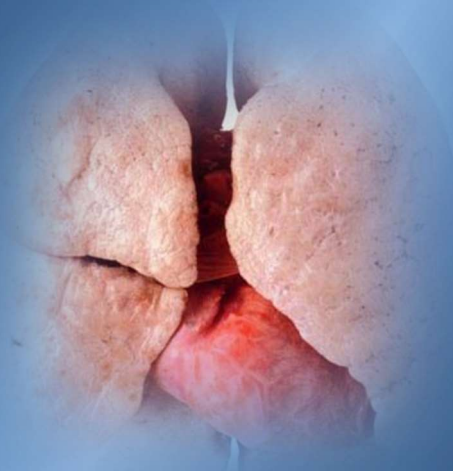
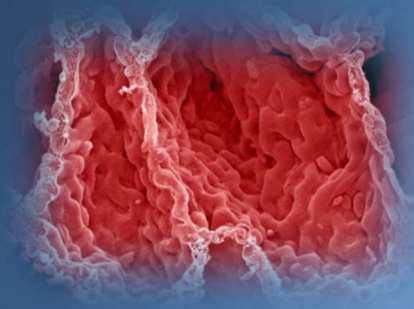


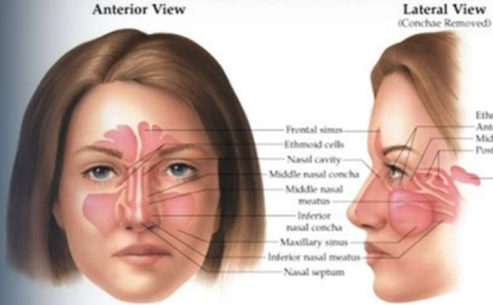
A LÉGZÉS

Részletve: Vizkiewicz András



THE RESPIRATORY SYSTEM

Paranasal Sinuses

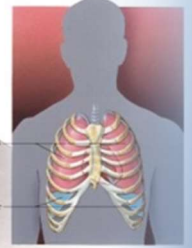


Conducting System

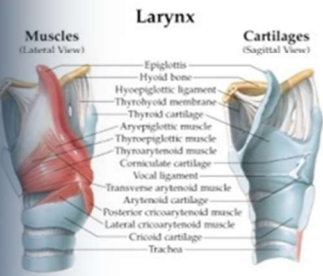
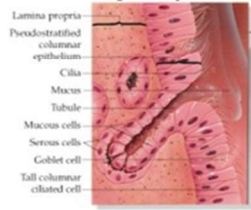
The conducting system comprises all of the pathways through which air travels to reach the lungs. These pathways include the nasal cavity, pharynx, larynx, trachea and bronchi. Within the conducting system, air is warmed, filtered, moistened, and delivered to and from the gas exchange area of the lungs.

Lungs and Pleurae

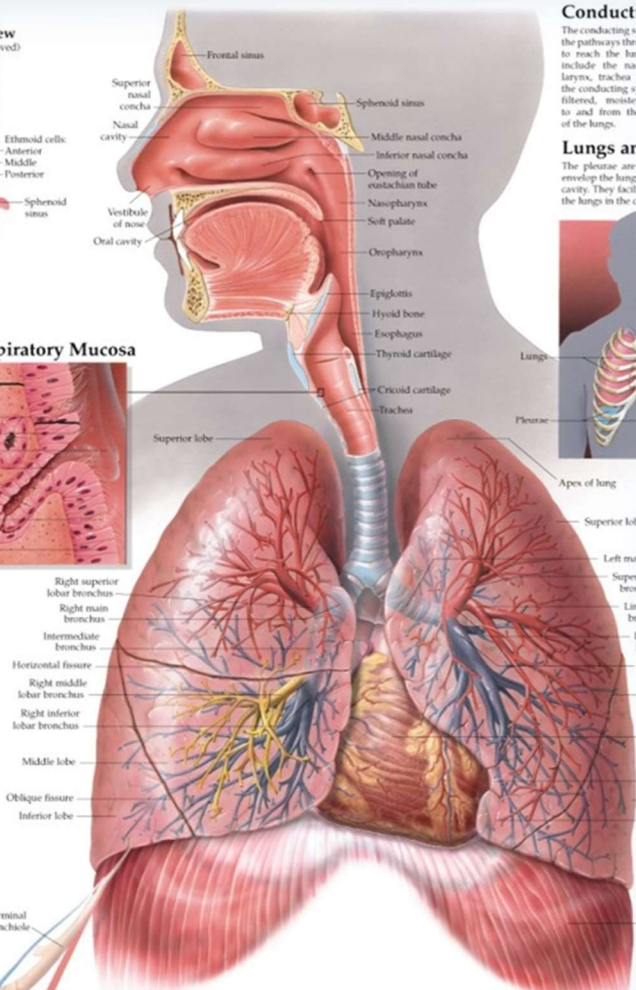
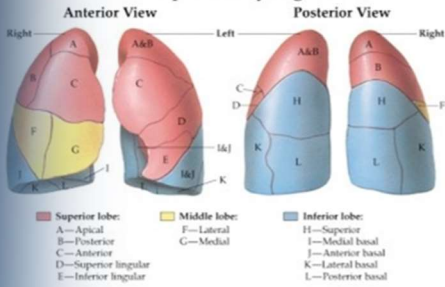
The pleurae are the membranes that envelop the lungs and line the thoracic cavity. They facilitate the movement of the lungs in the chest.



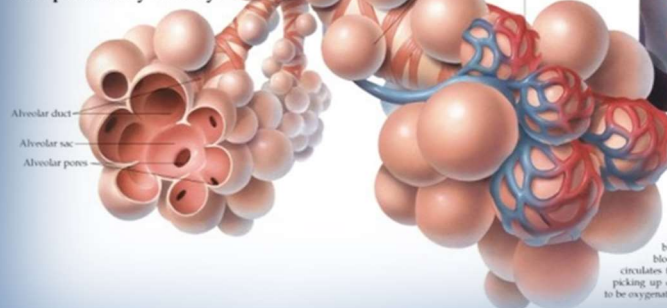
Respiratory Mucosa



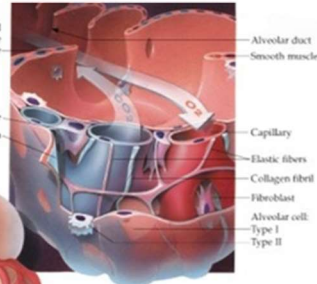
Bronchopulmonary Segments



Structure of Intrapulmonary Airways

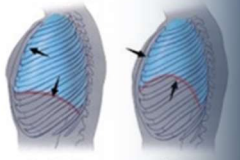


Cross Section of Alveolus



Ventilation

Breathing, or ventilation, is the movement of air into and out of the respiratory system. During inspiration, the diaphragm and external intercostal muscles contract, causing the rib cage to expand and the volume of the thoracic cavity to increase. Air then rushes in to equalize the pressure. During expiration, the lungs passively recoil as the diaphragm and intercostal muscles relax, pushing air out of the lungs.



Gas Exchange

The respiratory unit consists of the respiratory bronchiole, alveolar duct, alveolar sac, and alveoli. Gas exchange occurs very rapidly in the millions of tiny, thin-membraned alveoli within the respiratory units. Inside these air sacs, oxygen from air inhaled diffuses into the blood as carbon dioxide diffuses from the blood into the air and is exhaled. Blood then circulates throughout the body, delivering oxygen and picking up carbon dioxide, until returning to the lungs to be oxygenated again.

A légzés

Készítette: Vizkievicz András

Légcsere, Gázcsere



Bevezetés, alapfogalmak

A légzőszervrendszer azon túl, hogy

- **lebonyolítja a külső gázcserét, azaz**
 - **biztosítja** a biológiai oxidációhoz szükséges **oxigén felvételét,**
 - ill. a lebontó anyagcserében keletkezett **szén-dioxid leadását,**

számos feladatot lát el, mint pl.

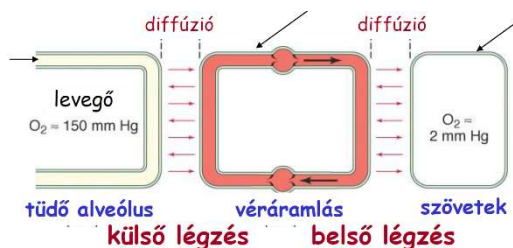
- lehetővé teszi a **hangképzést,**
- intenzív légcsere során részt vesz a **hőleadásban,**
- a **légzőmozgások** – belégzés – **segítik a vér szív felé történő áramlását** az ún. negatív mellúri nyomás – a légköri nyomásnál kisebb – kialakítása révén.

A lebontó anyagcserében keletkező szén-dioxid felhalmozódása veszélyeztetné a szervezetünk homeosztázisát, tekintve, hogy vízben oldódva szénsavvá alakul, ami a testfolyadékok kémhatását savas irányba tolja el. Ebben az értelemben a légzőszervrendszer **kiválasztó működést** is végez.

A terminális oxidációhoz szükséges **oxigént,** ill. az elsősorban a citrát ciklusban keletkező felesleges **szén-dioxidot légzési gázoknak** nevezzük.

A légzést fizikai és kémiai folyamatként is értelmezzük. **Fizikai értelemben** beszélhetünk

- **gázcseréről, ill.**
- **légcseréről.**



A **diffúzió**n alapuló gázcsere lehet

- **külső,** ha a gázok kicserélődése a testfolyadék – pl. vér – és a levegő között zajlik a légzőszerv – tüdő – felületén.
- **Belső gázcseréről** akkor beszélünk, ha a légzési gázok a testfolyadék (vér) és a szövetek között cserélődnek ki a kapillárisok határfelületén.

A **légcsere** a tüdő és a külső légtér között zajló, **nyomáskülönbségen alapuló levegőáramlás.**

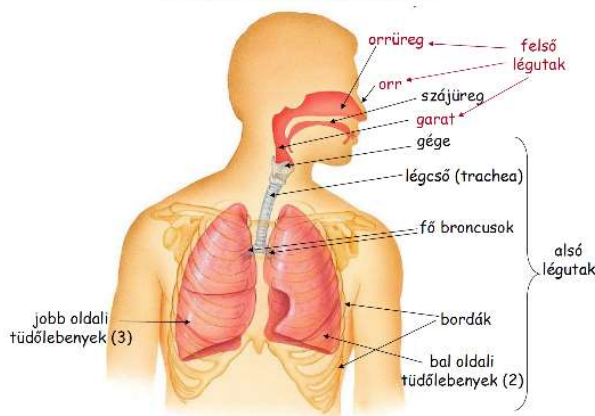
Kémiai értelemben légzésnek a **biológiai oxidáció** folyamatát értjük, ekkor a folyamatot **sejtlégzésnek** is nevezzük.

A légzőrendszer felépítése

A légzőszervrendszerhez tartoznak

- a **légutak,**
- a **tüdő,**
- a **mellhártyák,**
- a **kisvérköri erek.**

A légzőrendszer felépítése

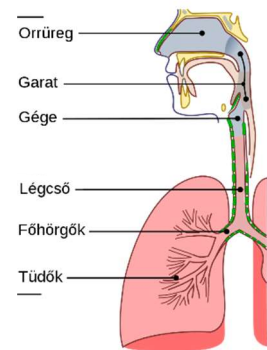


A levegő a tüdő légzőfelszínéig a **légutakon** keresztül jut el. A **felső légutakhoz** tartozik

- az **orrüreg**, a **szájüreg**,
- a **garat**, ami a légzőrendszer és a tápcsatorna közös szakasza,

az **alsó légutakat**

- a **gége**,
- **légső**,
- **főhörgők**, egyre kisebb **hörgők**, **hörgőcskék** alkotják,
- melyek a **légőlyagokba** torkollva végződnek.

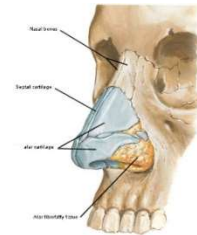


Az alsó légutak a főhörgőktől kezdve a tüdőben futnak.

Nyugodt légzés esetén a levegő az orron, ill. az orrüregen keresztül jut a légutakba. Megkülönböztetjük az **orr külső részét** és **belső üregrendszerét**.

Az **orr külső részét**

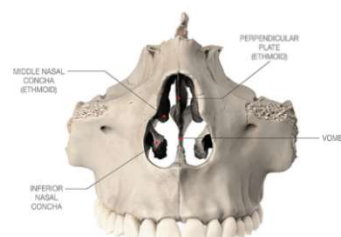
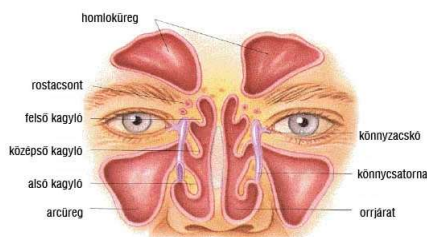
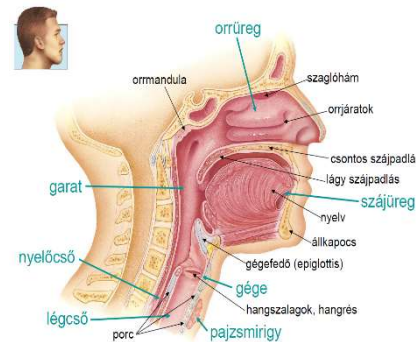
- csontos – orrcsont –,
- porcos,
- részben tömör kötőszövet alkotja,
- **kívülről bőr, belső részét nyálkahártya borítja, sok faggyúmirigyvel és szőrtüszővel.**



Az **orrüreg** igen bonyolult járatrendszer, részben a külső orrban, részben a koponya üregrendszerében található. Az orr üregrendszere

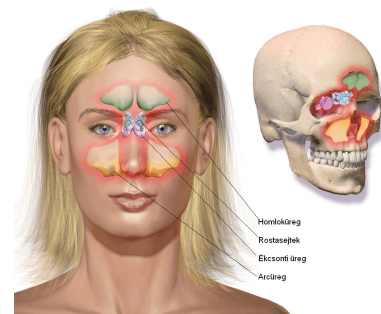
- két **nagyobb üregből** és
- az azokból nyíló **melléküregekből** áll.

A **nagyobb üregek** – melyeket középen a csontos, ill. porcos **orrsövény** választ el – az **külső orrnyílásokkal kezdődnek és a belső orrnyílásokkal nyílnak a garatba**. Az orrüreg hátsó részének külső, oldalsó falain helyezkedik el a 3 pár csontos **orrkagyló** – alsó, középső, felső – amelyek növelik az orrüreg belső felületét és **kialakítják a megfelelő légáramlatokat**.

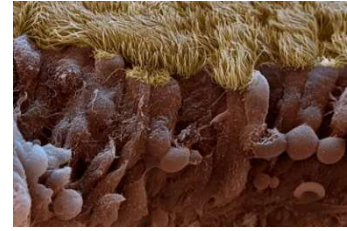


A **melléküregek** az orrüreg kiöblösödéseként fejlődnek ki. Ilyen

- az **arcüreg**,
- a **homloküreg**,
- a **rostacsontok** üregei,
- az **éksonti üreg**.

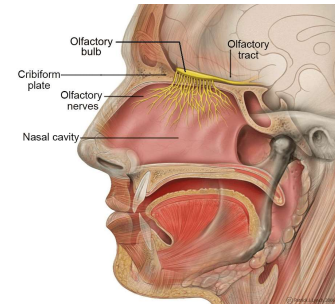


Az orr üregrendszerét – a melléküregeket is – **nyálkahártya** béleli, felületét **csillós hengerhám** fedi, amelyben igen sok **nyálkatermelő mirigysejt** van. A csillók csapkodási iránya olyan, hogy a nyálkába beletapadt port a garat felé hajtja, ahonnan a szennyeződések a nyeléssel a gyomorba kerülnek. A hám alatti **kötőszövet igen gazdag mirigyekben, erekben**. Az orrüreg felső részén található a **szaglóhám**.



Nyugodt légzés esetén a levegő az orrüregeken keresztül jut az alsó légutakba, így **feladata**

- a nyálkahártya bő vérellátása révén az áthaladó **levegő felmelegítése**,
- nagyszámú mirigye miatt a **párásítása**,
- a szőrzete, ill. a csillózata pedig a **pormentesítést** biztosítja.
- Rezonátorüregként részt vesz a **hangképzésben**,
- ellátja a **szaglóműködést**.



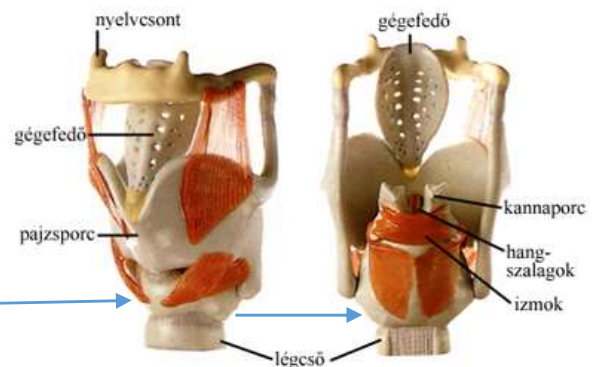
Hangképzés

Az alsó légutak a **gégével** nyílnak a garatból. A **gége**

- **porcokból**,
- **kötőszövetes lemezekből**,
- **izmokból** álló,
- **nyálkahártyával bélelt üreges szerv**.

A **gége porcai**

- a **pajzsporc**,
- a **gyűrűporc**,
- a **kannaporcok** és
- a **gégefedőporc**.



A porcok közül a legnagyobb a **pajzsporc**, mely **előlről határolja a gégét**, két egymással elől összetalálkozó **lemezből áll**. A két lemez által bezárt szög az életkorral változik, ill. másodlagos nemi jelleg, férfiaknál a pajzsporc lemezei hegyesszöget zárnak be, nőknél és gyerekeknél a bezárt szög tompább. **Minél kisebb a lemezek által bezárt szög, annál hosszabbak a hangszalagok és ennek megfelelően annál mélyebb a hang** fekvése. A mély hangú férfiak pajzsporcának csúcsi része erősen előre ugró, ez az **ádámcsutka**.

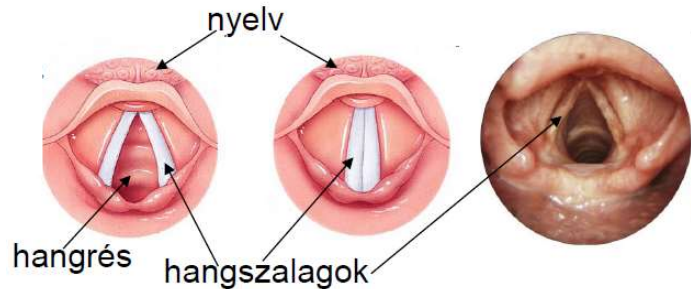
A pecsétgyűrűhöz hasonló **gyűrűporc** a pajzsporc alatt található. A hátrafelé néző “pecsét” **felső széléhez ízesülnek a páros, háromoldalú, piramis alakú kannaporcok**.

A **kannaporcok** alapjánál erednek a **hangszalagok**.

A **gégefedő** porca felülről határolja a gége nyílását, levélszerű, rugalmas porcból álló lemez. Helyzeténél fogva **megakadályozza, hogy nyeléskor a falat a légsőbe jusson**.



A **hangszalagok** - melyek vékony nyálkahártyalemezek – a **kannaporcok és a pajzsporc között feszülnek ki**, a köztük levő **háromszögletű nyílás a hangrész**, amely normális légzés alatt nyitott, háromszög alakú. A két hangszalag összeháródásával a gége egyrészt légmentesen lezárható, másrészt a **kiáramló levegő általi rezgésük hangok képzésére teszi őket alkalmassá**.



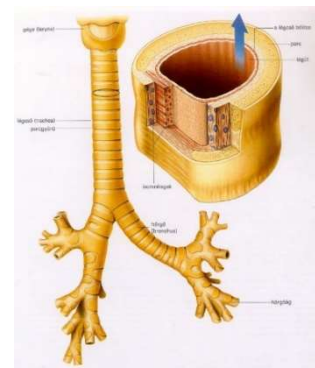
Hangképzéskor a hangszalagok közelednek egymáshoz, a hangrész szűkül, a **kiáramló levegő megrezegteti a hangszalagokat**, aminek következtében a felettük levő légoszlopban rezgéshullámok – hanghullámok – keletkeznek.

A **hang magassága** a hangszalagok vastagságától, hosszától, feszességétől és a hangrész alakjától függ. A **szűkebb hangrész és a kifeszült, ill. rövidebb hangszalagok magas hangot eredményeznek**. A hangmagasság érzetét a rezgésszám/frekvencia határozza meg.

A **hangerő** a kiáramló levegő mennyiségétől és sebességétől függ.

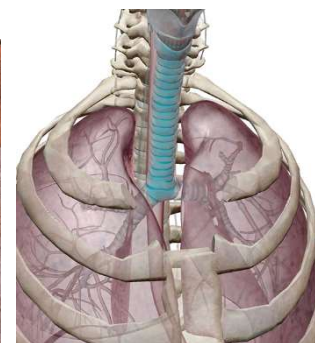
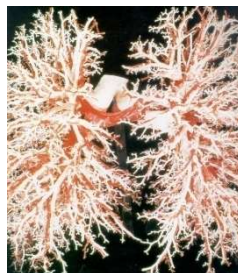
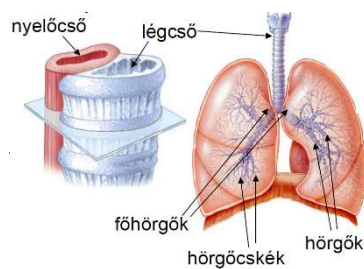
Az egyes magán- és mássalhangzók képzésében a gégen kívül a garat, a nyelv, az ajkak, a fogak, a száj-, és az orrüreg is részt vesznek.

A **légső C alakú porcokból (20) felépülő, nyálkahártyával bélelt cső**. Mögötte, hozzá szorosan kapcsolódva helyezkedik el a nyelőcső. A légső nyálkahártyáját **csillós hengerhám** borítja, a hámban **sok nyálkatermelő kehelysejttel**. A csillók csapkodása a garat felé áramoltatja a nyálkarétegbe tapadt port.



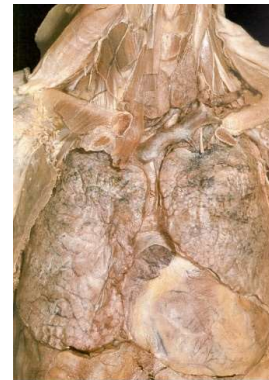
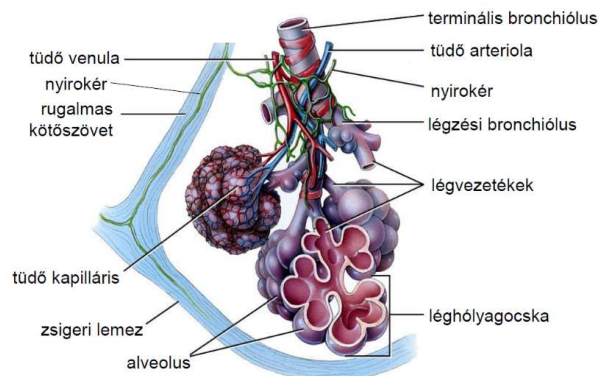
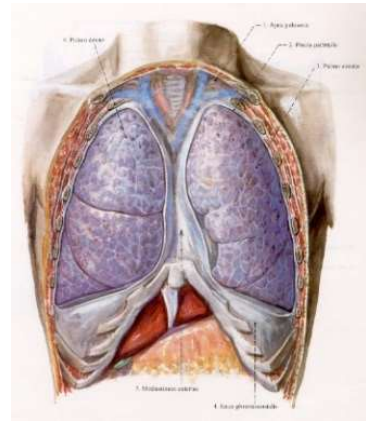
A légső két **főhőrgőre** oszlik, melyeket **porcgyűrűk** merevítenek, de egyébként a **légsővel azonos felépítésűek**.

A két főhőrgővel a **légutak a tüdőben folytatódnak**. A főhőrgők egyre kisebb átmérőjű **hőrgőkre** és **hőrgőcskékre** ágaznak, amik végül a **léghólyagokban** végződnek. Az elágazódások bonyolult rendszere az ún. **tüdőfát** hozza létre.

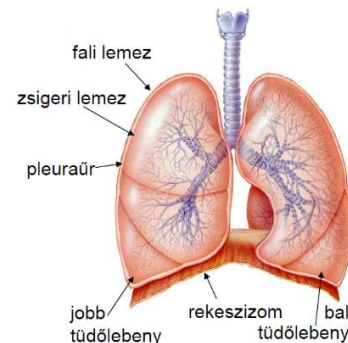
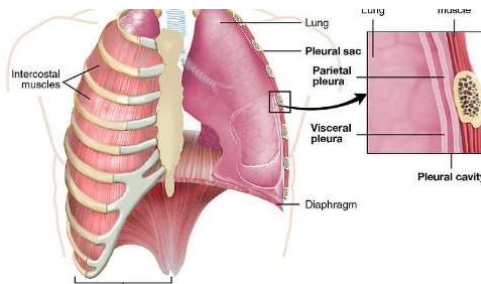


A **tüdő** a **mellüregben található páros szerv**, oldalról a mellkasfal, alulról a rekeszizom határolja, felső csúcsa a kulcscsontig nyúlik. Alakja kúphoz, állománya szivacshoz hasonlítható. A tüdőt mély **hasadékok lebenyekre tagolják**, a jobb 3, a bal 2 lebenyből áll.

A tüdőben a legutolsó hörgőcske elágazások a szőlőfürtszerű **léghólyagokba** nyílnak, amelyeket **léghólyagocskák** bonyolult rendszere épít fel. A **léghólyagocskák felülete a légzőfelület**, emberben elérheti a 150 m²-t, **itt zajlik a külső gázcseré**. Ennek megfelelően faluk igen vékony, felszínüket **laphámsejtek** borítják.



A **mellhártyák** zsákszerűen veszik körül a tüdőfeleket. A két tüdőnek külön mellhártya rendszere van. A mellhártyának két lemeze van, a külső lemez a mellkas belső felszínére, a belső lemez a tüdő külső felszínére tapad. A két lemez között **súrlódást csökkentő savós folyadék** található, **aminek a nyomása mindig kisebb, mint a tüdőben a levegő nyomása**, így a tüdő kifeszül a mellkas falára.



Légzőmozgások

A külső légtér és a tüdő légtere közötti **légcserét** a mellkas térfogatát változtató **légzőmozgások** teszik lehetővé. A **tüdőnek saját izomzata nincs** – leszámítva az egyes légutakat szűkítő simaizmokat –, így **önálló mozgásra képtelen**, a mellhártyák közvetítésével belülről **rátapad a mellkasfalra, passzívan követi annak mozgását**, térfogatváltozásait. Ez a térfogatváltozás a vázizmok közé sorolható, **légzőizmoknak** nevezett

- **bordaközi izmok** és
- a **rekeszizom** működésének köszönhető.



Nyugodt belézéskor

- a **külső bordaközi izmok felemelik a mellkast, ill.**
- a kupolaszerű **rekeszizom** összehúzódva **ellaposodik**.

Az aktív izomösszehúzódásoknak köszönhetően

- a **mellüreg térfogata megnő,**
- a **tüdő kitágul,**
- **s benne a nyomás lecsökken,**
- **így a levegő kívülről a tüdőbe áramlik.**

Attól függően, hogy a belézésben mely izmok működése dominál, megkülönböztetünk **hasi légzést és mellkasi légzést**.

A **hasi légzésben a rekeszizom vesz főleg részt**, ez inkább a tüdő alsóbb részeit tölti meg levegővel, a férfiak, a gyerekek, ill. a sportolók körében gyakoribb.

A **mellkasi légzésnél inkább a bordaközi izmok működése hangsúlyosabb**, így elsősorban a tüdő felső része telik meg levegővel, ez inkább a nőkre jellemző.

Erőltetett belézéskor a **vállizmok** is szerepet játszanak a **váll felemelése révén** a mellkas térfogat növekedésében.

Nyugodt kilégzés során

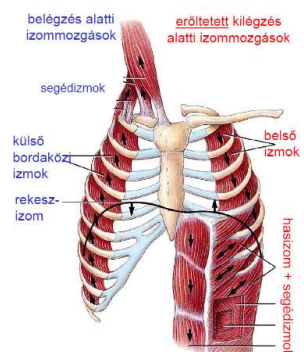
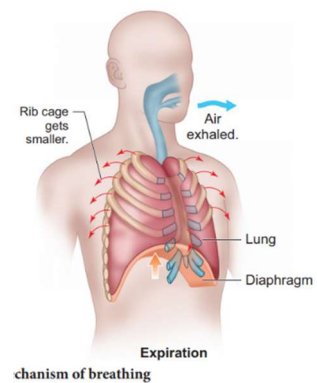
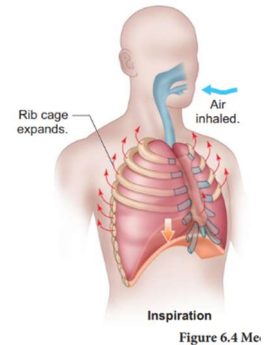
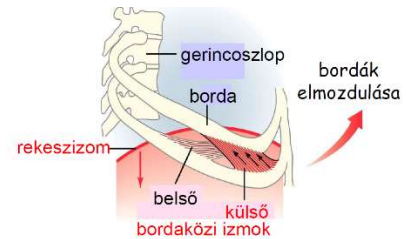
- a **mellkas visszatér alaphelyzetébe,**
- **térfogata csökken,**
- a **tüdőben a levegő nyomása megnő,**
- **aminek következtében kiáramlik a tüdőből.**

A **nyugodt kilégzés passzív folyamat**, a beléző izmok elernyedése miatt történik, a mellkas súlyánál fogva nehezedik rá a tüdőre, s összenyomja. Ezt segíti a tüdő szövetének nagyfokú rugalmassága, ami a tüdőt összehúzni igyekszik.

Erőltetett kilégzéskor már ún. **járolékos kilégzőizmok** is közreműködnek, mint pl.

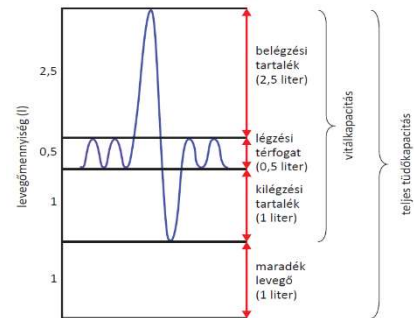
- a **belső bordaközi izmok**, amelyek összehúzzák a mellkast, ill.
- a **hasizmok**, amelyek a belekre gyakorolt nyomásuk révén erősebben bedomborítják a rekeszizmot a mellüregbe (hasprés).

A légzőmozgások szabályozásában a **legfontosabb inger a vér szén-dioxid tartalma**, koncentrációjának növekedése a belézés kiváltásáért felelős neuroncsoport aktivitását fokozza.



A légsere térfogati jellemzői

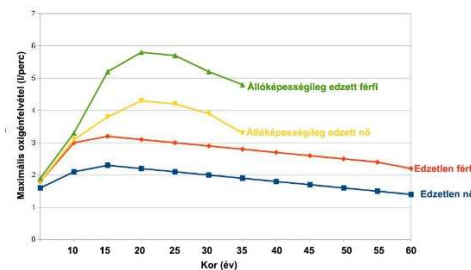
- Nyugodt légzés esetén az egyszeri légvétellel ventilált 0,5 l (dm³) levegőt **légzési térfogatnak** nevezzük.
- A légvételenként kicserélt levegő térfogatát megszorozva a percnkénti légvételek számával, megkapjuk a **légzési perctérfogatot**. Nyugodt légzés esetén a perctérfogat 8 l, mivel percnként 16-szor veszünk levegőt, légvételenként 0,5 l levegőt kicserélve.
- **Fizikai, ill. pszichés terhelés hatására** a perctérfogat jelentősen fokozódhat, ami egyrészt a megnövekedett légzésszámnak, ill. a megnövekedett légzési térfogatnak köszönhető.
- **Erőltetett belégzés**kor további 2,5 l levegőt tudunk beszívni, amit **belégzési tartaléknak** hívunk.
- **Erőltetett kilégzés** során 1,5 l levegőt tudunk még kipréselni a tüdőből, ezt **kilégzési tartaléknak** tekintjük.
- Ekkor még mindig marad levegő a tüdőben, amit semmilyen körülmények között nem tudunk kifújni, ez a **maradék levegő**, kb. 1 l.
- Az egy légvétellel maximálisan beszívott, majd erőteljesen kifújott levegő térfogatát **vitálkapacitásnak** nevezzük, kb. 4,5 l.



Fizikai terhelés során – az intenzív izomműködés energiaszükségletének fedezéséhez – **fokozódik a biológiai oxidáció, mely eredményeképp nő a vér CO₂ koncentrációja**, ami a légzőműködések intenzitásának – a légzési perctérfogatnak – növekedését eredményezi.

Ugyanakkor minél intenzívebb fizikai terhelésnek van kitéve egy szervezet, annál **több oxigénre van szüksége** a működő izmok energiaellátása érdekében.

Az **oxigénfelvevő képesség** azonban korlátozott és egyénileg változó. A test által maximálisan **felvehető és szállítható oxigén mennyiségét a V(O₂)_{max}** értékkel adhatjuk meg. A V(O₂)_{max} megadja pl., hogy a test 1 kilogrammja hány milliliter oxigént szállít és vesz fel percnként (ml/kg/min).



A **V(O₂)_{max} értéke kor, nem és edzettségfüggő**. Az életkor előrehaladtával a légzőrendszer rugalmasságának elvesztése, a mellkasfal merevségének növekedése, a légzőizmok erejének csökkenése, a légzőfelület és a tüdőt ellátó kapillárisok csökkenése korlátozza a V(O₂)_{max} értékét.

A megnövekedett oxigénigényt

- az **edzett szervezet** a légzésszám növekedése mellett a **légzések mélységének növelésével**,
- az **edzetlen szervezet** inkább a **légzésszám fokozásával biztosítja**.