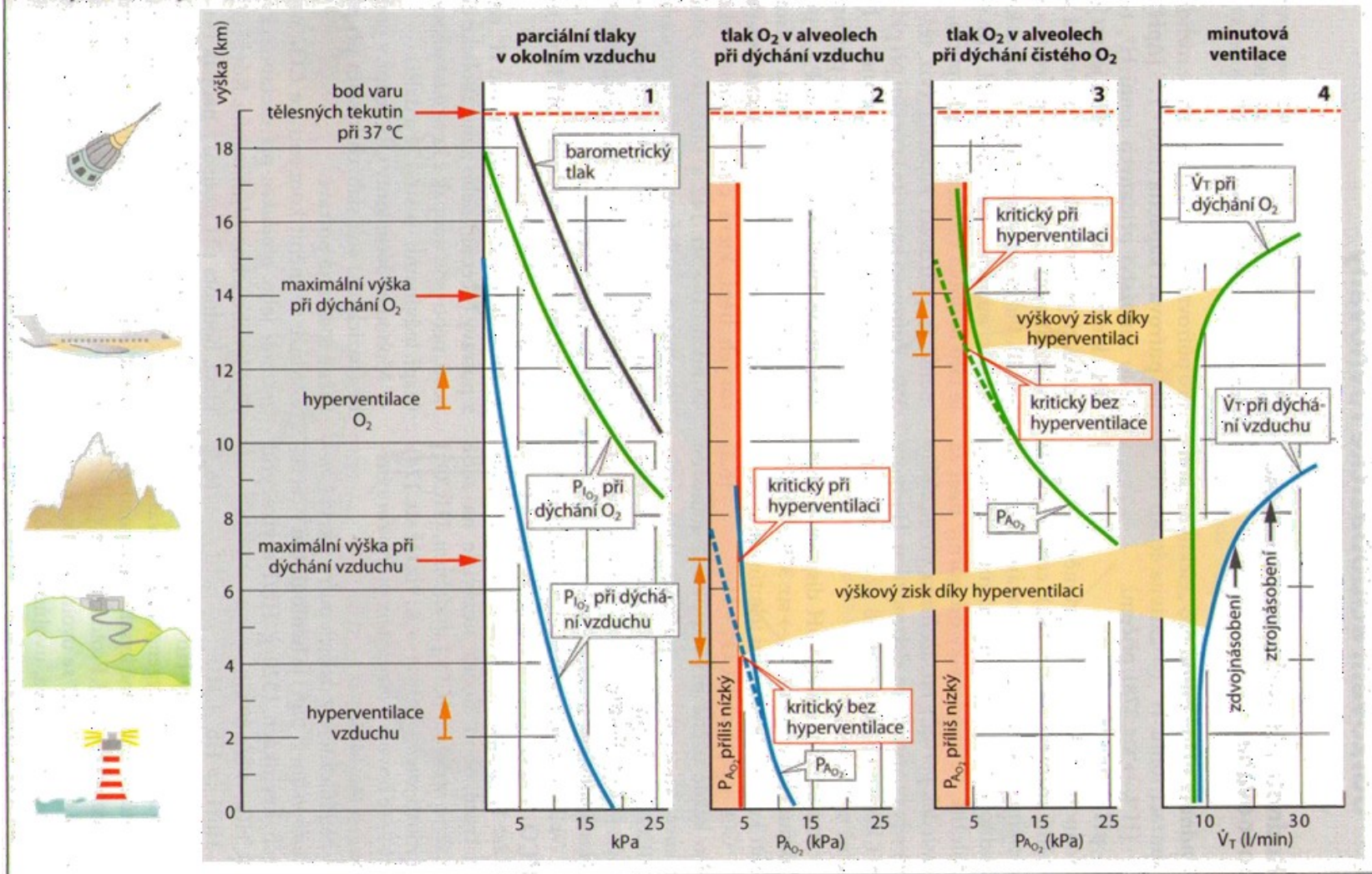
## $\uparrow$ BAROMETRICKÉHO TLAKU

Přetlak 100% kyslíku - dráždění dýchacích cest, svalové záškuby, zvonění v uších, závratě, křeče a koma

Přetlak s N: dusíková narkóza - euforie, snížená výkonnost a intelekt

Přetlak s He: neurotický syndrom - třesy, netečnost, porušení manuální zručnosti, intelekt není porušen

# A. Dýchání ve výšce (bez aklimatizace)



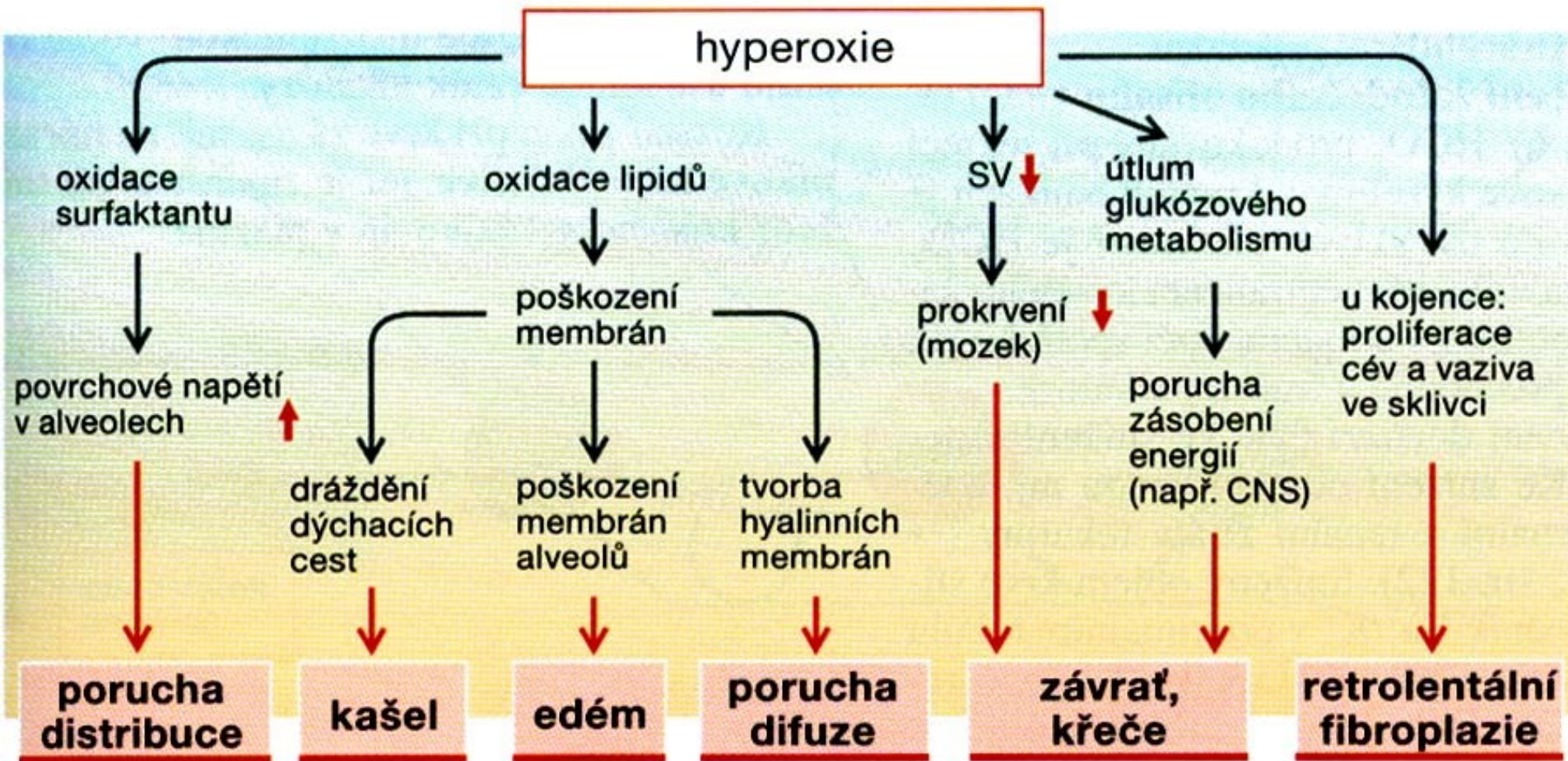
**4 km** - ospalost, malátnost, duševní a svalová únava, bolesti hlavy, příležitostně nevolnost, a někdy euforie.

**5,5 km** – křeče

**7 km** – bezvědomí a smrt

Účinky hypoxie - ↓ duševní způsobilosti - ↓ úsudku, paměť a mimovolní pohyby (např. letec V 4,5 km po dobu 1 hodiny - duševní způsobilosti obvykle poklesne na asi 50 % normálu, a po 18 h - 20 % normálu.)







**HYPERVENTILACE**

