

A LÉGZŐ SZERVRENDSZER ÉLETTANA

Kiss Csaba

kiss.csaba@uni-eszterhazy.hu

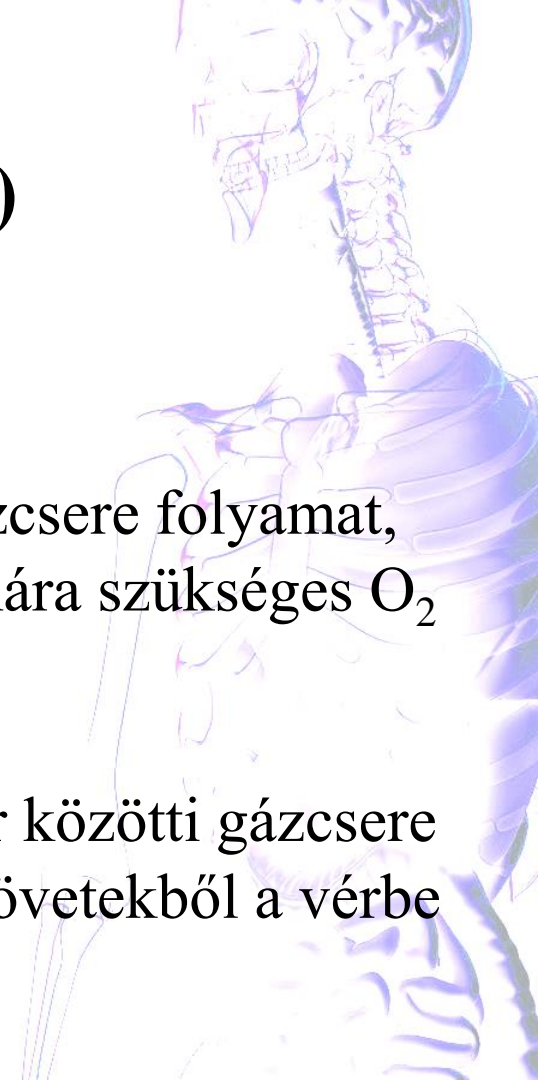


Légzőrendszer (*apparatus respiratorius*)

Feladata:

A **külső légzés** a külső légtér és a vér közötti gázcsere folyamat, amely a szervezet sejtanyagcsere-folyamatai számára szükséges O_2 felvétele és a CO_2 leadása

A **belső légzés** a sejtek és szövetek, valamint a vér közötti gázcsere folyamat. Az O_2 a vérből a szövetekbe, a CO_2 a szövetekből a vérbe diffundál



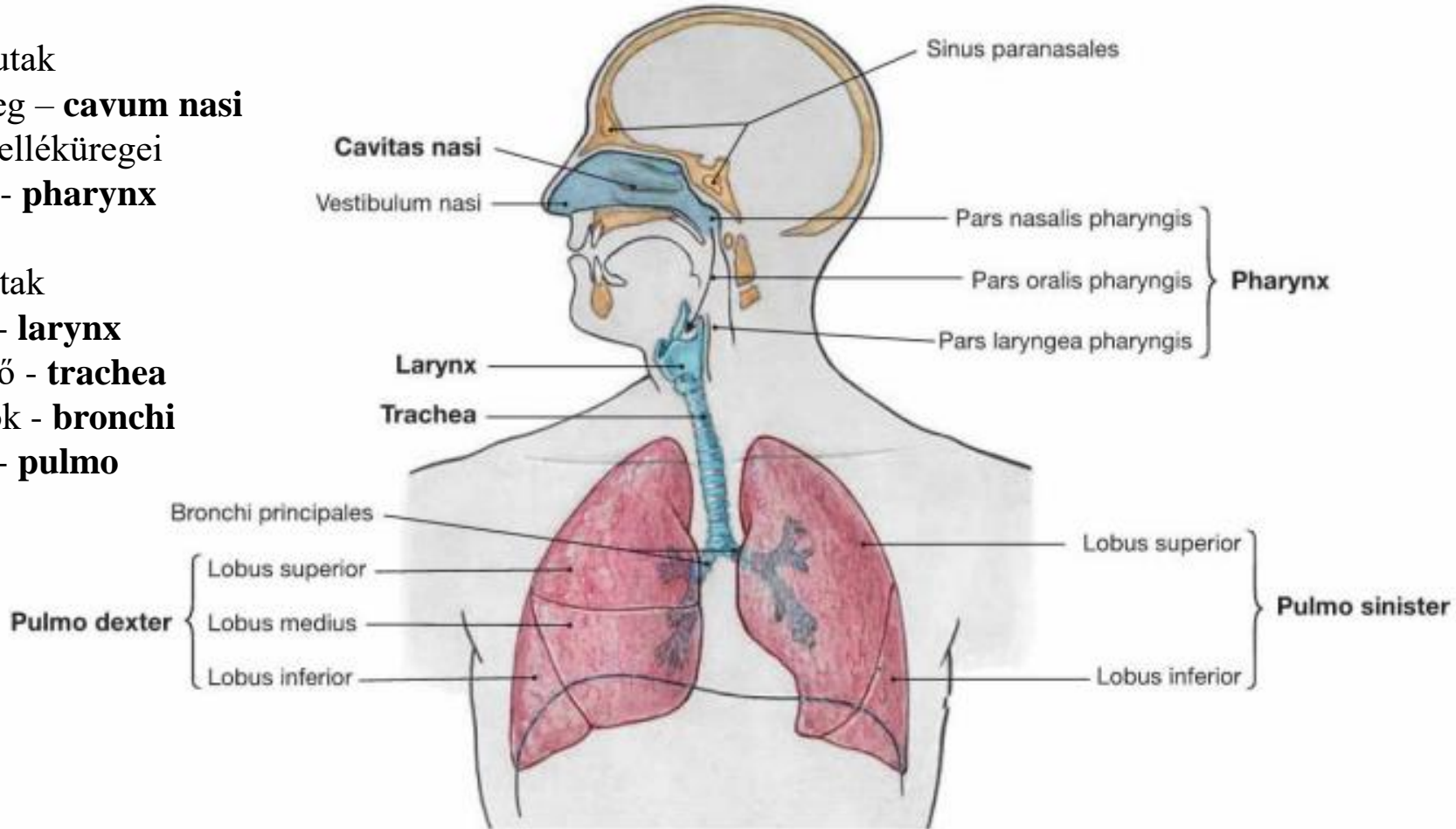
A légzőrendszer felosztása:

Felső légutak

- Orrüreg – **cavum nasi**
- Orr melléküregei
- Garat - **pharynx**

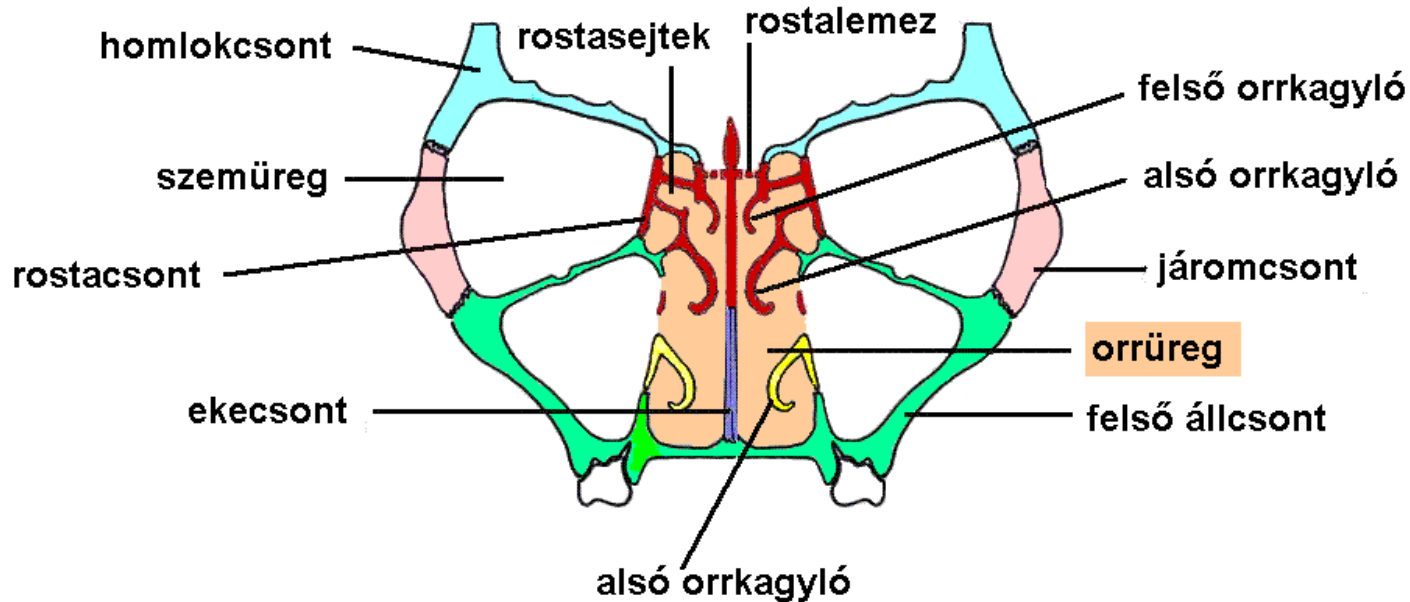
Alsó légutak

- Gége - **larynx**
- Légcső - **trachea**
- Hörgők - **bronchi**
- Tüdő - **pulmo**

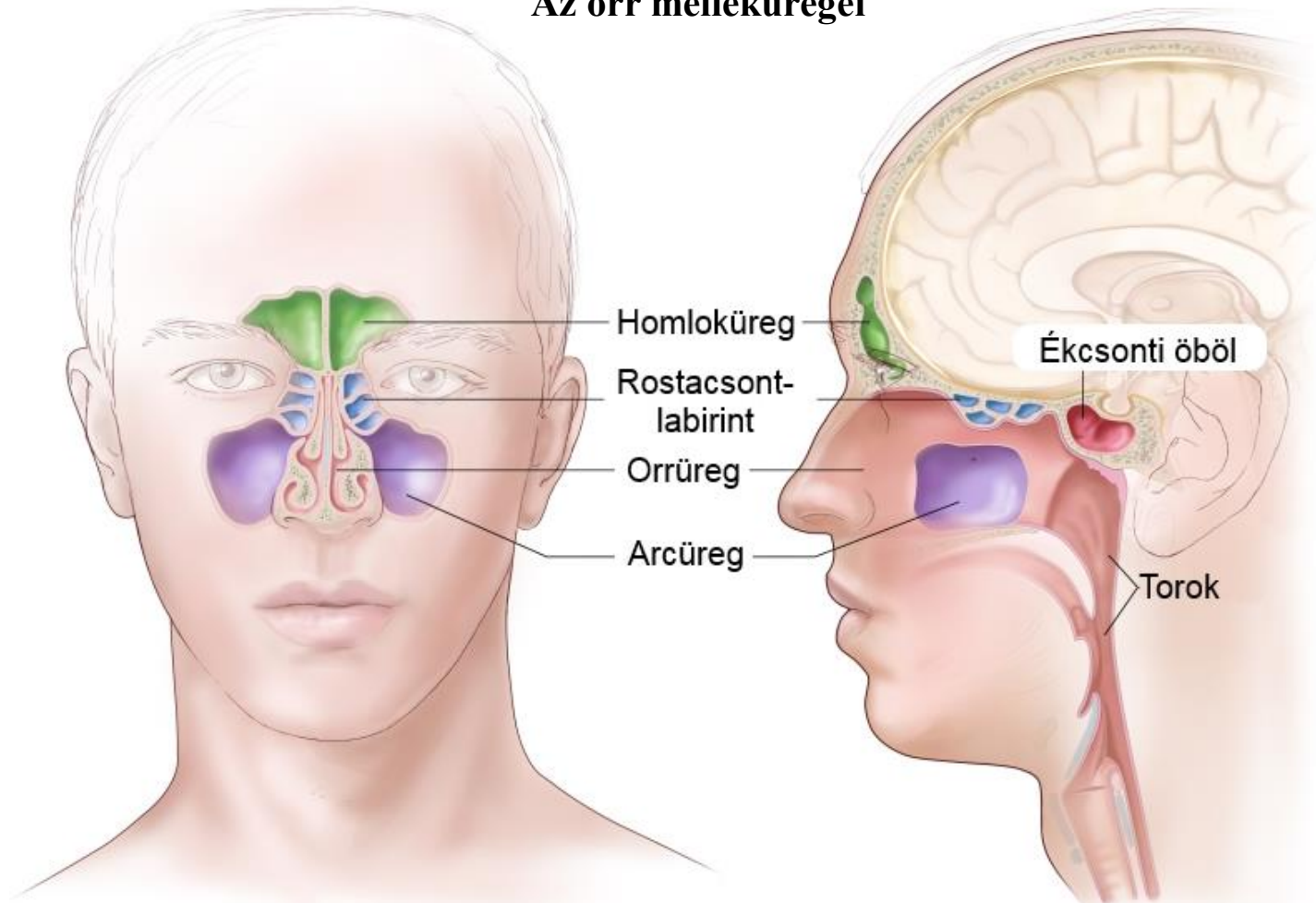


Az orrüreg (cavum nasi)

Az orrüreg a beáramló levegőt **megszűri** (orrszőrök), **felmelegíti** (vérbő orrkagylók felszíne) és **párásítja** (orrüreg mirigyei).



Az orr melléküregei



Az orr melléküregei (sinus paranasales)

Feladatuk:

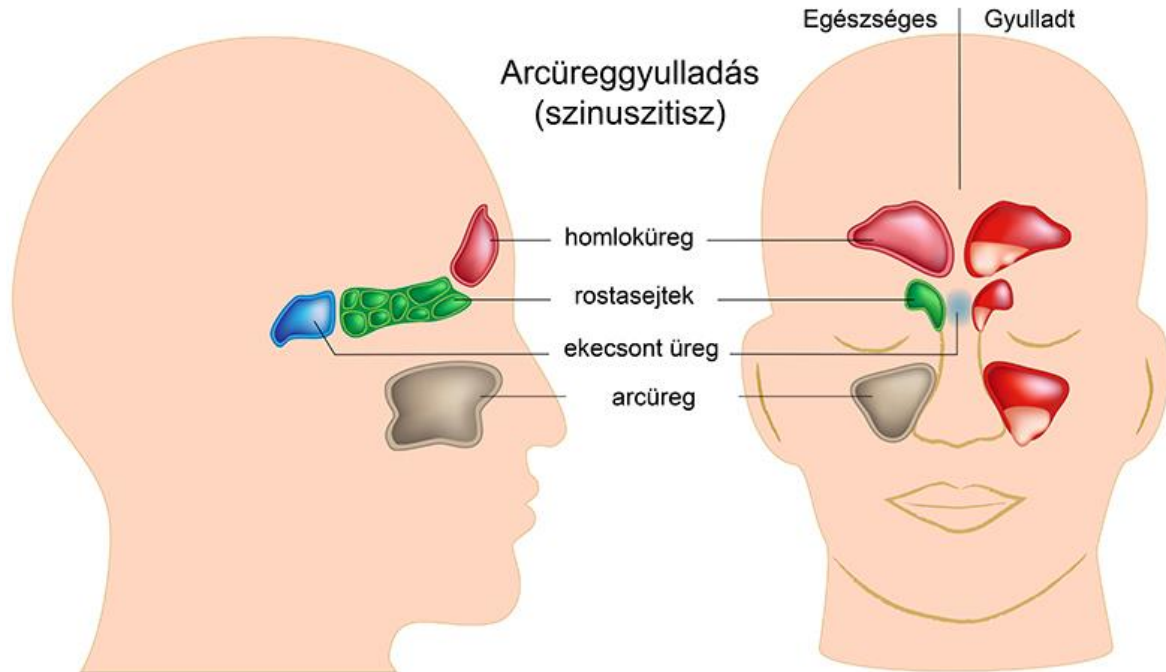
- Könnyítik a koponya súlyát
- Felmelegítik a beáramló levegőt
- Hangadáskor rezonátorként működnek

Arcüreg (sinus maxillaris)

Homloküreg (sinus frontalis)

Ékcsonti üreg (sinus sphenoidalis)

Rostasejtek (cellulae ethmoidales)



Garat (pharynx)

Nyálkahártyával bélelt izmos cső, amely az **orr-** és a **szájüreget** köti össze, illetve **lég-** és **nyelőcsövet** válassza ketté.

Orri szakasz

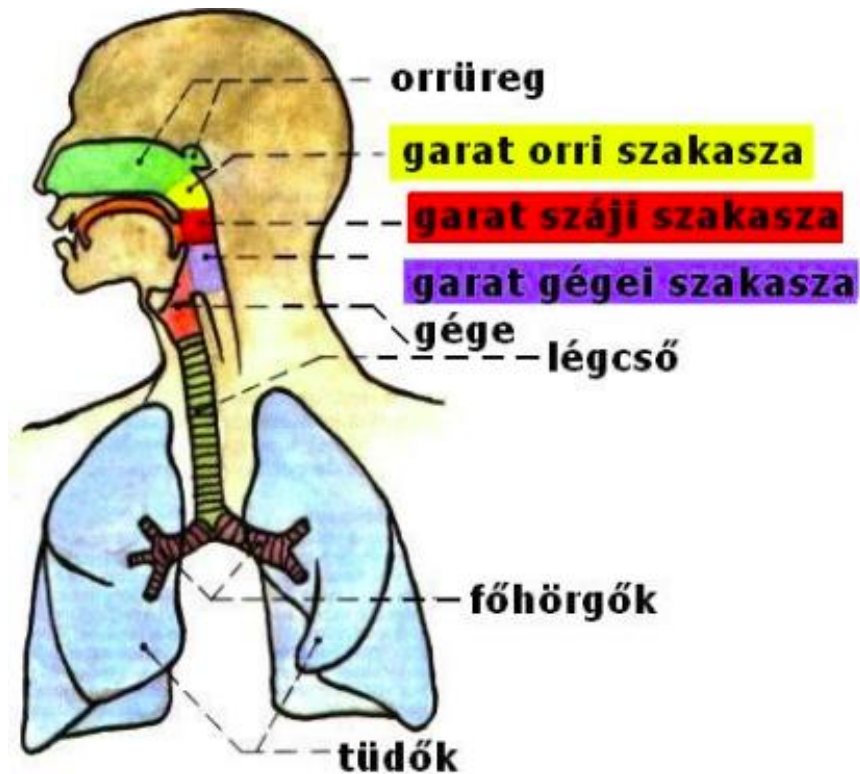
- Fülkürt nyílása, orrmandula

Száji szakasz

- A lég- és emésztőutak közös része

Gégei szakasz

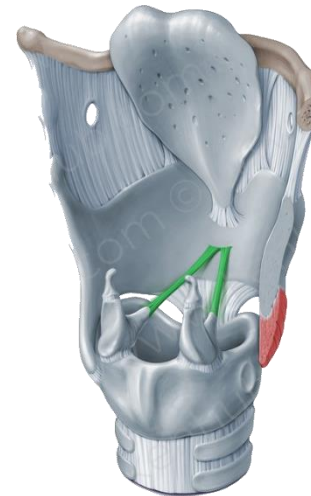
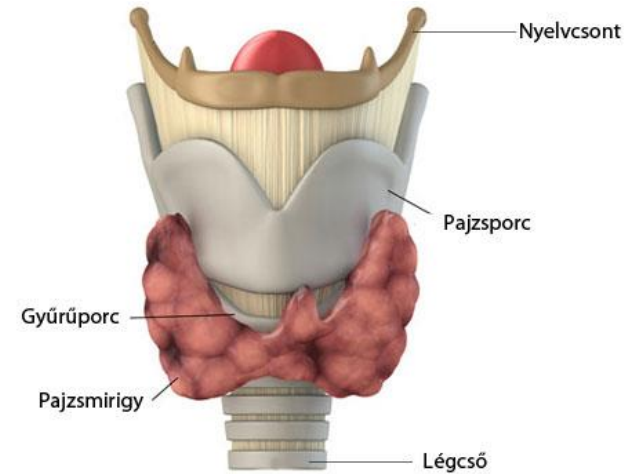
- Gége felső szakasza, nyelési reflex (*félrenyelés*)



Gége (larynx)

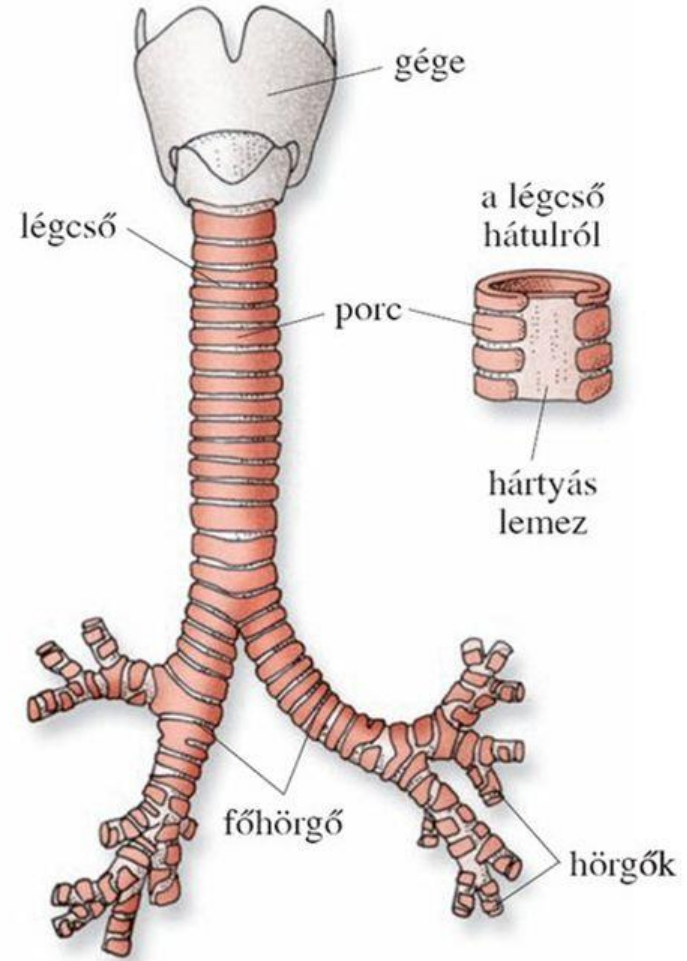
A **hangadás** szerve - a **hangszálak** (*ligamentum vocale*) elől a *pajzsporc* belsején, hátul a *kannaporcokon* rögzülnek

- **Gégefedő** (*epiglottis*)
- **Nyelvsont** (*os hyoideum*)
- **Pajzsporc** (*cartilago thyroidea*)
Pajzs módjára fogja körül és védi a gégét => „*ádámcsutka*”
- **Kannaporc** (*cartilago arytenoidea*)
- **Gyűrűporc** (*cartilago cricoidea*)
- **Legcső** (*trachea*)



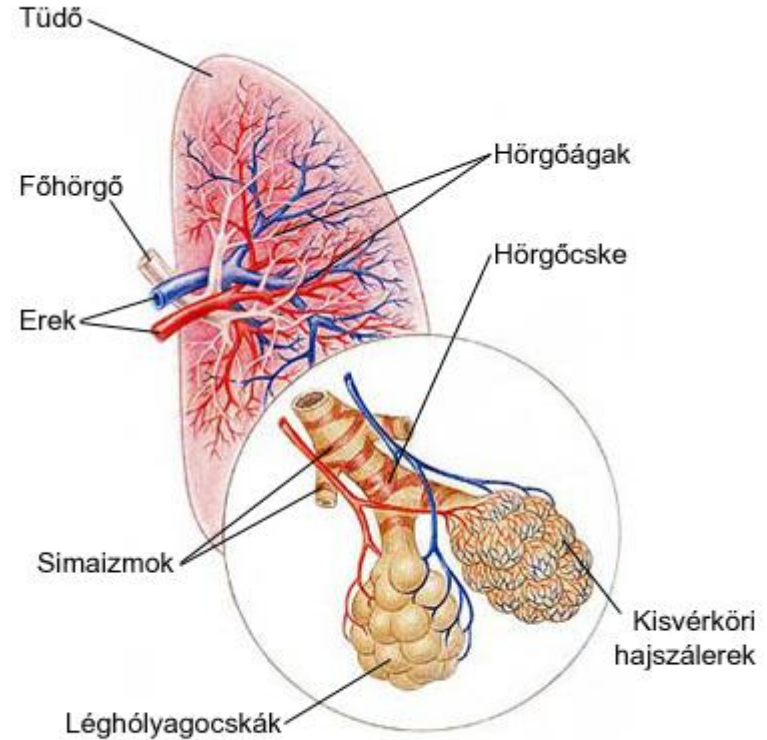
Légcső (trachea)

- A gyűrűporchoz kapcsolódik szalagosan
- C alakú porcokból épül fel (15-20)
- Hátsó falát *hártyás kötőszövet* képezi
- V alakban két *főhörgőre* oszlik



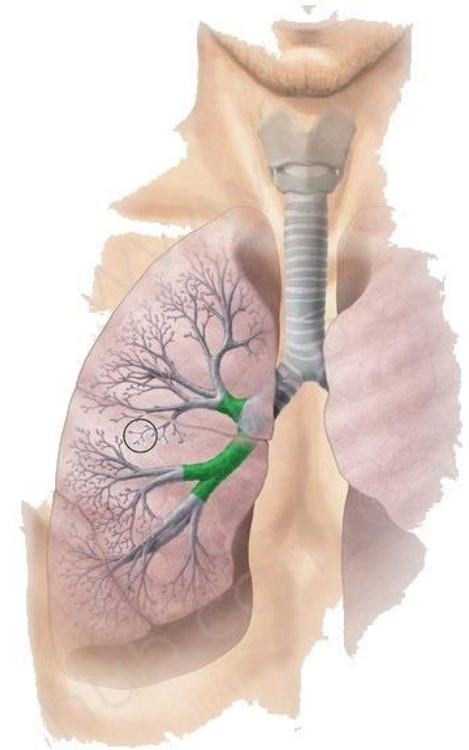
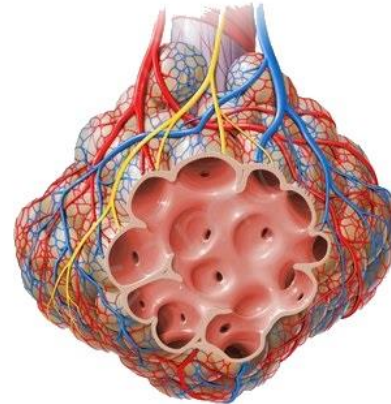
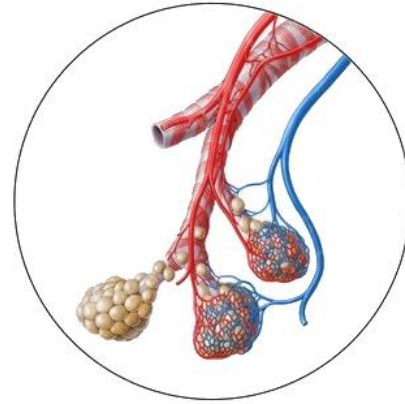
Hörgők (bronchi)

- **Főhörgők** (*primary bronchi*)
 - Belépnek a tüdőbe (jobb és bal)
 - Teljes gyűrű alakú porcok
- **Hörgők** (*secondary, tertiary bronchi*)
 - Jobb oldalon 3, bal oldalon 2
 - A tüdőlebenyeket határozzák meg!
 - Porcdarabok
- **Hörgőcskék** (*bronchiolus*)
 - A hörgők utolsó, legkisebb csövei
 - Végükön található a **léghólyagok** (*alveolus*)



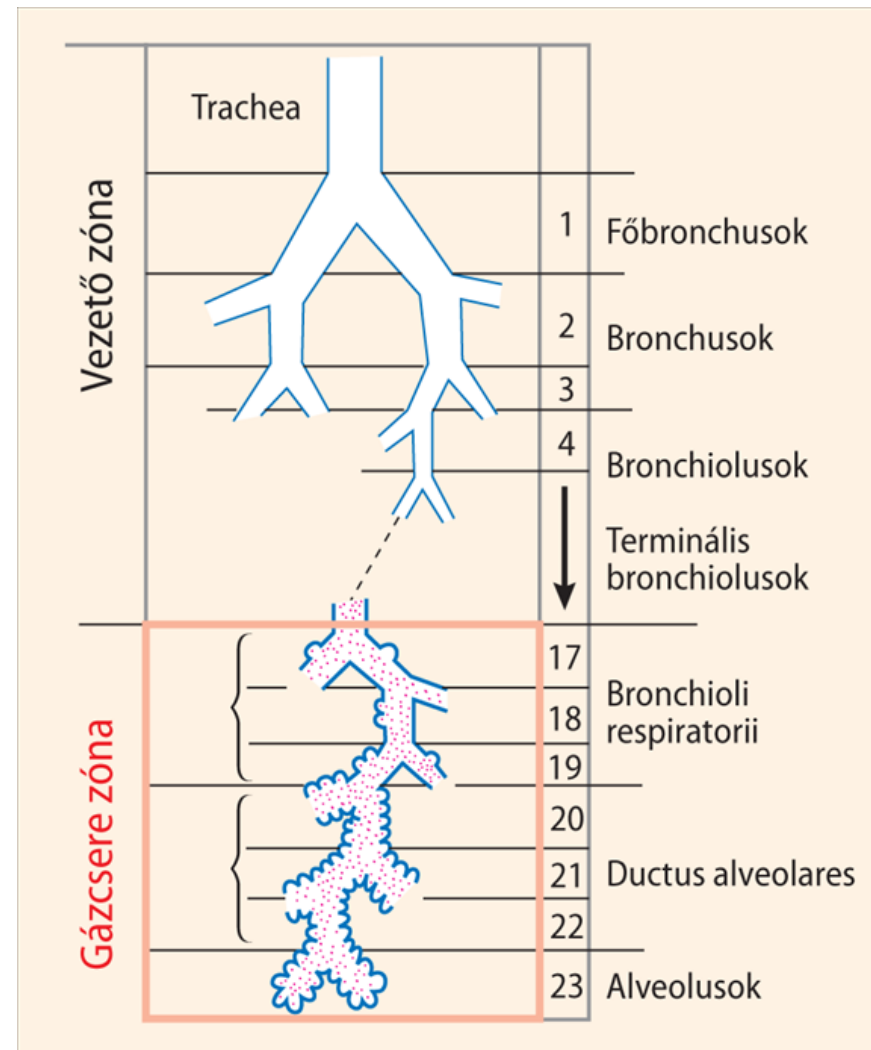
Tüdő (pulmo)

- Alsó része a **rekeszizmon** (*diaphragma*) nyugszik
- Felső része a **tüdőcsúcs**
- **Lebenyezett** (jobb 3, bal 2)
 - Lebenyeken belüli **tüdőszegmentumok** (jobb 10, bal 9)
- A légcsere a **léghólyagocskák** (*alveolus*) szőlőfürtszerű felületén (*alveolus hám*) történik
- A léghólyagocskák falában futó erecskékből (*a. pulmonalis-rendszer*) a **CO₂** kilép az *alveolus térbe*, az **O₂** bediffundál az erecskékebe (*v. pulmonalis-rendszer*)



Tüdő (pulmo)

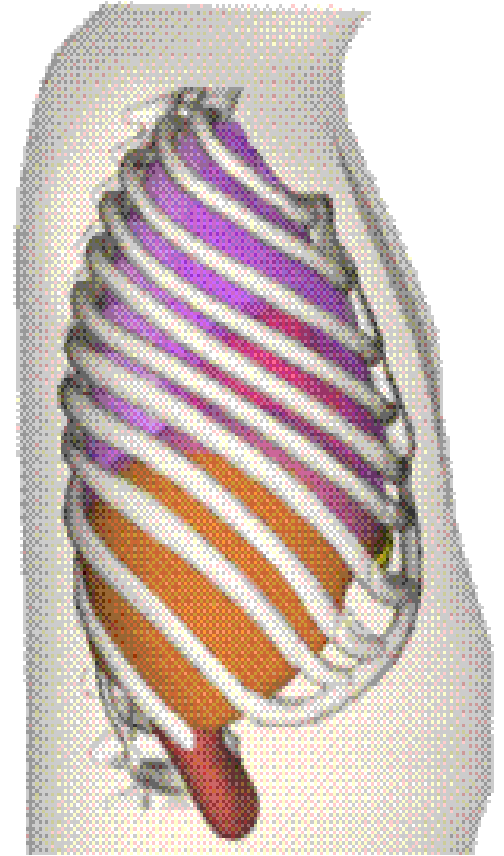
- A légcső és az **alveolusok** között **23x** elágazás található.
- Az első 16 elágazás a külső **levegő szállítására** szolgál a terminális bronchiolusokig.
- Az utolsó 7 elágazás pedig a **gázcsere szintere**.
- Az elágazásokkal növekszik a felszín, de a légáramlás sebessége csökken.



A légzés mechanizmusa

Belégzés (*inspiratio*) – aktív folyamat

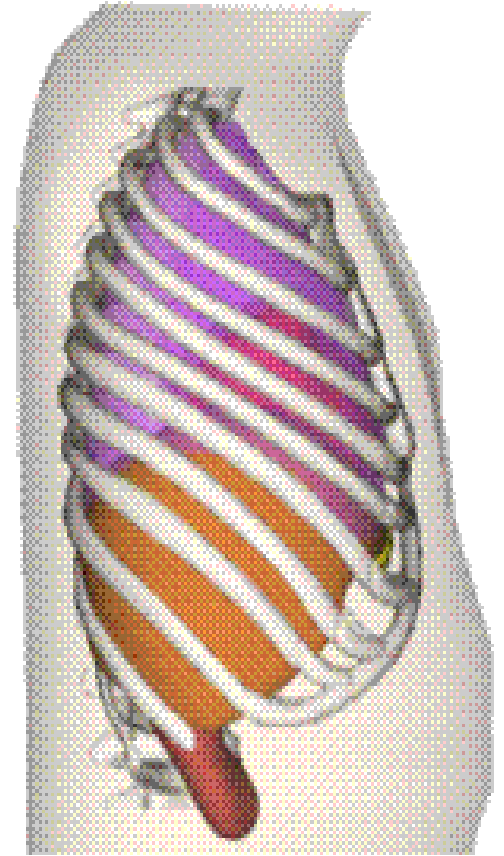
- A **mellkas** térfogata tágul => többirányú térfogatnövekedés.
- A **légutakban** a levegő nyomása csökken => negatív nyomás, szívó hatás.
- A **mellhártya** (*pleura*) lemezei eltávolodnak egymástól, nő a pleuraüreg, a mellüregi szívó hatás növekszik.
- A **rekeszizom** (*diaphragma*) összehúzódása a mellüreg *craniocaudalis* átmérőjét növeli.
- A **hasizmok** (*musculi abdominis*) ellazulnak, de az *intraabdominalis* nyomás nem növekszik.
- A **külső bordaközi izmok** (segédizom) megnövelik a mellkas *anterioposterior* átmérőjét.



A légzés mechanizmusa

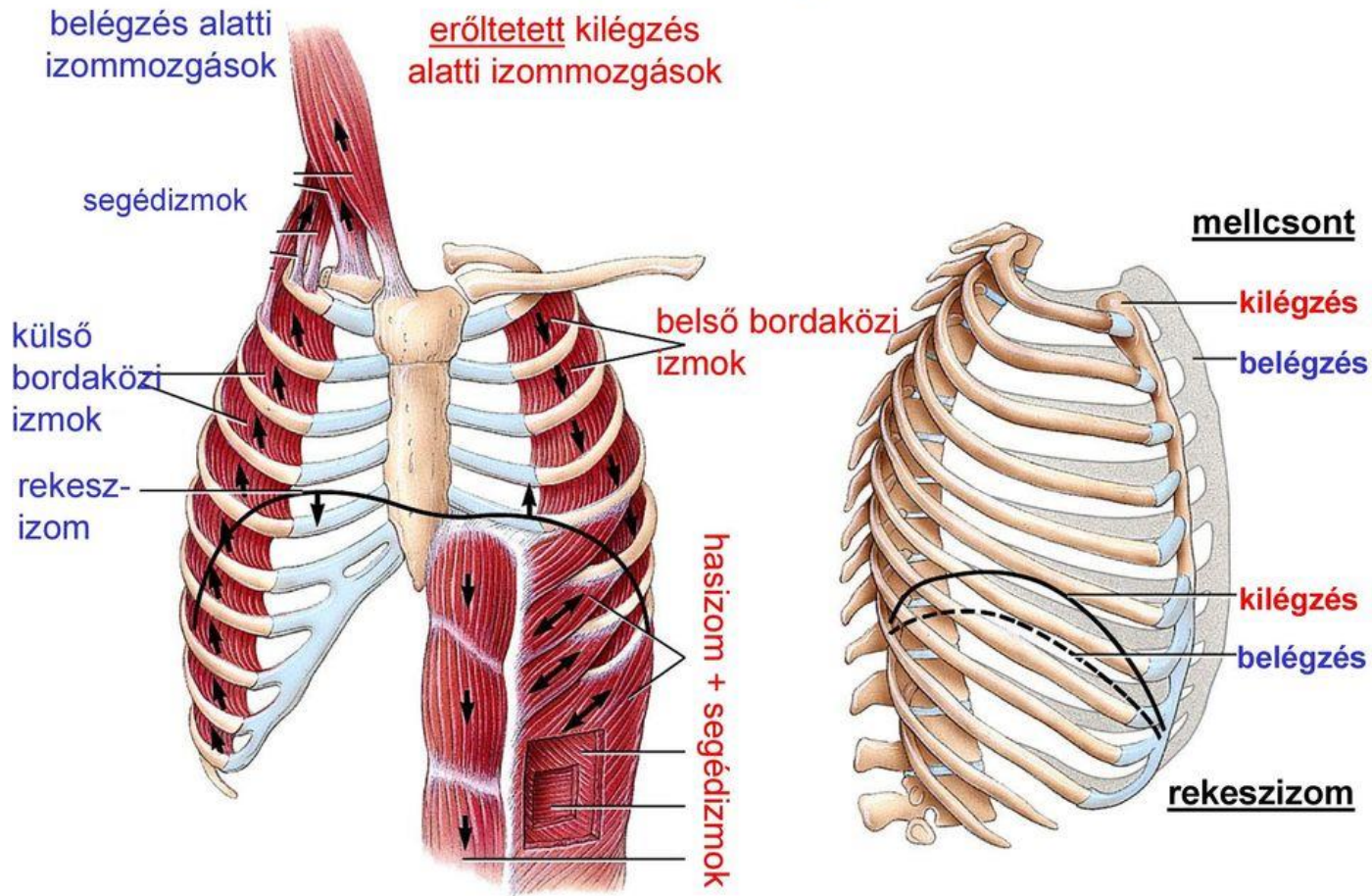
Kilégzés (*exspiratio*) – passzív folyamat

- A **mellkas** térfogata csökken => többirányú térfogatcsökkenés.
- A **légutakban** a levegő nyomása nő.
- A **mellhártya** (*pleura*) lemezei közelednek egymáshoz, csökken a szívó hatás.
- A belégzést követően a **belégzőizmok** elernyednek, az aktívan kitágított mellkas spontán, a tüdő összeesési (*kollapszus*) tendenciájának felhasználásával tér vissza.
- Az ellazult **rekeszizom** felnyomódik.
- A **hasizmok** összehúzódnak, az *intraabdominalis* nyomás nő.
- A **belső bordaközi izmok** a felső bordákat lefelé húzzák, az *anteroposterior* átmérő csökken.

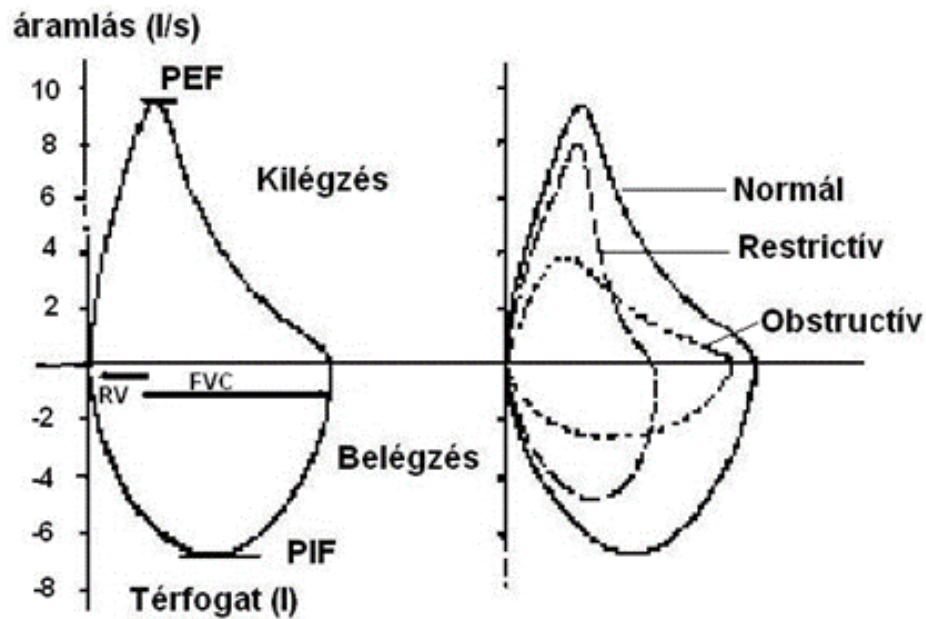
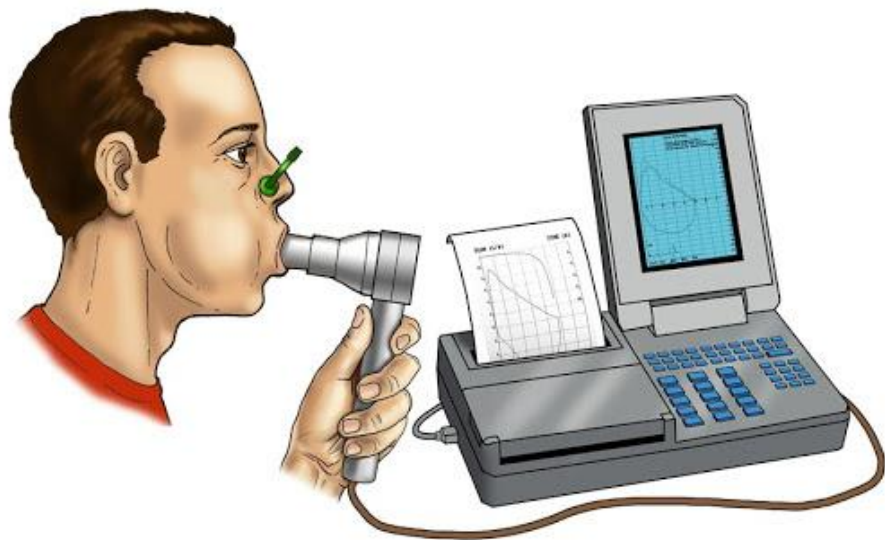


A légzés mechanizmusa

A légzőmozgások



Spirometriás mérés

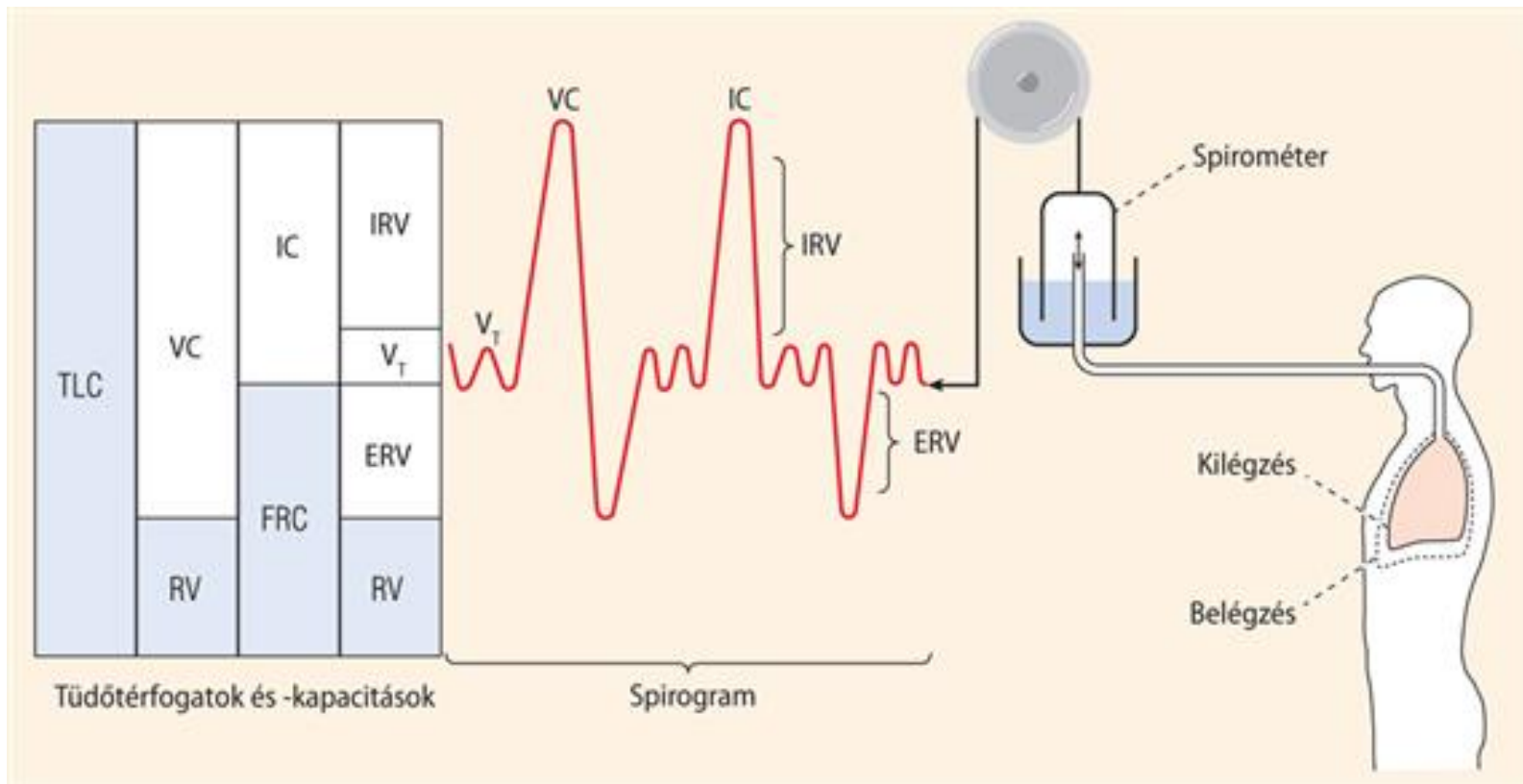


Tüdőtérfogatok- és kapacitások

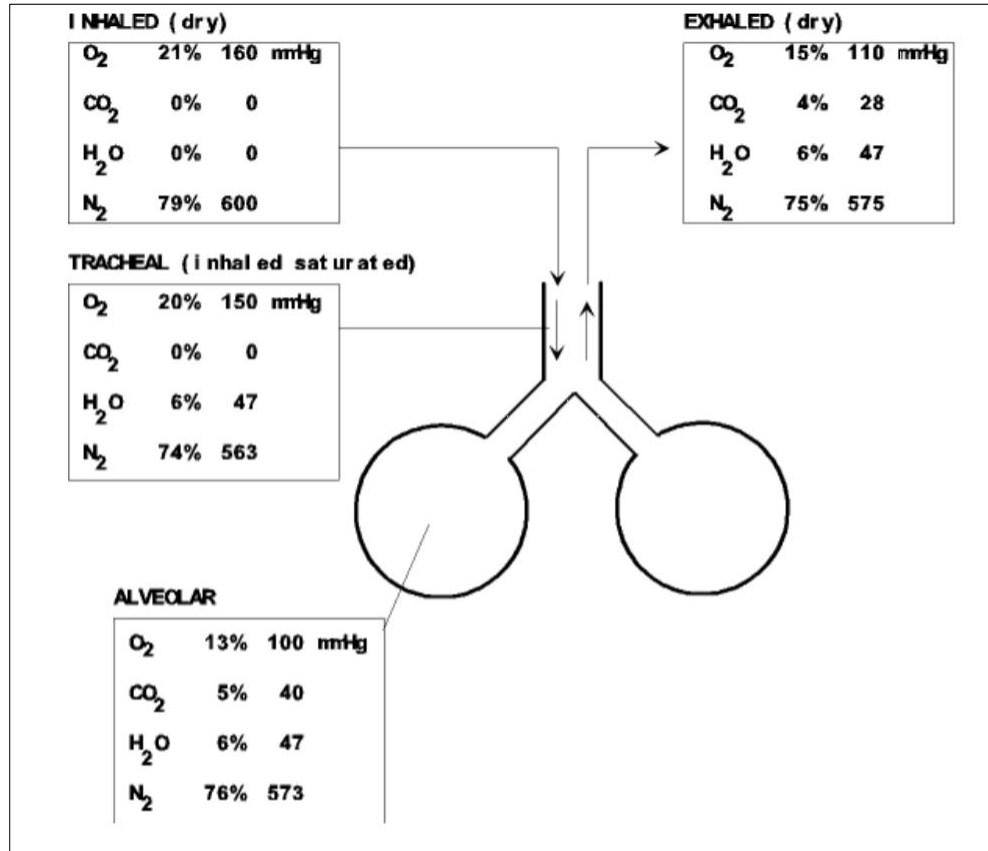
- **Nyugalmi légzési körülmények:** kb. 500 ml levegő/légvétel
- Az egyetlen légvétel alatt be-, ill. kilégzett gáz térfogatát **respirációs térfogat (VT)**
- Nyugodt belégzés után erőltetett mély belégzéssel további levegő szívható be: **belégzési, vagy inspirációs rezervtérfogat (IRV)**, amely nőben átlagosan 1900, férfiban 3100 ml.
- A nyugalmi kilégzés után erőltetett kilégzéssel gáz lélegezhető ki: **kilégzési, vagy expirációs rezervtérfogat (ERV)**, amely nőben 800, férfiban 1200 ml.
- A kilégzőizmok maximális aktiválása után is marad gáz a tüdőben: **reziduális térfogat (RV)** nőben átlagosan 1000, férfiban 1200 ml.

- **Kapacitás:** előbbi térfogatok kombinációi.
- **Vitálkapacitás (VC):** maximális belégzés állapotától a maximális kilégzésig kifújható gáz, belégzési rezervtérfogat, a respirációs térfogat és a kilégzési rezervtérfogat
- **Totálkapacitás (TLC):** a maximális belégzés állapotában a tüdőben lévő gáz
- **Funkcionális reziduális kapacitás (FRC):** nyugodt kilégzés után – amikor tehát sem a be- sem a kilégzőizmok nem aktívak – a tüdőben van (a reziduális térfogat és a kilégzési rezervtérfogat összege)
- Nyugodt légzés esetén a tüdőtérfogat az **FRC** és az **FRC + VT** között ingadozik

Tüdőtérfogatok- és kapacitások

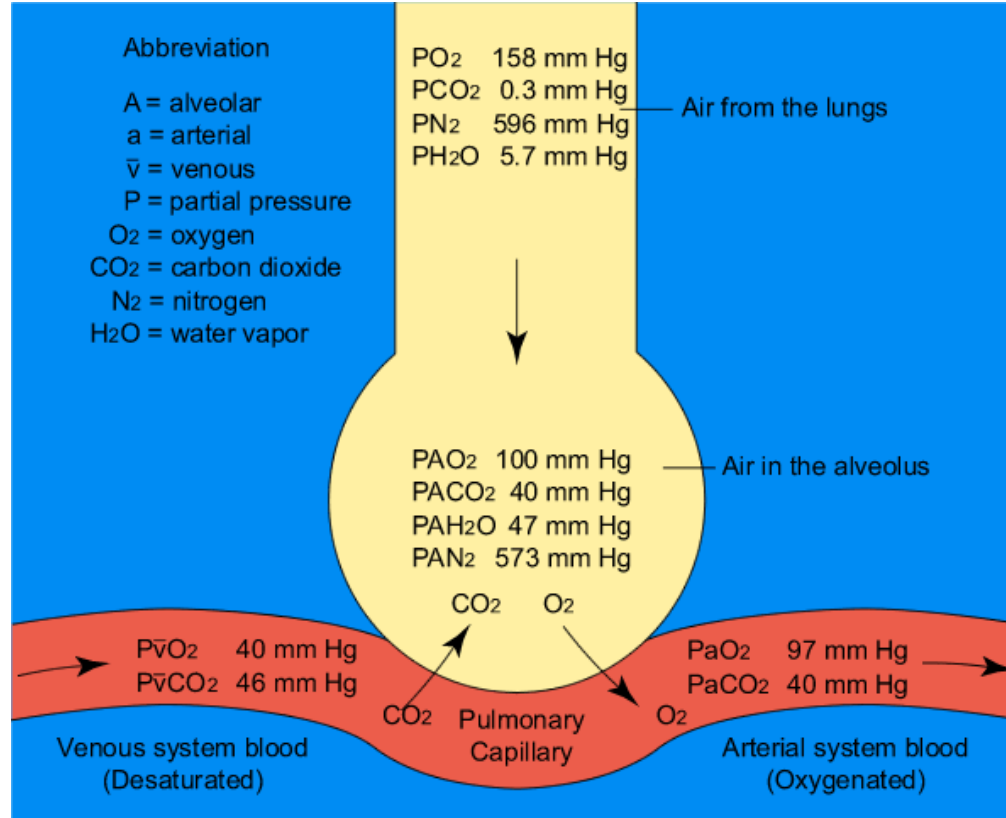


Gázcsere a tüdőben



Gázcseré a tüdőben

- O₂ folyamatosan diffundál ki a belégzett levegőből a kapillárisokba.
- CO₂ folyamatosan diffundál ki a kapillárisokból a tüdőbe.



A gázok tulajdonságai

- A gáz **parciális** nyomása: amit a gáz kifejtene, ha *egyedül* töltené ki a rendelkezésére álló teret. Arányos a gáz frakcionális nyomásával (cc).

légköri O_2 0,21 atm: $760\text{Hgmm} \Rightarrow 760 \times 0,21 = 159,6 \text{Hgmm}$

- Valamely folyadékban oldott gáz **nyomása** (*tenziója*) egyenlő az adott gáz parciális nyomásával, a vele egyensúlyt tartó gázfázisban. A légkörrel egyensúlyt tartó vízben az O_2 nyomása : 159,6 Hgmm
- Valamely folyadékban adott hőmérsékleten oldott gáz nyomása arányos a gáz parciális nyomásával (**Henry-Dalton törvény**).

Oldott gáz = $\alpha \times P_{\text{gáz}}$ α = gáz oldékonysága. \Rightarrow 1 Hgmm parciális nyomásértéken 1 liter folyadékban oldott gáz mennyisége.

- Vérplazma 1 literében 37°C-on 1 Hgmm-en 0,03ml O_2 és 0,7ml CO_2 oldódik.

A CO₂ szállítása

- Egyensúlyi állapot:

Termelt CO₂ mennyisége = tüdőből leadott CO₂ mennyisége.

- Fiziológiásan a CO₂ termelés növekedésével együtt nő az alveoláris ventiláció és a CO₂ nyomás állandó marad.
- CO₂ parciális nyomásának emelkedése:

Hirtelen növekedés: fokozott anyagcserével tüdő ventiláció nem tud lépést tartani.

- Alveoláris ventiláció csökkenése.

A CO₂ szállítása

Vérplazmában: oldott állapotban: oldékonysága nagyobb az O₂-énél.

- H₂CO₃ (szénsav) képzés.
- **Karbamino-komponensek** formájában. (fehérjék aminocsoportjával reakció).

Vörösvérttestben: oldott állapotban

- **Karbamino-komponensek** formájában: (hemoglobin aminocsoportjával reakció).
- H₂CO₃ képzés:
 - HCO₃⁻ (**bikarbonát**) 70%-a plazmába távozik,
 - Cl⁻-re cserélődik: ozmolaritás nő:
 - Cl⁻ a tüdőbe távozik.

A O_2 szállítása

- Egyensúlyi állapot:

O_2 fogyasztás = belélegzett és kilégzett levegő O_2 mennyiségének különbsége.

- Fiziológiásan fokozott O_2 fogyasztás fokozott ventilációt eredményez.
- **Hipoxia** (oxigénhiányos állapot) kialakulása:
 - Belélegzett levegő O_2 tartalma **csökken** (magaslati levegő).
 - Nagy O_2 fogyasztáshoz **nem alkalmazkodó** ventiláció.
 - **Csökkent** alveoláris ventiláció.

A O_2 szállítása

Vérben oldott állapotban => kismértékű oldékonyság

- Vörösvértestben: *hemoglobin*hoz kötve.

Bohr effektus: hemoglobin affinitása O_2 -hez csökken, ha a **pH** csökken vagy a hőmérséklet nő.

- **Deoxy-hemoglobin** jobban köti a H^+ -ot mint az oxyhemoglobin.
- **2,3-bifoszfoglicerát:** *glikolízis* terméke: csökkenti a hemoglobin affinitását O_2 -hez.

Hemoglobin funkciói:

- O_2 szállítás,
- CO_2 szállítás gyorsítása (CO_2 a hemoglobinban levő aminocsoportokkal reakcióba lép),
- puffer, (H^+ kötése),
- NO szállítás

Mioglobin:

- **Izmokban:**

Hemoglobinhoz kötött O_2 -t átveszi, O_2 -t csak nagyon alacsony O_2 nyomáson adja le.



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

EGER 1774



ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM