Patofyziologie dýchacího systému

Respirační systém - fyziologie

Hlavní funkce na úrovni plic:

- ventilace
- difuze
- perfuze

Alveolární ventilace

$$V_A = (V_T - V_D) \times f$$

V_T....dechový objem (tidal volume)

V_D ....mrtvý prostor (dead volume)

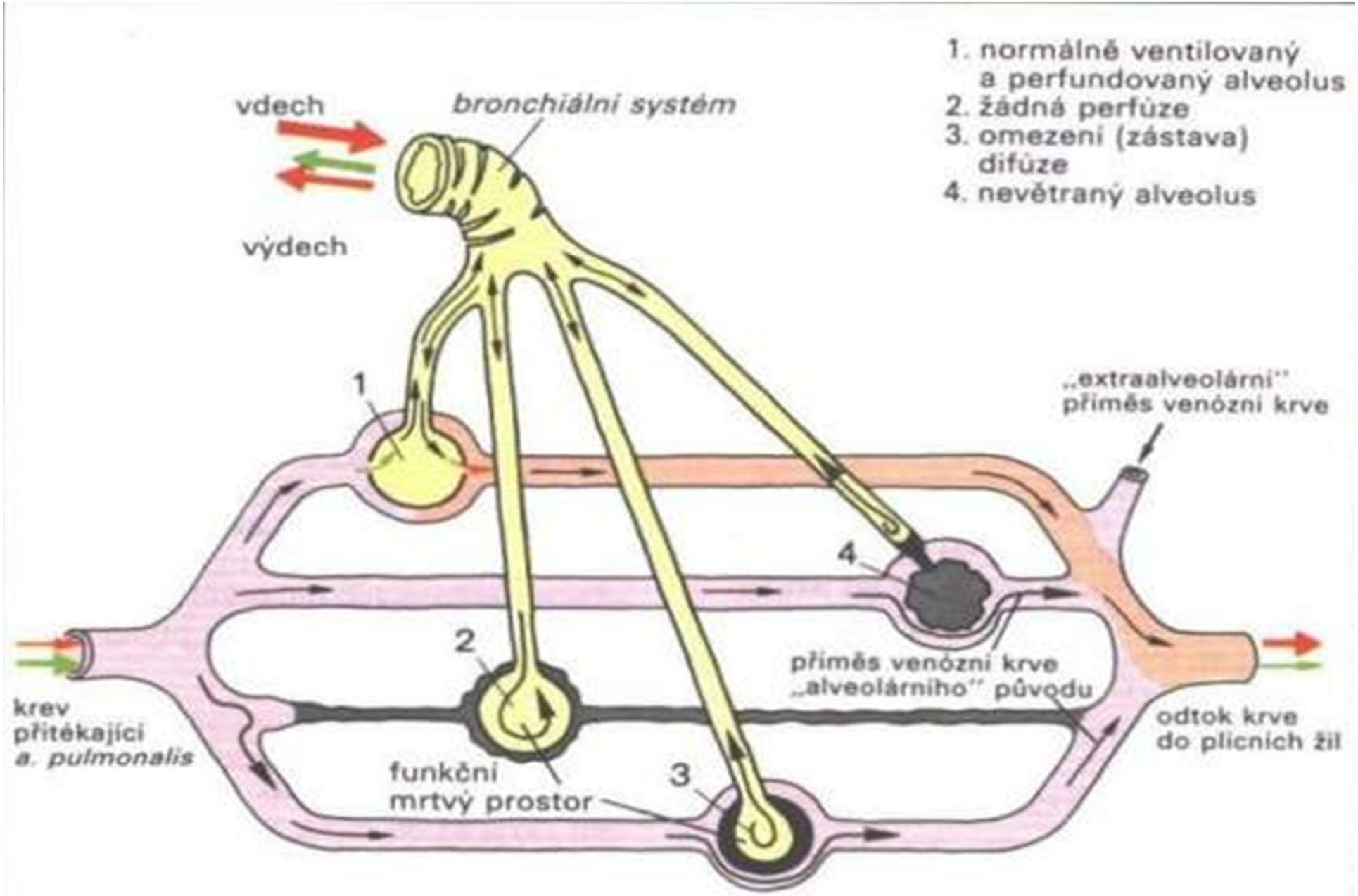
f ....dechová frekvence

Pojmy k popisu dýchání

Hyperpnea	increased breathing movement
Eupnea	normal breathing movements
Hypopnea	decreased breathing movements
Apnea	arrested breathing
Bradypnea	decreased rate of breathing
Tachypnea	increased rate of breathing
Dyspnea	labored breathing (subjective feeling)
Asphyxia	inability to breathe
Orthopnea	labored breathing, except in the sitting or upright position

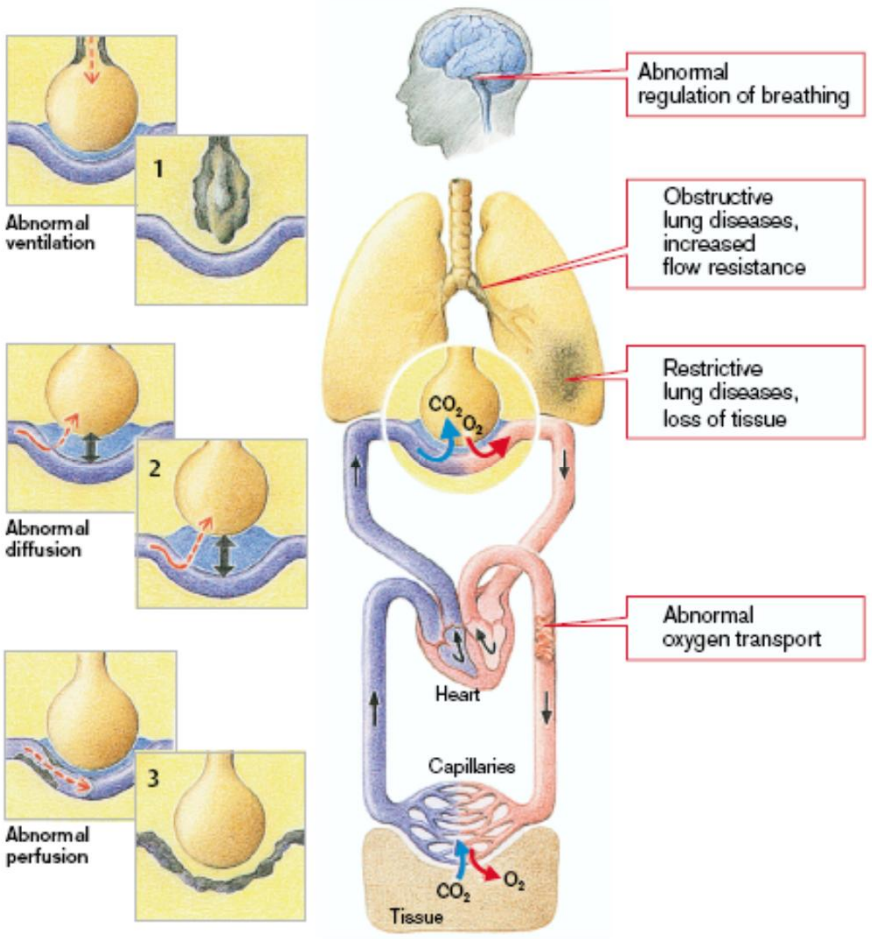
Definice některých funkčních plicních parametrů

Tidal volume (V_T)	volume of normal inspiration and expiration
Vital capacity (VC)	volume of maximal expiration after maximal inspiration
Maximal breathing capacity ($\dot{V}_{max}$)	maximal ventilation (L/min) achieved in a short period of time (usually 10 s)
Compliance (C)	lung distensibility
Forced expiration volume (FEV_1)	maximal volume expired in 1 second
Functional residual capacity (FRC)	total residual volume after normal expiration



3. Respirační plicní poruchy

Patofyziologie dýchání



Poruchy ventilace

- prostá hypoventilace
- obstrukční ventilační poruchy

  (zúžení dýchacích cest)
- restrikční ventilační poruchy

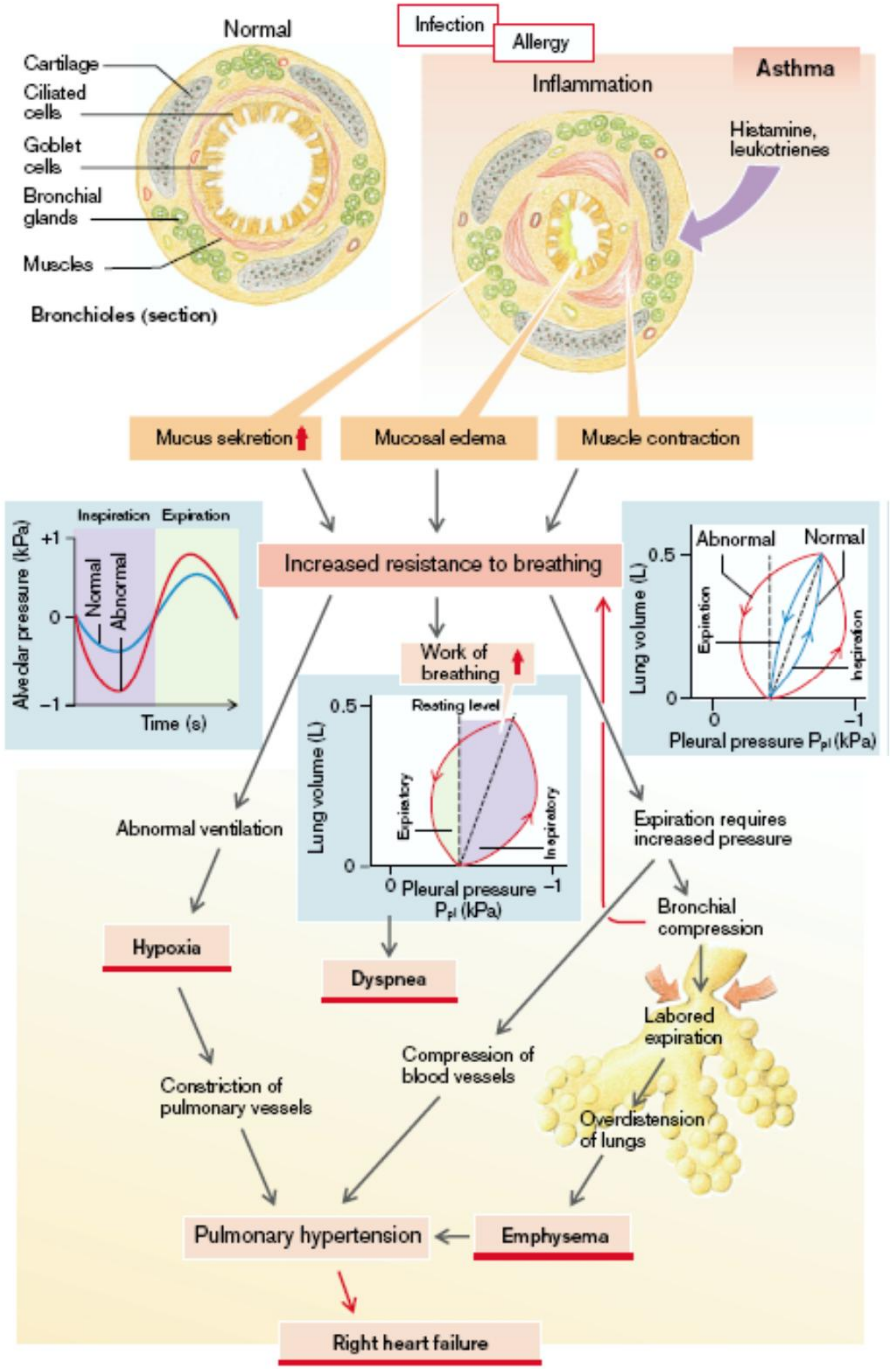
  (redukce funkčního parenchymu plic nebo omezení dýchacích pohybů)
- smíšené ventilační poruchy

Prostá hypoventilace

- zpravidla mimoplicní příčina
  - CNS (otravy, léky, úrazy)
  - obstrukce horních dýchacích cest
  - zúžení bronchiolu
  - nedostatek surfaktantu, fibrotické změny – změny poddajnosti
- snížení $V'_A = (V_T - V_D) \times f$
- hypoxemie, hyperkapnie

Obstrukční poruchy plic

- lokalizovaná obstrukce
  - bronchiální obstrukce (cizí těleso, nádor, zánět, uzliny..)
- generalizovaná obstrukce
  - *reverzibilní* - asthma bronchiale
  - *ireverzibilní* - CHOPN (emfyzém, chronická bronchitida)



Obstrukční poruchy plic

Asthma bronchiale

- chronická zánětlivá choroba dýchacích cest, charakterizovaná zvýšenou reaktivitou na různé stimuly vedoucí k variabilní bronchiální obstrukci, která je reverzibilní buď spontánně nebo po terapii.
- 2,3-3,3 % populace
- bez závislosti na pohlaví
- vzrůstající výskyt
- multifaktoriální onemocnění

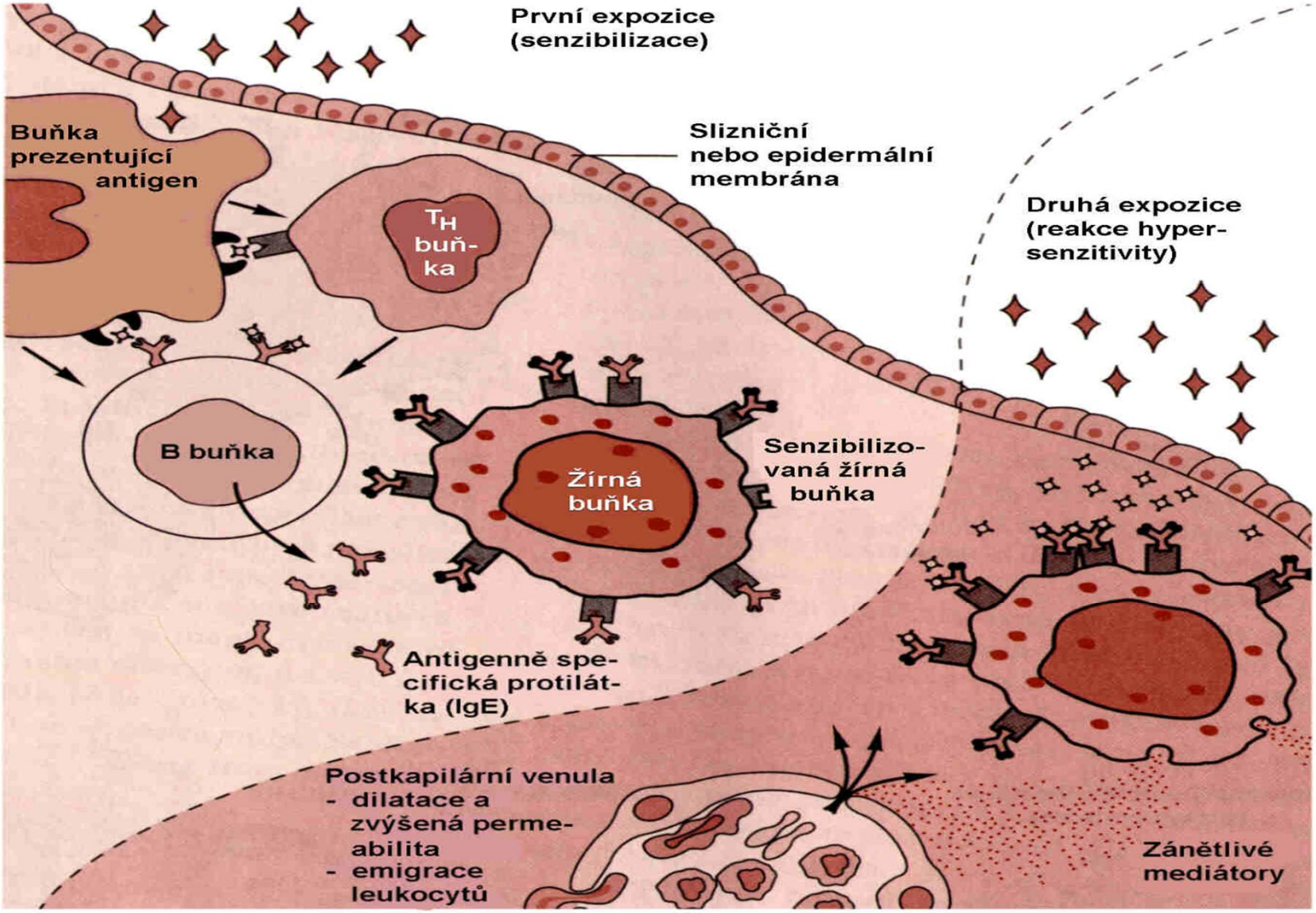
Astma - klinické příznaky

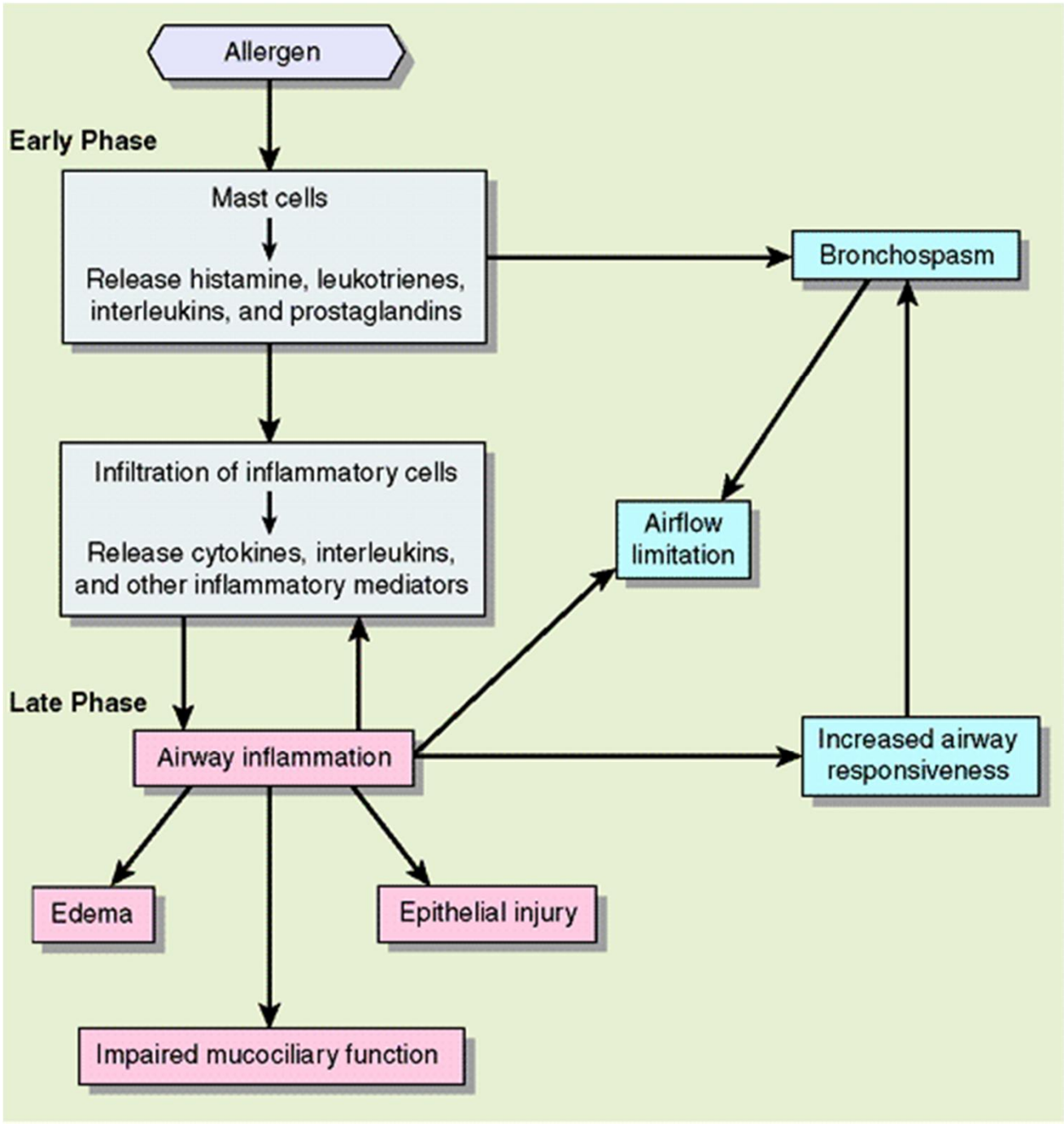
- dechové obtíže, hvízdavý dech, dráždivý kašel
- záchvaty se střídají s obdobím klidu
- variabilita
  - sezónní
  - diurnální (noční a ranní záchvaty)
  - zátěžová (námahové astma)

Astma - dělení

- atopické (alergické) astma
  - genetická predispozice + alergen, I.typ přecitl.
- neatopické (nealergické) astma
  - endogenní a. (bez známé příčiny)
  - námahové a. (tělesná zátěž)
  - iritační a. (chem.látky, teplo, chlad)
  - aspirinové a. (i jiné léky)

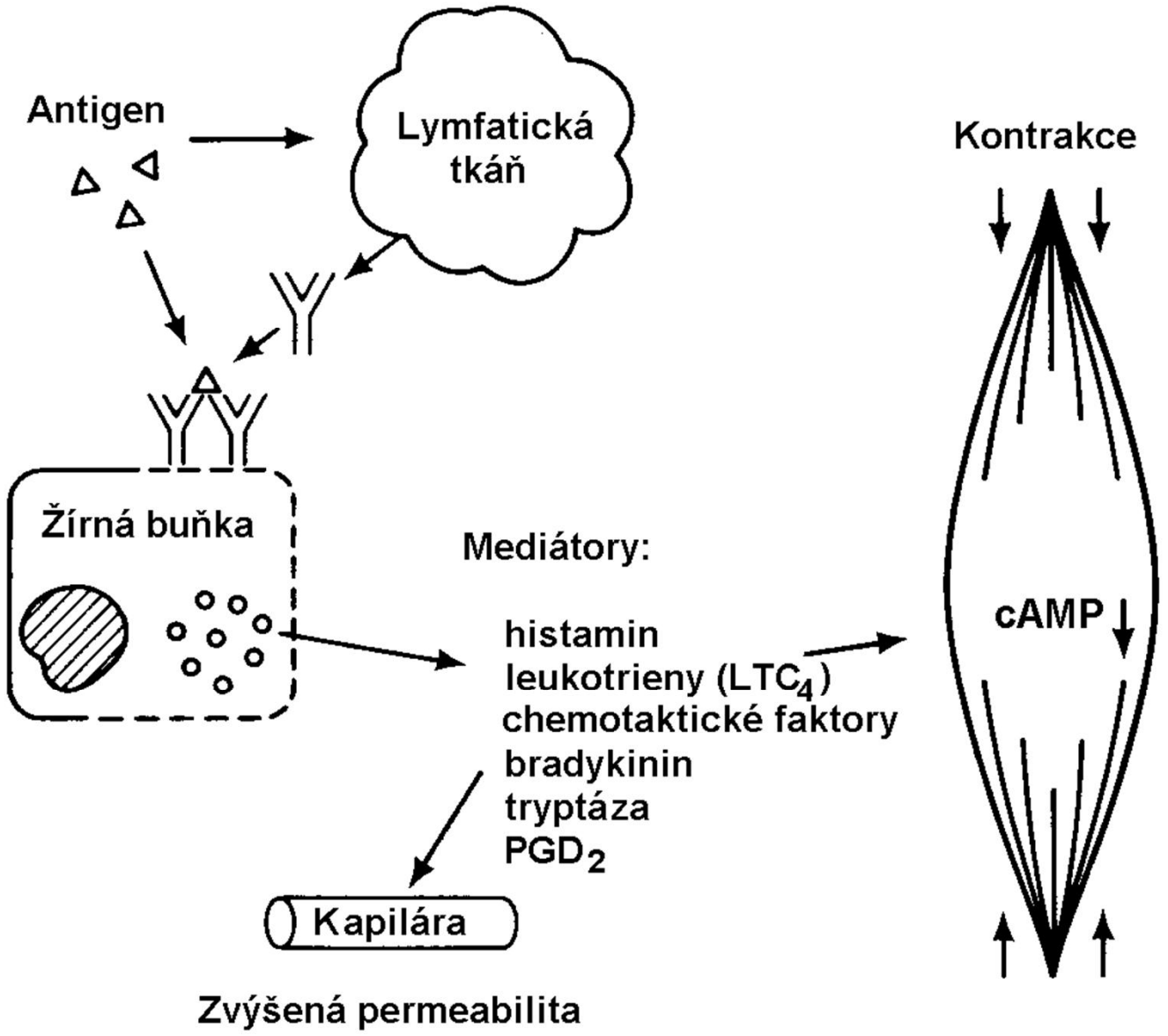
1.typ přecitlivělosti (IgE)




Allergen
Early Phase
Mast cells
Release histamine, leukotrienes, interleukins, and prostaglandins
Bronchospasm
Infiltration of inflammatory cells
Release cytokines, interleukins, and other inflammatory mediators
Airflow limitation
Late Phase
Airway inflammation
Increased airway responsiveness
Edema
Epithelial injury
Impaired mucociliary function

Astma - fáze záchvatu

- časná (bezprostřední odpověď)
  - do 30 min, mediátory žírných buněk
  - zvýšená *sekrece* hlenu, *otok* sliznice
  - *kontrakce hladkých svalů* (bronchospazmus)
- pozdní odpověď
  - po 4-6 hod, mediátory neutrofilů, eozinofilů
  - zánět, příp. destrukce epitelu


Antigen
Lymfatická tkáň
Žírná buňka
Mediátory:
histamin
leukotrieny (LTC_4)
chemotaktické faktory
bradykinin
tryptáza
PGD_2
Kapilára
Zvýšená permeabilita
Kontrakce
cAMP

Astma - plicní funkce

- v klidu
  - někdy i bez známek obstrukce
  - bronchoprovokační testy
- v záchvatu známky obstrukce
  - snížené dynamické ventilační parametry
  - zlepšení po podání bronchodilatátorů

Léčba astmatu

- odstranění nebo omezení provokujících faktorů
- protizánětlivá terapie
- bronchodilatační terapie
- hyposenzibilizace

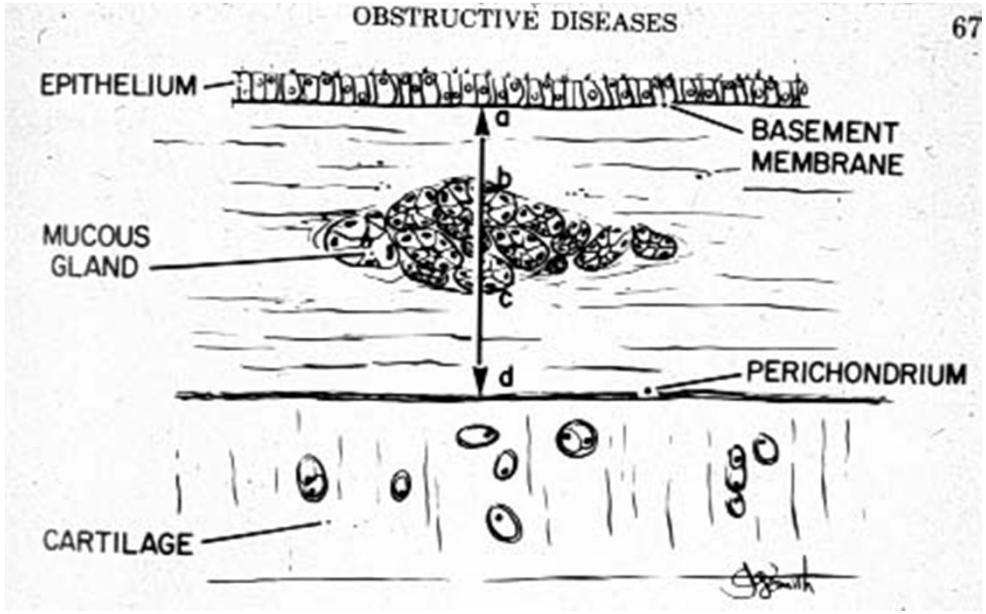
Chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN, COPD)

- 5-20% dospělé populace
- převaha u mužů
- 30 x častější u kuřáků
- mortalita - 5.místo
- zahrnuje:
  - chronickou bronchitidu
  - plicní emfyzém

1. Chronická bronchitida

Klinická definice:

onemocnění s hypersekrecí hlenu spolu s chronickým kašlem nejméně *3 měsíce* v roce, a to *2* po sobě následující *roky*, s vyloučením jiných plicních a kardiálních nemocí.



Reidův index

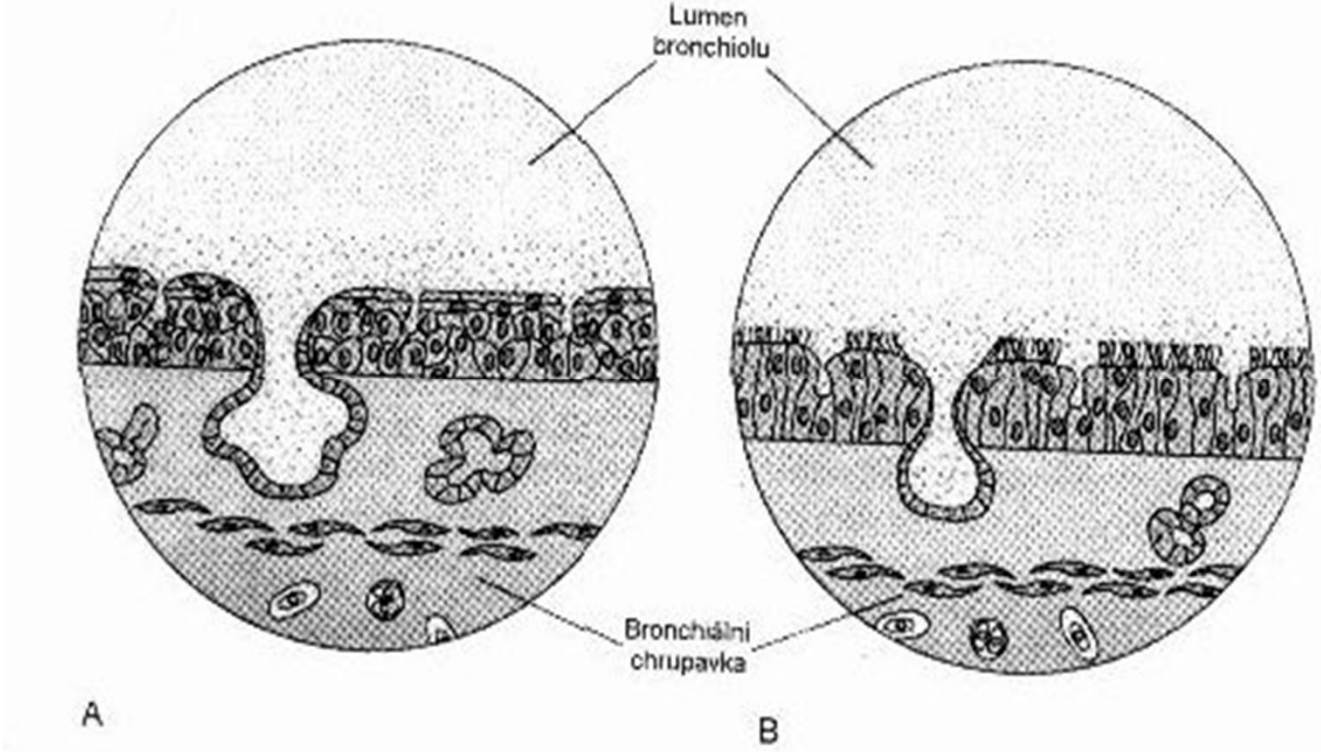
$$RI = \frac{gland}{wall}$$

Chronická bronchitida - etiologie

- kouření cigaret
- profesionální expozice (oxidy S,N, formaldehyd)
- znečištěné ovzduší
- opakované infekce dýchacích cest

Chronická bronchitida - morfologie

- hyperplazie a hypertrofie hlenových žlázek
- nadměrné množství hlenu v dýchacích cestách (příp. uzávěr)
- zánětlivá infiltrace a otok stěny dýchacích cest (zúžení)



Obr. 20.48 **Sliznice dýchacích cest v normě (vpravo) a u chronické bronchitis (vlevo).** *U chronické bronchitis je patrný zvýšený počet žlázek v submukóze, zánětlivý otok a nadbytečný hlen, dále metaplázie epitelu k plochému typu. (NOW 12.15)*

Chronická bronchitida - funkční důsledky

- zúžení malých dýchacích cest

→ exspirační obstrukce -↓ dynamické parametry

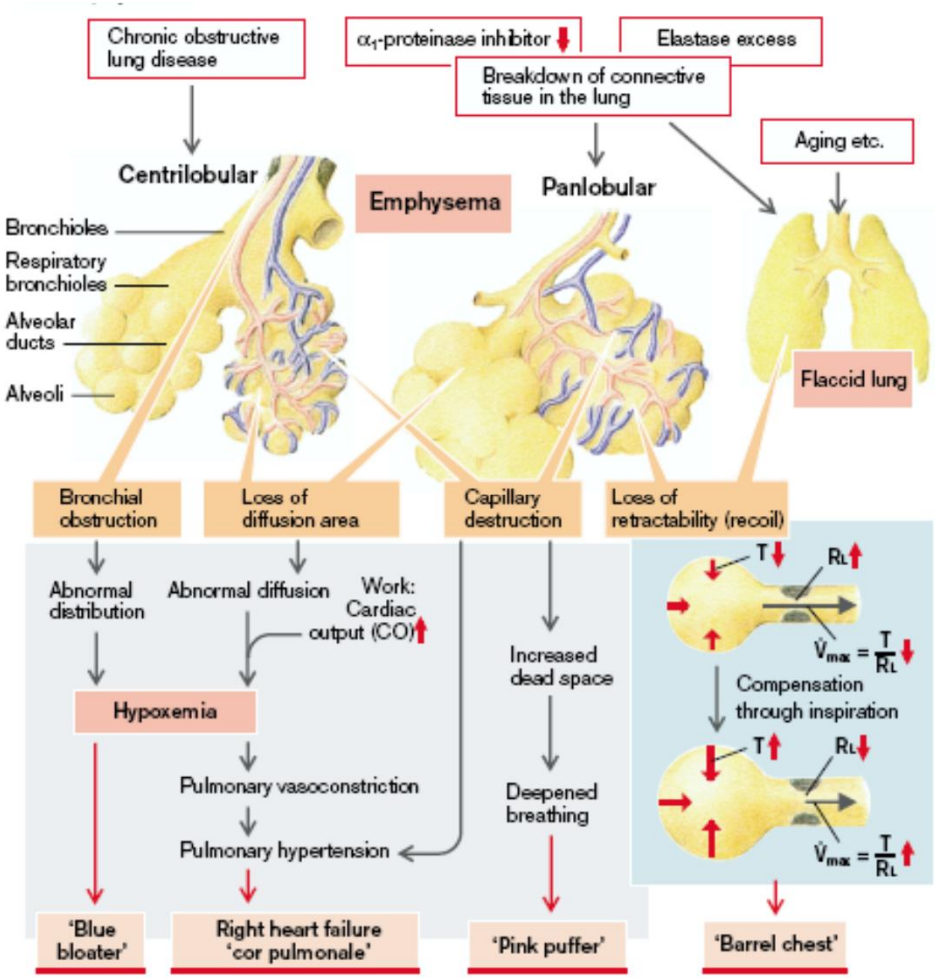
→ hypoxemie (cyanóza), hyperkapnie, respirační acidóza

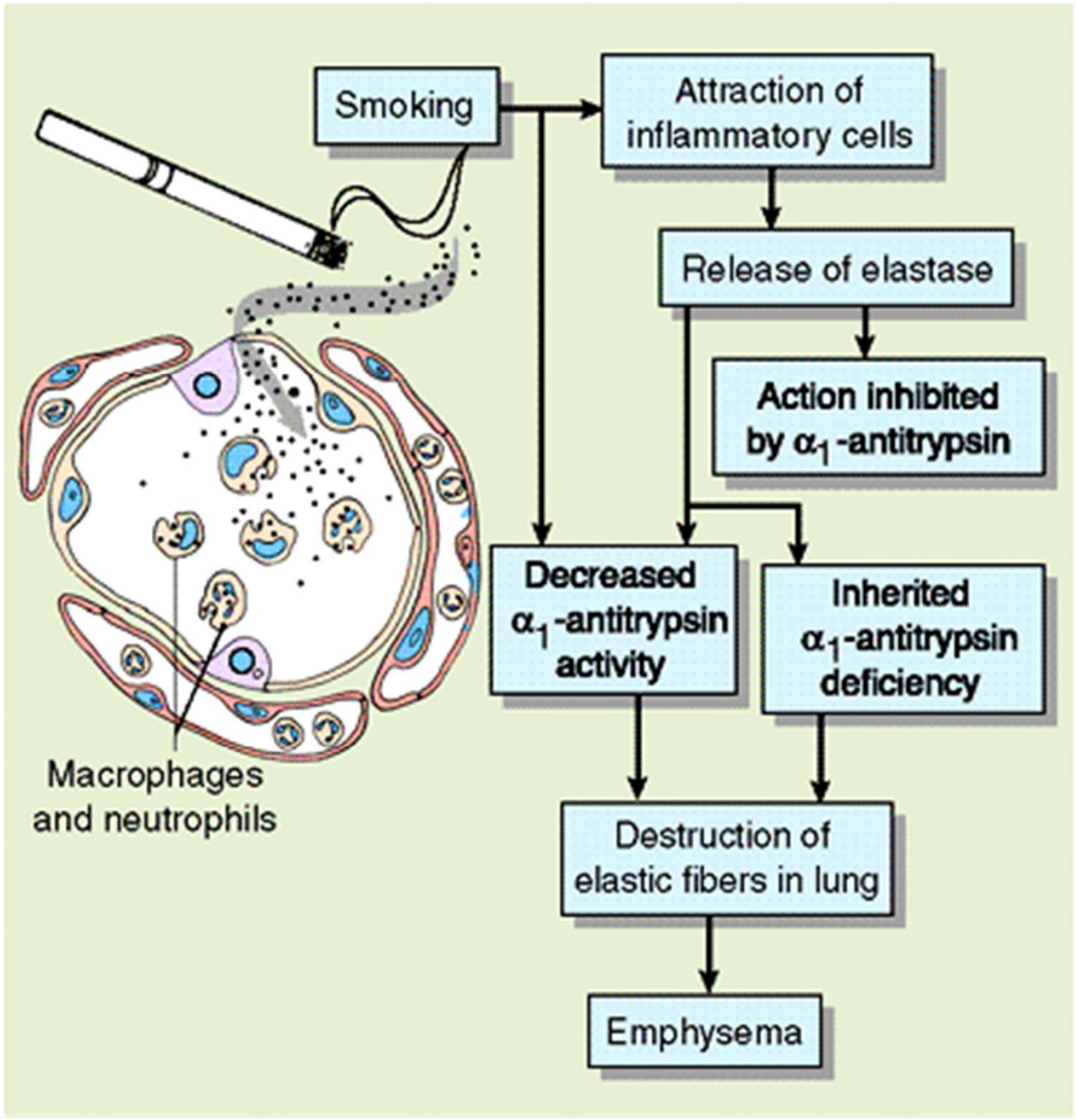
→ normální difúzní plicní kapacita pro O_2

2. Emfyzém - etiopatogeneze

- nerovnováha proteáz a antiproteáz
  - ↑elastáza
    - *kouření* → zánět → neutrofily
  - ↓α1-antitrypsin
    - *kouření*
    - genetický defekt (homozygoti MM do 40 let)
- obstrukce bronchiolů
  - chronická bronchitis *(kouření)*

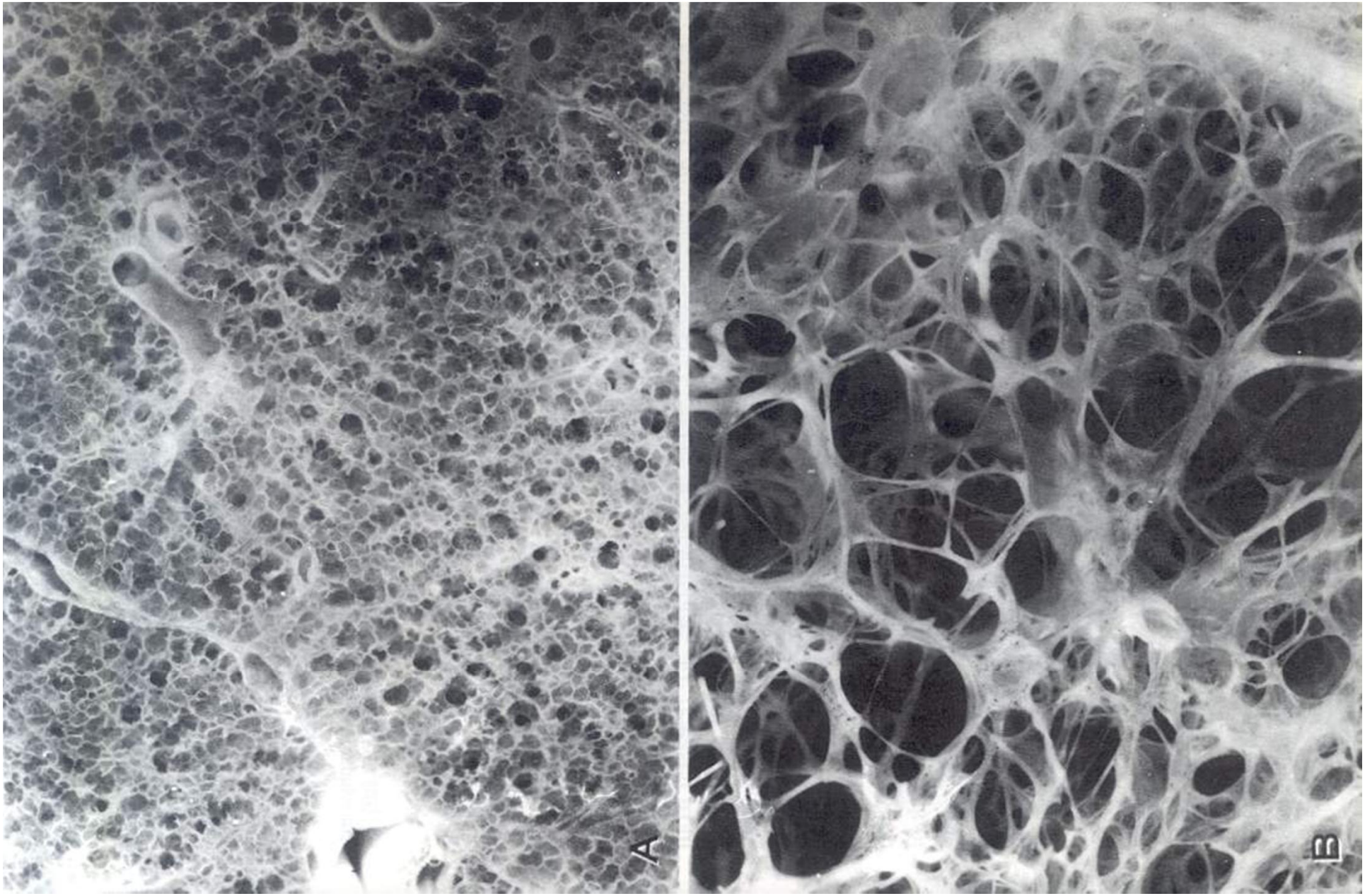
Emfyzém


Chronic obstructive lung disease
α1-proteinase inhibitor
Elastase excess
Breakdown of connective tissue in the lung
Aging etc.
Centrilobular
Emphysema
Panlobular
Bronchioles
Respiratory bronchioles
Alveolar ducts
Alveoli
Flaccid lung
Bronchial obstruction
Loss of diffusion area
Capillary destruction
Loss of retractability (recoil)
Abnormal distribution
Abnormal diffusion
Work: Cardiac output (CO)
Hypoxemia
Pulmonary vasoconstriction
Pulmonary hypertension
Increased dead space
Deepened breathing
Compensation through inspiration
'Blue bloater'
Right heart failure 'cor pulmonale'
'Pink puffer'
'Barrel chest'


Smoking
Attraction of inflammatory cells
Release of elastase
Action inhibited by α_1-antitrypsin
Decreased α_1-antitrypsin activity
Inherited α_1-antitrypsin deficiency
Destruction of elastic fibers in lung
Emphysema
Macrophages and neutrophils

Zdravá plíce

Emfyzematická plíce



CHOPN - klinické příznaky

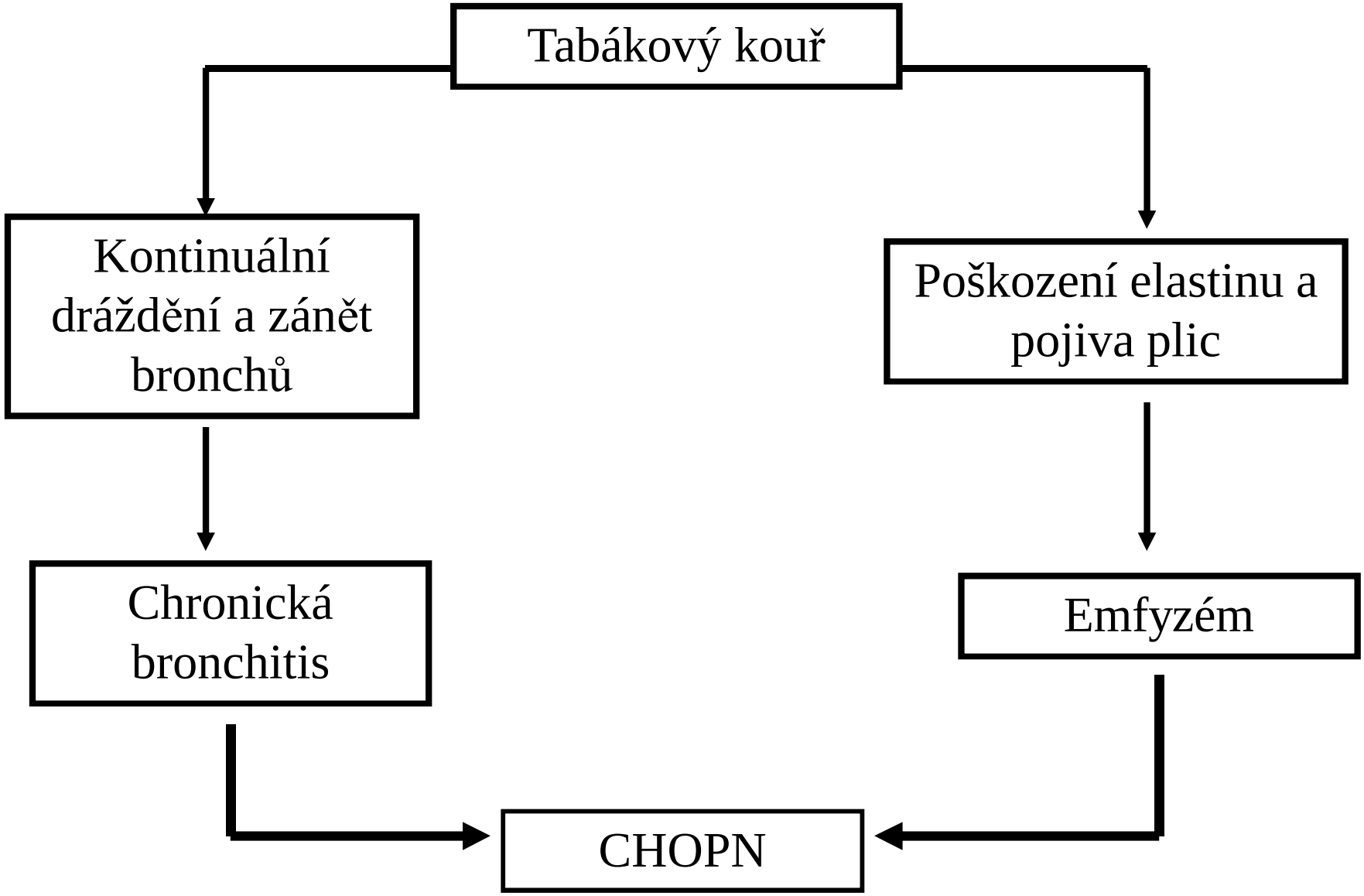
- narůstající dechové obtíže (roky)
- dušnost, produktivní kašel
- převážně bronchitida x převážně emfyzém

Tab. 10.6. Rozdělení CHOPN

	A. Převážně emfyzém (pink-puffer)	B. Převážně bronchitida (blue-bloater)
Klinický obraz	vyšší věk (nad 60 roků) astenický habitus úbytek hmotnosti růžový – supějící klidová dušnost hrudník dlouhý, úzký	nižší věk (pod 40 roků) pyknický habitus obezita cyanotický – kašlající kašel s hnisavou expektorací hrudník široký
Rentgenologické vyšetření	zvýšená transparence bránice nízko uložená srdce úzké, svisle uložené	zmnožená kresba bránice v normě srdce normální velikosti
Funkce	objemy plic zvětšené celková kapacita a reziduální objem zvětšený	objemy malé celková kapacita a reziduální objem zmenšený

CHOPN - léčba

- ovlivnění obstrukce (bronchodilatancia)
- ovlivnění infekce (antibiotika)
- odstranění hlenu (expektorancia)
- oxygenoterapie (krátkodobá x dlouhodobá)
- rehabilitace, lázně
- chirurgická terapie
- substituce α1-antitrypsinu


Tabákový kouř
Kontinuální dráždění a zánět bronchů
Poškození elastinu a pojiva plic
Chronická bronchitis
Emfyzém
CHOPN

Restrikční poruchy plic

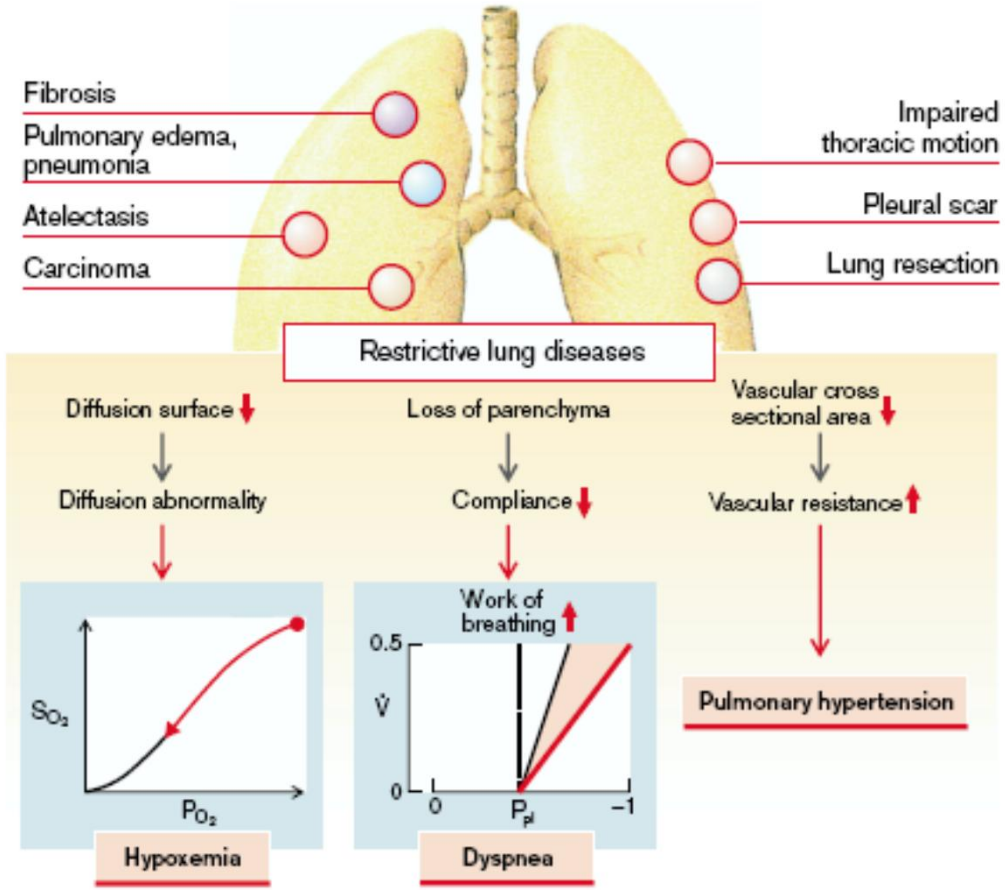
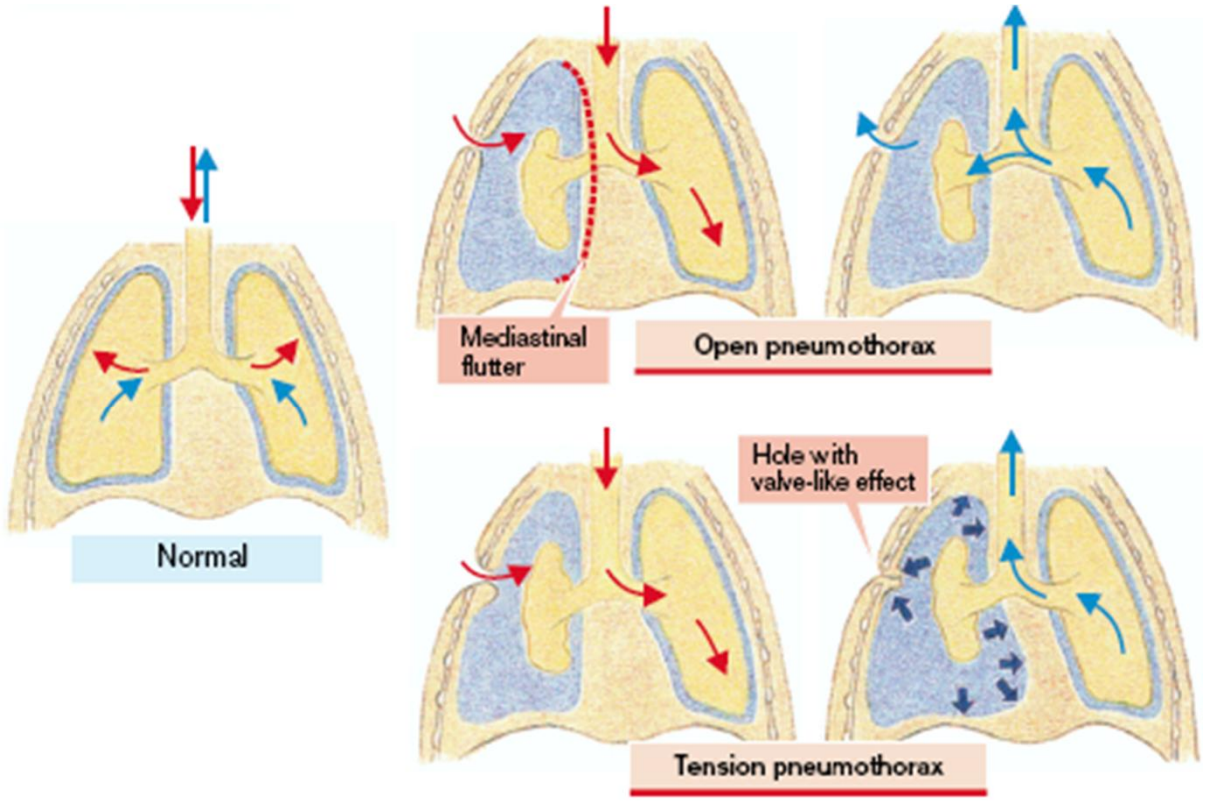
- restrikce

Ø redukce funkčního parenchymu plic nebo omezení dýchacích pohybů

omezeno rozpínání plic:

- z vnějších příčin (resekce, onemocnění pleury, hrudní stěny, neuromuskulárního aparátu, extrémní obezita.....)
- změnou plicního parenchymu (zánět, nádor, intersticiální nemoci plic - zpravidla kombinováno s poruchou difúze)

Restrikční poruchy plic



Pneumotorax