

Légzés:

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch05.html#id581717

Standard rövidítések, betűszavak

RV	reziduális térfogat a tüdőben (residual volume)
ERV	expirációs rezervvolumen (expiratory reserv volume)
IRV	inspirációs rezervvolumen (inspiratory reserv volume)
FRC	funkcionális reziduális kapacitás (functional residual capacity)
TC és TLC	totálkapacitás (total capacity, ill. total lung capacity)
VC	vitálkapacitás (vital capacity)

Légzési és tüdőtérfogatok

Nyugalmi légzési körülmények között egy felnőtt ember egyetlen légvétellel kb. 500 ml levegőt lélegzik be, és közel ugyanakkora térfogatot lélegzik ki. Az egyetlen légvétel alatt be-, ill. kilégzett gáz térfogatát **respirációs térfogat**nak nevezzük, szokásos nemzetközi rövidítése VT (az angol *tidal volume* alapján).

Nyugodt belégzés után erőltetett mély belégzéssel további levegő szívható be (8-2. ábra). Ez a **belégzési**, más néven **inspirációs rezervtérfogat** (IRV), amely nőben átlagosan 1900, férfiban 3100 ml. A nyugalmi kilégzési állapot elérése után erőltetett kilégzéssel a tüdőből még további gáz lélegezhető ki. Ennek térfogata a **kilégzési**, más néven **expirációs rezervtérfogat** (ERV); átlagos értéke nőben 800, férfiban 1200 ml. Akilégzőizmok maximális aktiválása után is marad gáz a tüdőben: ez a **reziduális térfogat** (RV) nőben átlagosan 1000, férfiban 1200 ml.

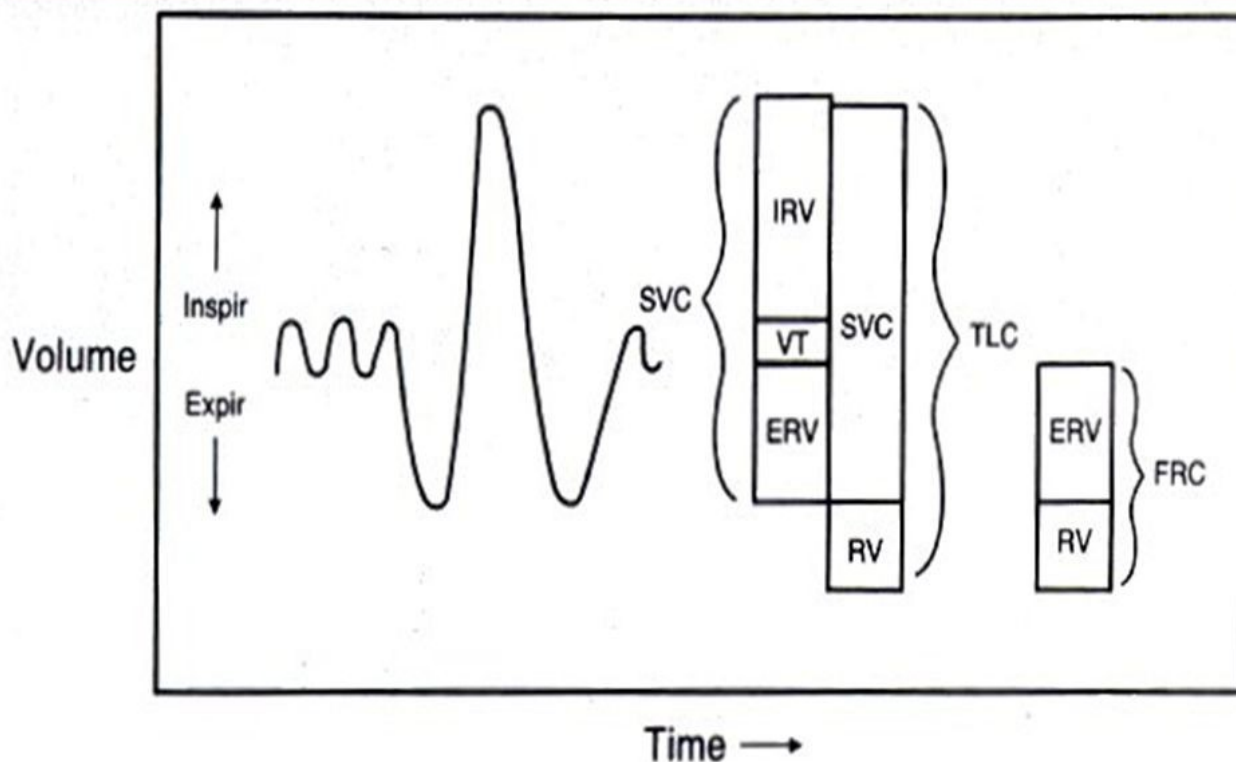
A légzésélettanban “kapacitás”-nak nevezzük az ismertetett térfogatok kombinációját. Így a maximális belégzés állapotától a maximális kilégzésig kifújható gáz a **vitálkapacitás** (VC): ez a belégzési rezervtérfogat, a respirációs térfogat és a kilégzési rezervtérfogat összege. Átlagos értéke nőben 3200, férfiban 4800 ml. A **totálkapacitás** [TC (*total capacity*) vagy TLC (*total lung capacity*)] a maximális belégzés állapotában a tüdőben lévő gáz: ennek értéke nőben átlagosan 5, férfiban 6 liter.

A légzésélettan egyik nagyon fontos értéke a **funkcionális reziduális kapacitás** (FRC), az a gáztérfogat, ami 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.

A légzési térfogatok közül a respirációs, a belégzési és a kilégzési rezervtérfogatokat a 19. század óta erre a célra szerkesztett eszközzel, **spirométer**rel állapították meg, manapság inkább az áramlási sebesség és idő mérésével (pneumotachográf) határozzák meg. A reziduális térfogatot és a tüdő

teljes térfogatát azonban spirométerrel nem lehet meghatározni, ezt csak inert gáz belélegeztetésével vagy testpletizmográfban lehet meghatározni.

Tüdő térfogatok és kapacitások



8-2. ábra . Térfogatfrakciók és kapacitások a tüdőben. Comroe, J. H. (1979): *Physiology of Respiration*, 2. kiadás, Year Book Medical Publisher, Chicago–New York 2-5. ábra alapján

A reziduális volumen, ill. a funkcionális reziduális kapacitás meghatározása

A reziduális térfogatot eredetileg egy "inert gáz" (pl. hélium) felhígulásával mérték. Az inert gáz nem oldódik a vérben, és ezért nem hagyja el az alveolaris teret. A vizsgált személy maximális kilégzést követően ismert térfogatú zárt edényből kezd lélegezni, amely ismert koncentrációjú gázt tartalmaz. Bizonyos idő elteltével az edényben lévő hélium felhígul a tüdőben lévő gázzal (a hélium most a spirométer plusz RV térfogatban oszlik meg). A hígulás mértékéből a következő egyenlettel számítható a spirométer plusz RV együttes térfogata, ill. ebből az RV értéke:

$$V_1 \times F_1 = (V_1 + RV) \times F_2$$

(V_1 az edény eredeti térfogata, F_1 az inert gáz kiindulási, F_2 a végső koncentrációja).

Ha a vizsgálandó személy nyugodt kilégzés végén kapcsolódik az inert gázt tartalmazó tartályhoz, akkor ugyanezzel a módszerrel az FRC értékét határozhatjuk meg.

A teljes test-pletizmográf a klinikai légzésélettan nélkülözhetetlen eszköze, amellyel különböző légzési paraméterek határozhatók meg, így az FRC értéke is. A pletizmográf egy hermetikusan zárt

kabin, amelyben a vizsgált személy ülő helyzetben foglal helyet. A készülékben mérhetők a kabin és a légutak nyomásértékei, valamint a kamra térfogatváltozásai.

Egy normális kilégzés után, azaz a FRC térfogatán az alveolaris nyomás (P_1 , amelyet a szájban mérünk) azonos a légköri nyomással. Ekkor elzárjuk azt a csövet, amelyen keresztül a vizsgált személy légzik (azaz a légutak kifelé zártak), majd a személy belégzést kísérel meg: ennek következtében a mellkas térfogata ΔV értékkel megnő, az alveolaris nyomás pedig P_1 értékről P_2 értékre csökken.

A mellkas térfogatának növekedése összenyomja a kabinban lévő levegőt, a kabinban uralkodó nyomás fokozódik. A ΔV értéke megkapható, ha annyi levegőt veszünk ki a kabinból, hogy a nyomás a légköri nyomás értékére térjen vissza. A szájüregben mért nyomások megadják a további számításokhoz szükséges P_1 és P_2 , ill. kettőjük különbségét, a ΔP értéket.

A további számításokat, amelyekben a FRC a kiindulási V_1 érték, Boyle-törvénye alapján végezzük (a hőmérséklet állandó):

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Feltételeink szerint $V_2 = V_1 + \Delta V$, továbbá $P_2 = P_1 - \Delta P$, így $P_1 \times V_1 = (P_1 - \Delta P) \times (V_1 + \Delta V)$.

Átrendezve:

$$V_1(\text{ml}) = \frac{P_1 - \Delta P(\text{Hgmm}) \times \Delta V(\text{ml})}{\Delta P(\text{Hgmm})} = \text{FRV}(\text{ml})$$

(Ebben a bemutatott számításban néhány, egyébként szükséges korrekciót és konverziót az egyszerűség kedvéért elhagytunk.)

Egészséges személyekben az inert gáz módszer és a testpletizmográfiás módszer azonos eredményekre vezet. Amennyiben azonban a tüdőben lévő (alveolaris) gáz egy része nem vesz részt a légcserében – tehát a hélium ebben a térben nem hígul fel –, a két módszer eltérő eredményt ad.

