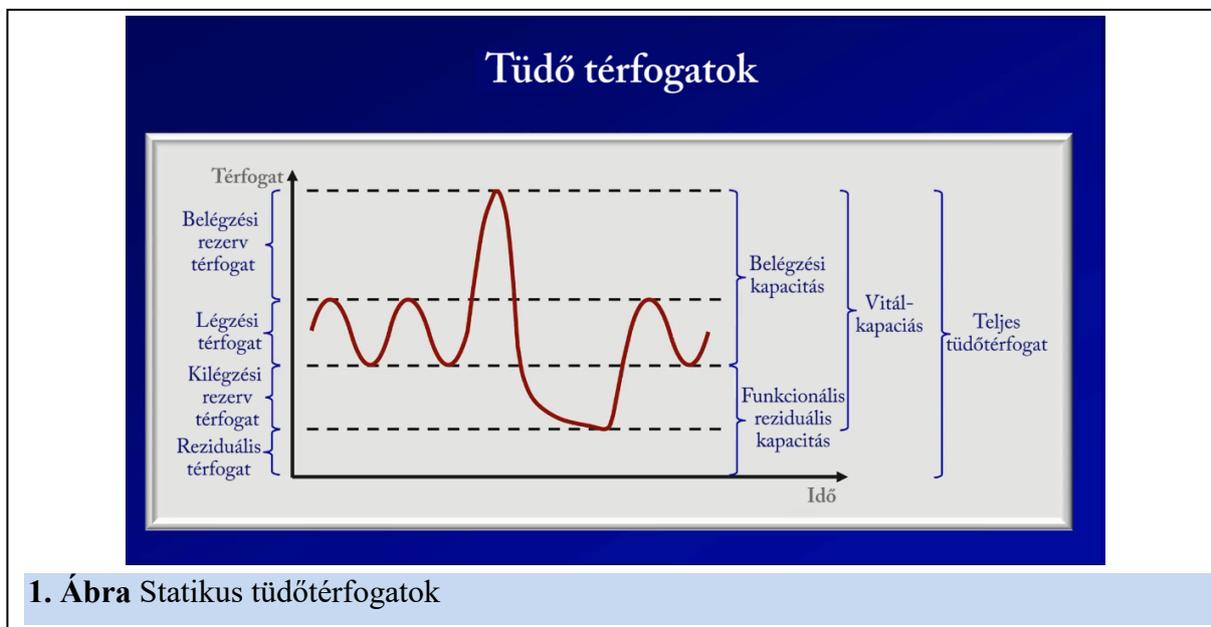


LÉGZÉSFUNKCIÓS VIZSGÁLATOK

(Dr. Fagyas Miklós, Prof. Dr. Papp Zoltán)

A szemináriumon bemutatott videók szövege

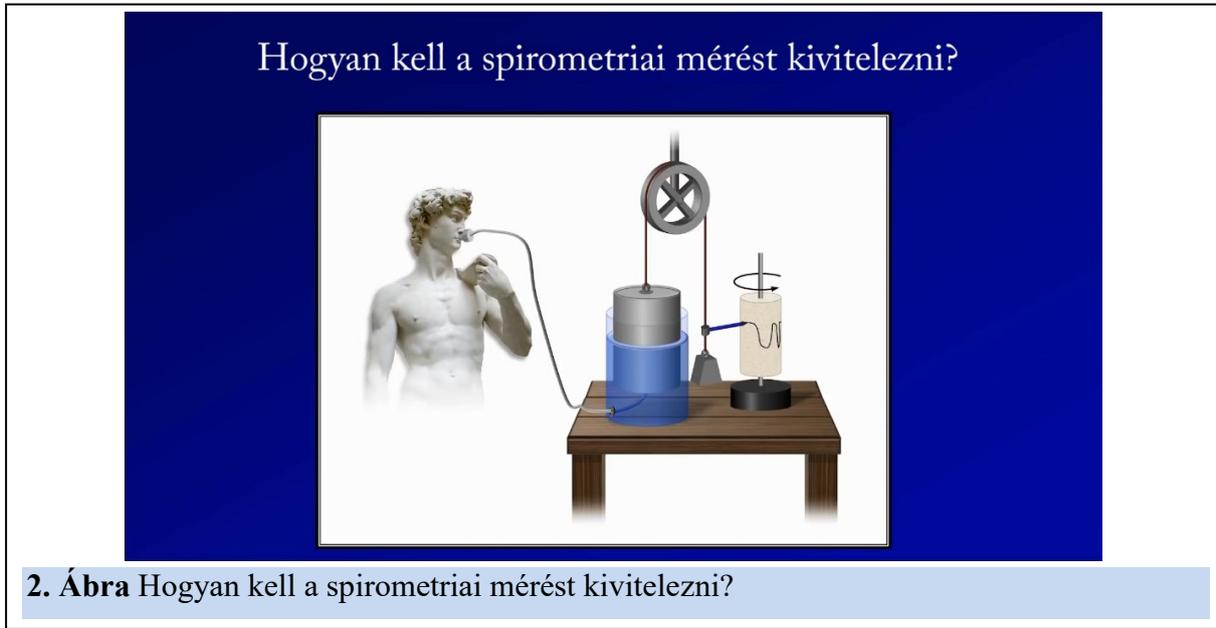
A tüdőben lévő levegő térfogatát az idő függvényében ábrázoljuk. (1. ábra) A kiindulási állapotban a páciens kényelmesen lélegzik, nem csinál semmit, csak nyugodtan ül és lélegzik. A nyugalmi légzés során egy légvétel alkalmával kicserélődő levegőmennyiséget nevezük nyugalmi **légzési térfogatnak** (tidal volume). Habár úgy tűnhet, hogy a páciens jelentős levegőmennyiséget mozgat meg, ez csupán töredék része a tüdőben lévő levegő teljes térfogatának. A következő lépésben arra kérjük a páciens, hogy lélegezzen olyan mélyet, amelyet csak tud. A normál belégzést követően a páciens által beszívott levegőtérfogatot nevezük **belégzési rezerv** térfogatnak. Ezt követően megkérjük a páciens, hogy fújja ki a tüdejéből a levegőt amennyire csak tudja. A normál kilégzést követően kifújott levegő mennyiséget nevezük **kilégzési rezerv** térfogatnak. Miután a páciens az utolsó milliliter kilélegezhető levegőt is kifújta, a tüdőben visszamaradt levegő mennyiség a **reziduális térfogat**. Az előbbieken definiált négy tüdőterfogat összessége adja a tüdő lehetséges maximális összterfogatát. A légzésfunkciós vizsgálat kiértékelésekor jellemzően nem külön-külön értékeljük az egyes tüdőterfogatokat, hanem meghatározott csoportokba rendezve. Ezeket a csoportokat tüdőkapacitásoknak nevezzük. Például a **belégzési kapacitás** a nyugalmi légzési térfogat és a kilégzési rezerv térfogat összessége. A **funkcionális reziduális kapacitás** a kilégzési rezerv térfogat és a reziduális térfogat összessége, míg a **vitálkapacitás** a nyugalmi légzési térfogat, a belégzési rezerv térfogat, valamint a kilégzési rezerv térfogat összességéből adódik, végezetül pedig minden paraméter együttesen adja a **teljes tüdőkapacitást**.



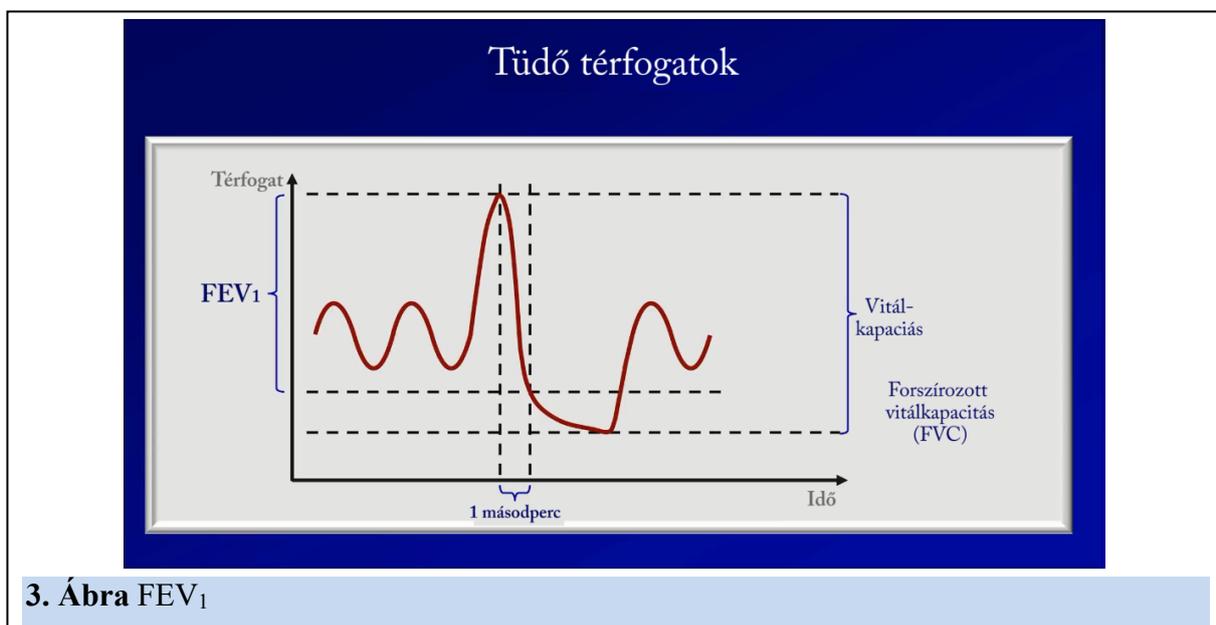
1. Ábra Statikus tüdőterfogatok

Mi is az a spirometria, és hogyan kell végezni? Ez egy fontos vizsgálati módszer, mellyel a légáramlást és a tüdőterfogatokat lehet mérni. A spirometria nem egy mai találmány. (2. ábra) A következő ábrásor az eredeti módszer alapelvét mutatja be. A beteg egy csövön keresztül végzett be- és kilégzést, a cső pedig összeköttetésben volt egy félig víz alá merített

hengerrel. A henger magassága arányos volt a be- és kilélegzett levegő térfogatával, amit az idő függvényében ábrázoltak, ezáltal lényeges információkhoz jutottak a légáramlás sebességét illetően. Természetesen a modern spirométerek már ettől egy kissé eltérően működnek. Napjainkban egy spirometriai mérés kivitelezése meglehetősen egyszerű. A beteg a szájába veszi a készülék csutoráját, majd egy mély, maximális belégzést követően olyan gyorsan fújja ki a levegőt, amennyire csak tudja legalább 6 másodpercen keresztül. Ezt a folyamatot legalább háromszor ismétli meg a páciens, a végén pedig a legnagyobb tüdőtérfogat és áramlás értékek kerülnek rögzítésre függetlenül attól, hogy azok eltérő próbálkozásokból származnak.

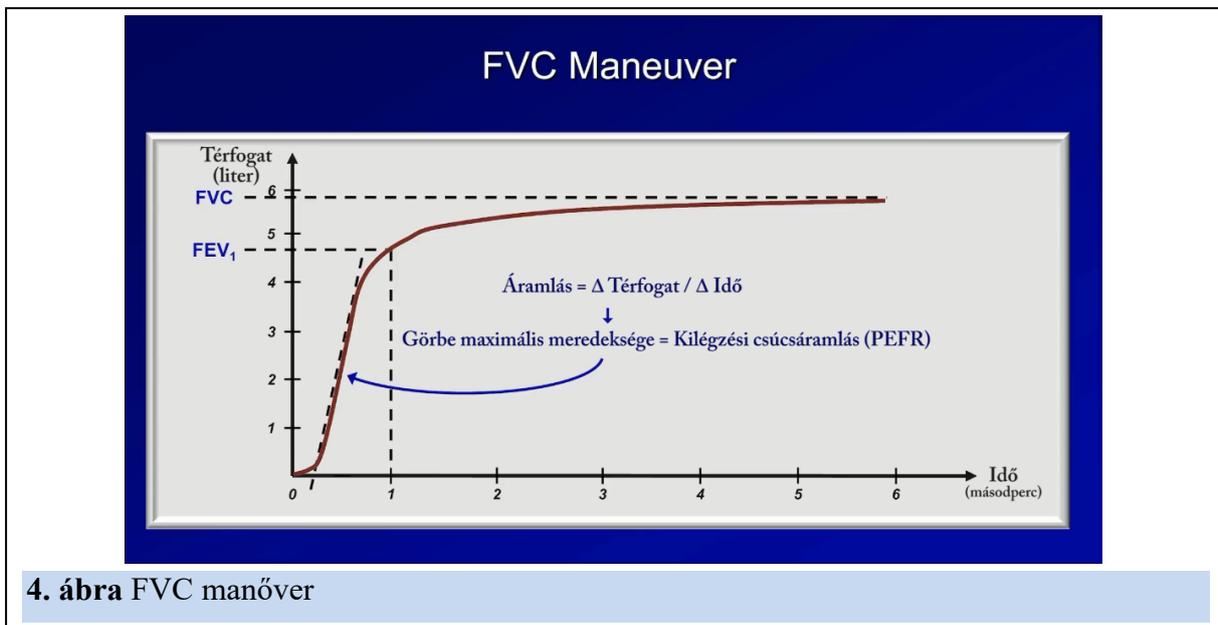


Vizsgáljuk meg közelebbről a mért áramlásokat és térfogatokat. Ez az ábra ismerős lehet az előző videóból. Mostantól egyetlen tüdőtérfogatra, a vitálkapacitásra fogunk koncentrálni. Amennyiben a vitálkapacitást standard spirometriával határozzuk meg, amikor is a beteg olyan gyorsan fújja ki a levegőt amilyen gyorsan csak tudja, a forszírozott vitálkapacitásról (**FVC**) nyerünk információt. Amennyiben az erőltetett kilégzés első másodperce alatt kilélegzett levegő mennyiségét mérjük, a **FEV₁** értéket kapjuk. (3. ábra)

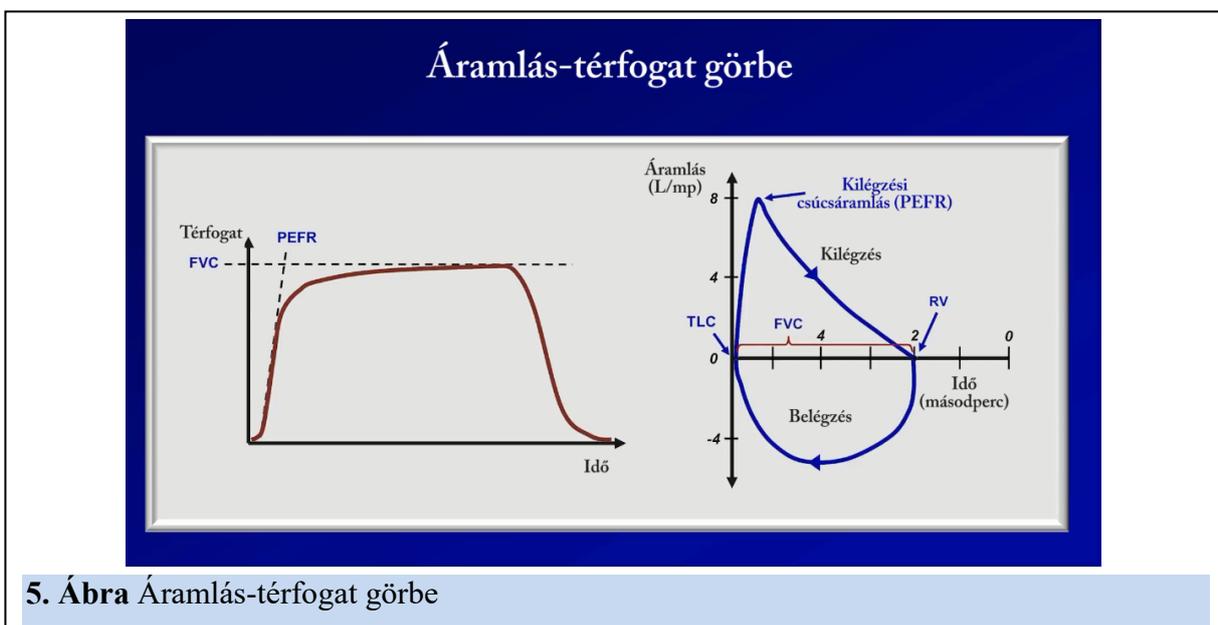


Ahogy azt mindjárt láthatjuk is, az FVC, a FEV₁, valamint az FVC/FEV₁ arány a három legfontosabb paraméter a légzésfunkciós vizsgálat kiértékelésénél. Vizsgáljuk meg az FVC és a FEV₁ értékeket egy kissé eltérő aspektusból.

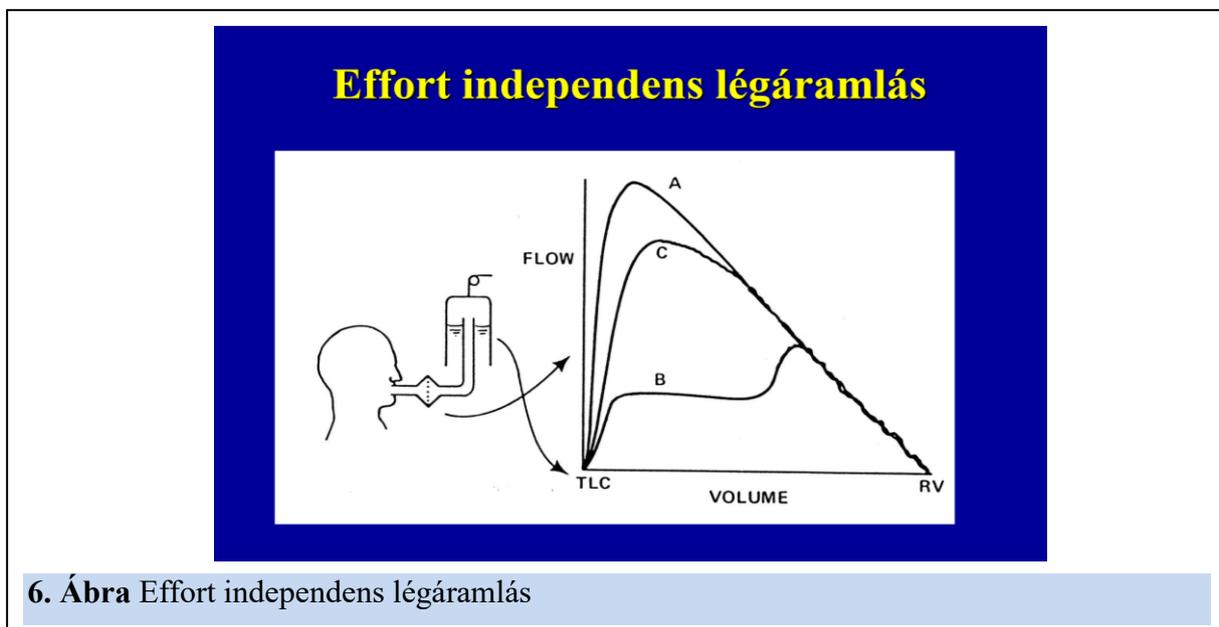
A kilélegzett levegő térfogatát az idő függvényében ábrázoló grafikon hasonlít a modern spirométerek által megjelenített grafikonra. Ismétlésként, a beteg erőltetett teljes belégzést követően olyan gyorsan fújja ki a levegőt, amilyen gyorsan csak tudja. Az első másodperc alatt kilélegzett levegő mennyisége a FEV₁, a teljes kilélegzett levegő mennyisége, melyet nagyjából 6 másodpercen keresztül fúj a beteg, a **forszírozott vitálkapacitás** vagy röviden FVC. Egy másik paraméter is leolvasható erről a grafikonról. Az áramlási sebesség a térfogat változásának és az eltelt időnek a hányadosa, vagyis a görbe maximális meredeksége egyenlő a **kilélegési csúcsáramlással**, röviden PEFR.



Hasonlítsuk össze ezt az ábrát egy másikkal, melyet **áramlás-térfogat görbének** neveznek. (5. ábra)

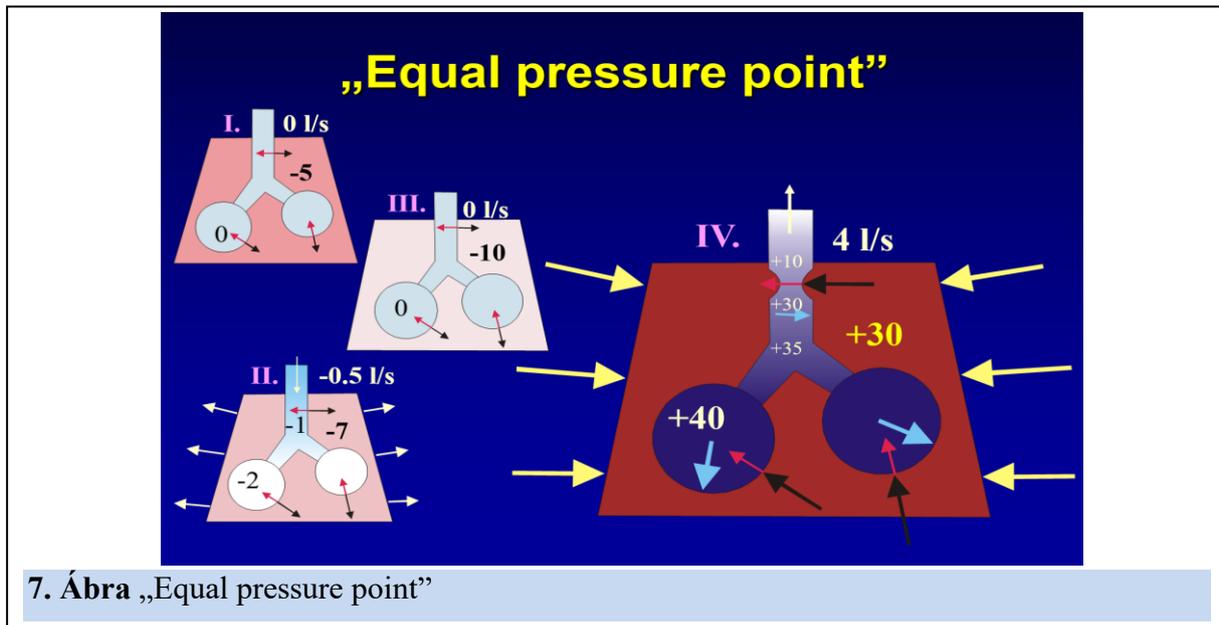


Az áramlás-térfogat görbe a légáramlást ábrázolja a térfogat függvényében. Kilégzés során egy kezdeti gyors csúcsáramlást követően az áramlás fokozatosan csökken amíg eléri a nullát. Az áramlás-térfogat görbe belégzési oldala sokkal szimmetrikusabb. Ahogy korábban már említettük, a bal oldali görbe maximális meredeksége a kilégzési csúcsáramlás, mely megegyezik a jobb oldali grafikon maximum pontjában mért áramlással. Az a térfogat, mely a maximális belégzést követően a kilégzés megkezdése előtt jelen van a tüdőben, a teljes tüdőkapacitás. Az a térfogat, mely a maximális kilégzést követően a belégzés megkezdése előtt a tüdőben jelen van, a reziduális térfogat. Ahogyan az előbbiekből sejthető, az áramlás-térfogat görbe kezdőpontját az X-tengelyen csak spirométer segítségével lehetetlen meghatározni, így a reziduális térfogat vagy a teljes tüdőkapacitás meghatározása is lehetetlen. A kettő különbsége, a forszírozott vitálkapacitás azonban meghatározható. Első ránézésre úgy tűnhet, hogy az áramlás-térfogat görbéről már nem lehet több információt leolvasni, azonban a görbe alakjáról – a csúcsáramlás vagy az FVC értékétől függetlenül –, számos tüdőbetegséget felismerhetünk, főként a különböző típusú légúti obstrukciókat.



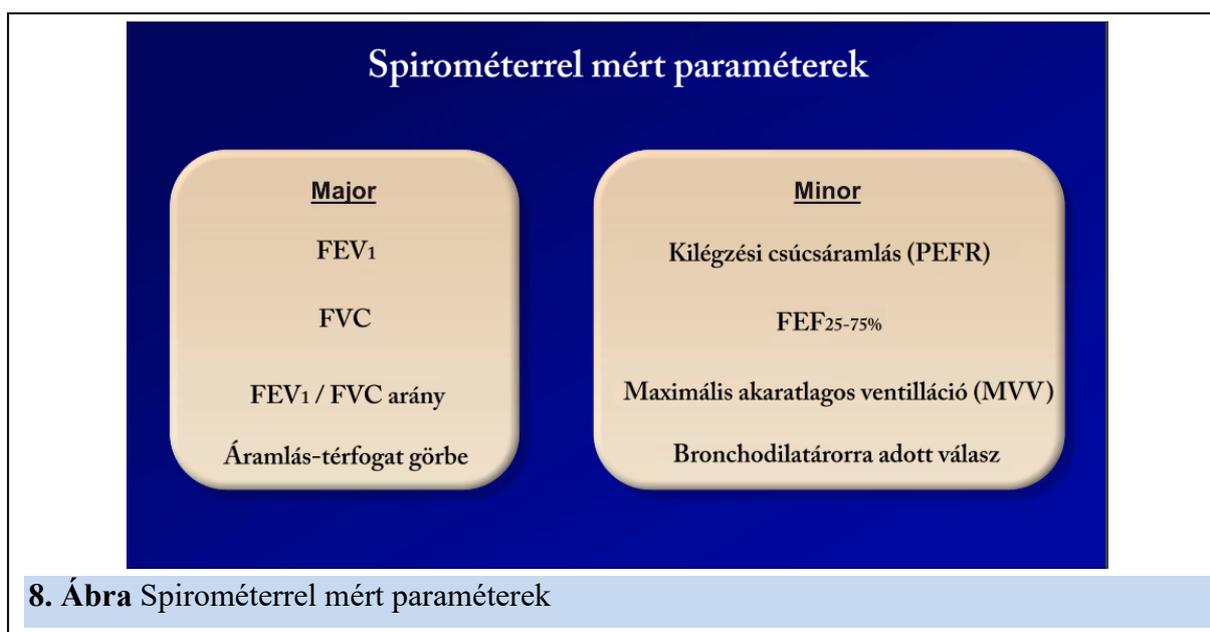
A lamináris és turbulens áramlást rendszerint rigid falú légutak mellett értelmezik. A valóságban a légutak nagy mértékben összenyomhatóak. Ez az összenyomhatóság magyarázza leginkább azt a jelenséget, melyre **effort independens áralásként** (6. ábra) szoktak hivatkozni, mely alatt azt a jelenséget értjük, hogy erőltetett kilégzés során a légáramlás sebessége csak egy bizonyos csúcssebesség eléréséig fokozható. Ezt követően bármilyen erő kifejtéssel sem fokozódik tovább az áramlási sebesség. A jelenség magyarázata angol szakkifejezés alapján az „equal pressure point” koncepcióhoz köthető. A pleurális nyomás nyugodt légzés során rendszerint negatív előjelű (subatmoszferikus). A peribronchiális nyomás, az a nyomás, mely a kis átmérőjű, porcok elemeket nem tartalmazó légutakat övezi, szorosan követi a pleurális nyomás változásait. Ezért nyugodt légzés során ez a negatív nyomás hozzájárul ahhoz, hogy a kis légutak folyamatosan nyitva maradjanak (a következő ábrán: nyugodt kilégzés vége: I, a belégzés folyamata: II és a belégzés vége: III). A pleurális és peribronchiális nyomás azonban pozitívvá válik erőltetett kilégzés során (IV), mely a nagy rugalmasságú légutakra ilyenkor is hat. Az „equal pressure point” (7. ábra), vagyis a nyomás kiegyenlítődés akkor következik be, amikor a légutakat övező peribronchiális nyomás a légút belsejében uralkodó (ellentétesen ható nyomással) megegyezővé vagy azt meghaladóvá válik, mely a légutak dinamikus kompressziójához, instabilitáshoz és esetleges kollapszusához vezet. Innentől kezdve a levegő

kiáramlásának sebessége már nem fokozható (a fenti ábrán az „A” pontot követő szakasz), sőt az inkább csökkenni kezd.



Az **“equal pressure point”** nem egy anatómiailag jól meghatározható helyet jelöl ki a tüdőben, hanem sokkal inkább egy olyan funkcionális állapotot tükröz, mely a légúti obstrukció természetének megállapítását teszi könnyebbé. Mivel a levegő kiáramlását leginkább a tüdő rugalmas elemei hatására kifejlődő nyomáskülönbség határozza meg, a tüdő elaszticitásának csökkenése, a pleurális és preibronchiális nyomások változásai nélkül, és viszonylag nagy tüdőtarfogatok mellett fog dinamikus kompressziót eredményezni. Következésképpen a levegő kiáramlása akadályozottá válik („a levegő csapdába esik”), mindez az obstruktív tüdőbetegekben nehézlégzést (dyspnoét) okoz. Emphysemás betegek esetében a tüdő elasztikus összehúzó ereje (rugalmas „recoil”) elvész, mely normális légúti átmérők mellett is csökkenti a levegő kiáramlási sebességét. A légutak betegsége az érintett légutak helyén fog hirtelen nyomáscsökkenést eredményezni és igen nagy tüdőterfogat mellett is előidézhetheti az “equal pressure point” állapotot. Ezzel szemben a tüdő elasztikus összehúzó erejének növekedése a dinamikus kompressziót ellensúlyozhatja. Ezért a pulmonális fibrózisban szenvedő betegek a csökkent tüdőterfogataik dacára is abnormisan nagy áramlási sebességeket produkálhatnak.

Összefoglalva tehát a legfontosabb paraméterek, melyeket spirometriával meg tudunk határozni: a FEV₁, az FVC, a FEV₁/FVC arány, valamint az áramlás-térfogat görbe. (8. ábra) Ezeken felül számos, kisebb jelentőséggel bíró paramétert is meg lehet határozni. Mi csak a csúcsáramlásra fókuszáltunk, de meghatározható például a FEF_{25-75%} érték is, mely a forszírozott kilégzési manőver időtartamának 25 és 75%-a között kilélegzett levegőnek az átlagos áramlási sebességét adja meg. Korábban ezt az értéket a kis légutak szűkületének diagnosztizálására használták, ma azonban már több szakember is úgy véli, hogy túlértékelték ennek a diagnosztikus jelentőségét. Meghatározható a maximális akaratlagos ventilláció (MVV) értéke is, mely annak a levegőnek a térfogata, melyet a beteg 1 perc alatt be- és kilélegz. A spirometria elvégzését követően a beteg bronchodilatátor gyógyszert kaphat, melynek hatása a spirometria megismétlésével felmérhető.



És most nézzük meg, hogy a spirometriával nyert információk hogyan segítenek a diagnózis felállításában. (9. ábra) Hasonlítsuk össze a FEV₁, az FVC valamint a FEV₁/FVC arányt obstruktív és restriktív tüdőbetegségekben. Obstruktív tüdőbetegségben, például COPD-ben, a FEV₁ értéke szinte mindig alacsonyabb, de ritkán lehet normál vagy kissé alacsonyabb is enyhe obstrukció fennállásakor. Ez logikus, mivel ha a légutak összeszűkülnek, egész egyszerűen tovább tart rajtuk keresztülfújni a levegőt. Az FVC enyhe vagy közepsúlyos obstrukcióban akár normál értéket is mutathat, azonban a tüdőt mechanikájából kifolyólag súlyos obstrukció esetén jelentősen alacsonyabb lehet. Következésképpen obstruktív tüdőbetegségben a FEV₁ nagyobb mértékben csökken, mint az FVC. Ezáltal a két érték hányadosa a normál 70%-os érték alá csökken. Ezt az arányt **Tiffeneau-index**nek hívjuk. Restriktív tüdőbetegségben a FEV₁ értéke lehet normál vagy alacsonyabb, az FVC értéke viszont alacsonyabb. Mivel általában az FVC értéke a FEV₁-hez hasonló mértékben csökken, az arányuk normál vagy magasabb értéket mutat. A FEV₁/FVC hányados segítségével elkülöníthetjük egymástól az obstruktív és a restriktív tüdőbetegségeket, mely a legfontosabb lépés a tüdőfunkciós vizsgálatok kiértékelése során.

Ez a grafikon már ismerős lehet. (1. ábra) A spirometriáról szóló videóban bemutatásra került a vitálkapacitás, mely a légzési térfogat, a belégzési- és kilégzési rezerv térfogat összege. Van egy olyan térfogat, melyet spirometriával lehetetlen megmérni, ez a reziduális térfogat. Ez annak a levegőnek a térfogata, mely maximális kilégzést követően a tüdőben marad. Mivel spirometriás vizsgálattal önmagában nem lehet meghatározni a reziduális térfogatot, így a funkcionális reziduális kapacitást és a teljes tüdőtérfogatot sem.

FEV₁, FVC és FEV₁/FVC arány értékelése

	FEV ₁	FVC	FEV ₁ / FVC Arány (Tiffeneau Index)
Obstruktív tüdőbetegség	Normál (nagyon enyhe obstrukció) vagy Csökkent (közepes/súlyos obstrukció)	Normál (nagyon enyhe obstrukció) vagy Csökkent (közepes/súlyos obstrukció)	Csökkent ($< 70\%$)
Restriktív tüdőbetegség	Normál vagy Csökkent	Csökkent	Normál vagy emelkedett ($\geq 70\%$)

9. Ábra FEV₁, FVC és FEV₁/FVC arány értékelése

Mivel ezutóbbi paraméter ismerete fontos a légzésfunkciós vizsgálat kiértékeléséhez, meg kell ismerkednünk más légzésfunkciós vizsgálati módszerekkel is. Négy olyan módszer létezik, mely alkalmas a reziduális volumen és a reziduális kapacitás vizsgálatára. (10. ábra)

Ezek a hélium dilúciós technika, a nitrogén „washout”, a teljestest plethysmográfia, valamint a mellkasröntgen vagy CT-felvétel radiográfiás mérési eredményeiből történő térfogatszámítás. Az első két módszer nagyon hasonló alapelve épül, ezért ezeket közösen gázdilúciós módszereknek hívjuk. Bemutatom röviden a módszerek lényegét.

Hogyan lehet megmérni a tüdő térfogatokat?

- Hélium dilúció
 - Nitrogén "washout"
 - Teljestest plethysmográfia
 - Képalkotó eljárások (mellkas rtg vagy CT)
- } **Gáz-dilúciós technikák**

10. Ábra A funkcionális reziduális kapacitás meghatározására alkalmas módszerek

A hélium dilúciós technika esetén egy rezervoár van csatlakoztatva egy olyan berendezéshez, mely képes megmérni a benne lévő hélium koncentrációját. (11. ábra) Ehhez csatlakozik még egy háromállású szelep és egy csutora. A rezervoárt egy meghatározott koncentrációig töltik héliummal. A beteg a szájához teszi a csutorát, először normál légvételekkel a külső levegőt lélegzi be, majd egy normál kilégzés végén, amikor a páciens tüdejében a funkcionális reziduális kapacitásnak megfelelő levegő van, az asszisztens átváltja a szelepet, és a páciens a hélium-levegő keverékből kezd el lélegezni.

A rezervoirból minden egyes légvétellel hélium kerül a tüdőbe, egészen addig, amíg a hélium koncentrációja ki nem egyenlítődik ebben a rendszerben. Mivel zárt rendszerrel dolgozunk, a héliumról pedig tudjuk, hogy az alveoláris membránon keresztül nem képes felszívódni, a kiinduláskor mért hélium mennyiségnek egyenlőnek kell lennie a vizsgálat végén mért hélium mennyiségével. A kiindulási hélium mennyiség egyenlő a kiindulási koncentráció és a rezervoir (beleértve a csőrendszert is) térfogatának szorzatával, a végső mennyiség pedig egyenlő a végső koncentráció és annak a térfogatnak a szorzatával, amiben a hélium megoszlott, nevezetesen a rezervoir és a funkcionális reziduális kapacitás térfogatának összegével, amennyiben az utolsó koncentrációmérésnél a beteg tüdejében csak a FRC-nek megfelelő levegőmennyiség maradt. A hélium dilúciós technika előnye, hogy egyszerű és relatíve olcsó a kivitelezése, nagy hátránya viszont, hogy csak azt a tüdőterefogatot méri, ami kommunikál a felső légutakkal. Más szóval nem képes megmérni azt a levegőt, ami csapdába esett a tüdő bullákban.

Hélium dilúció

$$C_{He, kiindulás} \times V_{rezervoir} = C_{He, mérés végén} \times (V_{rezervoir} + FRC)$$

$$FRC = V_{rezervoir} \left[\frac{C_{He, kezdeti} - C_{He, végső}}{C_{He, végső}} \right]$$

11. Ábra Hélium dilúciós technika

A következő technika a nitrogén „washout”. (12. ábra) A páciens egy csatorán keresztül egy csövön lélegzik, melyen kétállású egyenirányító szelep van. A szelep egyik állása 100%-os oxigénhez, a másik állása a berendezéshez van kötve, amely a kilélegzett gáz térfogatát és annak nitrogén koncentrációját is rögzíti. A páciens a funkcionális reziduális kapacitásánál elkezd 100%-os oxigént belélegezni, majd kilélegzi a nitrogén tartalmú gázt a berendezésbe. Nem távozik el egyszerre az összes nitrogén a beteg tüdejéből, de az egymást követő be- és kilégzési ciklusokban néhány perc múlva a nitrogén koncentrációja megközelíti a 0-át. Az elfogadott protokoll szerint a mérést akkor tekintik befejezettnak, ha a nitrogén koncentrációja 1,5% alá kerül 3 egymást követő lélegzési ciklus után. A hélium dilúcióhoz hasonlóan a tüdőben lévő kiindulási nitrogén-mennyiségnek egyenlőnek kell lennie a kilélegzett levegőben lévő nitrogén mennyiségével. Ez alapján az FRC a következő képlettel határozható meg: a vizsgálat alatt kilélegzett levegő teljes térfogat szorozva a kilélegzett levegő átlagos nitrogén koncentrációjával, osztva az alveoláris nitrogén becsült kiindulási koncentrációjával. A nitrogén „washout” általánosságban ugyanazokkal az előnyökkel és hátrányokkal bír, mint a hélium dilúciós technika. További hátránya lehet még súlyos COPD-s betegnél, hogy a 100%-

os oxigén belégzése szén-dioxid retenció kialakulásához vezet, mely a pulmonális vazokonstrikció felfüggesztése révén tovább rontja a ventilációs/perfúziós arányt.

Nitrogén "washout"

Kiindulási N₂ mennyiség a tüdőben = Teljes kilélegzett N₂ mennyiség

$$FRC = \frac{V_{\text{kifújt}} \times C_{\text{kifújt, N}_2}}{C_{\text{alveoláris, N}_2}}$$

12. Ábra Nitrogén "washout" technika

A teljestest pletizmográfia teljesen más elven működik. (13. ábra) Egy telefonfülke méretű átlátszó műanyag vagy üveg fülkében zajlik a vizsgálat. A fülkében van elhelyezve a csutora és a beáramlási cső, mely a külső levegővel közlekedik. A kamrán kívül található a csövön egy elzáró csap, vagy valamilyen golyós zárószelep. Nyomásérzékelők érzékelik a nyomást a beáramlási csőben és a fülke belső terében. A beteg a fülkében ülve szapora lihegést végez miközben a beáramlási csőben szabadon áramlik a külső levegő a beteg légutaiba, majd a csövön lévő csapot elzárják, miközben a beteg folytatja a lihegést. Ez a légnyomás oszcillációjához vezet a beteg légutaiban és a fülkében. A pletizmográfias mérés Boyle törvényén alapszik, mely kimondja, hogy egy zárt rendszerben a nyomás és a térfogat szorzata állandó. Ebből a törvényből kiindulva írható fel a következő egyenlet, melyből különféle matematikai és fizikai számításokkal levezethető a teljes tüdőkapacitás értéke.

Teljestest pletizmográfia

$P_1 V_1 = P_2 V_2$
Boyle-törvény

↓
Sok matematikai számítás

↓

$$TGV = - (\Delta V / \Delta P) \times P_{A2} \times (P_{A1} / P_B)$$

(TGV = Mellkasi gáz térfogata)

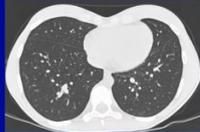
13. Ábra Teljestest pletizmográfia

A TGV ebben az esetben a mellkasban lévő gáztérfogatot jelöli. A közbülső lépéseknek és az azokban szereplő változóknak az ismerete a klinikai alkalmazás szempontjából nem lényeges. A teljesest pletizmográfia legfőbb előnye, hogy ezzel a módszerrel lehet a legpontosabban meghatározni a tüdőterefogatokat; a legjelentősebb korlátja pedig az eszközszükségletből adódóan a mérés költséges volta.

Végezetül a tüdőterefogatokat radiológiai módszerek segítségével is meg lehet határozni. (14. ábra) Az anteroposterior és az oldalnézetből készült mellkasi röntgenfelvételek alapján egy algoritmus segítségével meg lehet becsülni a tüdő terfogatát. A mellkas CT felvételen minden egyes axiális szeletnél a tüdő keresztmetszeti átmérőjének és a szeletvastagságnak a szorzatából számított terfogatok összege alapján becsülhető a tüdő terfogata. Ezek a módszerek a beteg szempontjából egyszerűen kivitelezhetők, azonban kevésbé pontosak. A betegnek ezeknél a vizsgálatoknál is tudnia kell megfelelően benntartani a levegőt a tüdejében, és követnie kell a be- és kilégzésekre vonatkozó általános utasításokat a vizsgálat elvégzése közben.

Képalkotó eljárások

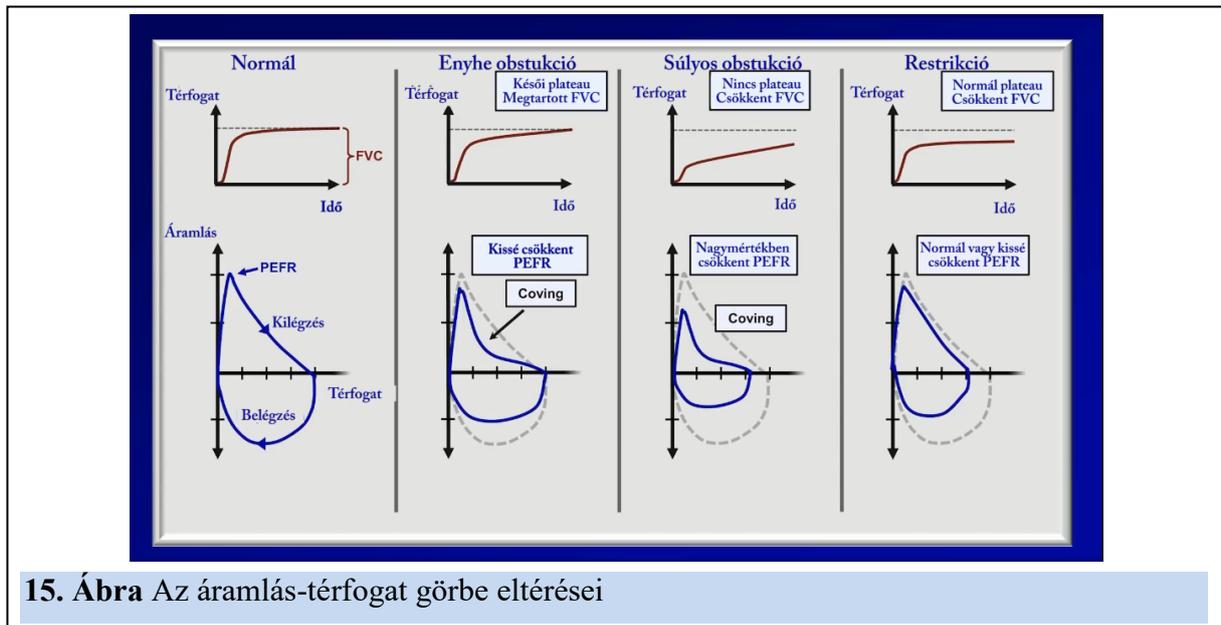
- Az anteroposterior és az oldalnézetből készült mellkasi röntgenfelvételek alapján egy algoritmus segítségével meg lehet becsülni a tüdő terfogatát.
- A mellkas CT felvételen minden egyes axiális szeletnél a tüdő keresztmetszeti átmérőjének és a szeletvastagságnak a szorzatából számított terfogatok összege alapján becsülhető a tüdő terfogata.
- Ezek a módszerek a beteg szempontjából egyszerűen kivitelezhetők, azonban kevésbé pontosak.
- A betegnek tudnia kell megfelelően benntartani a levegőt.

14. Ábra Képalkotó eljárások

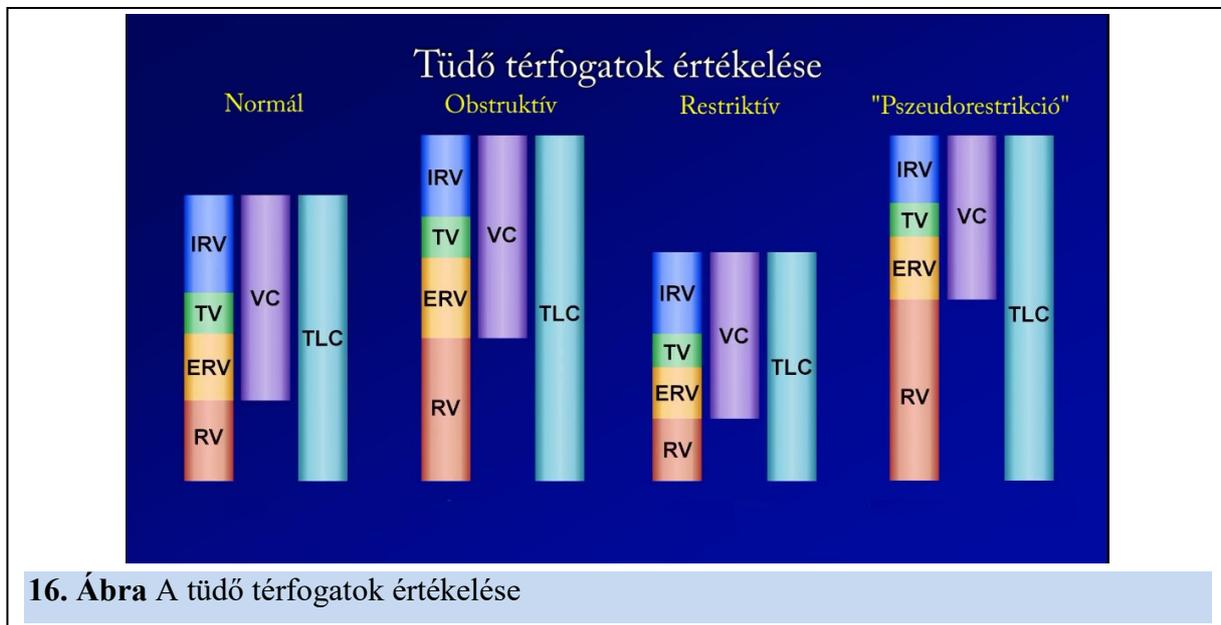
Nézzük, mit érdemes tudni az áramlás-terefogat görbe eltéréseiről. (15. ábra) A normál görbe mellett 6 jellegzetes mintázatot kell felismerni. Felül egy enyhe obstruktív tüdőbeteg terfogat vs. idő grafikonja, alul az áramlás vs. idő grafikonja látható. A felső grafikonról leolvasható, hogy az FVC értéke megtartott, habár a betegnek tovább tart, hogy elérje ezt az értéket, erre utal a platou fázis késői elérése. Az áramlás-terefogat görbén a kilégzési csúcsáramlás mértéke enyhén csökkent. Jelentősebb eltérés viszont a kilégzési görbe középső szakaszának konkáv alakváltozása. Ez a kvalitatív eltérés a FEF_{25-75%} kvantitatív csökkenésének analógja. A következő esetben egy súlyos obstrukció miatt csökkent FVC-érték látható mindkét grafikonon. Ráadásul az áramlás-terefogat görbén a kilégzési csúcsáramlás jelentősen csökkent és a konkavitás még hangsúlyosabb. A felső ábrán restriktív fennállásakor, mivel az áramlás normális, hamar kialakul a platou, az FVC azonban alacsonyabb. Fontos

megjegyeznünk, hogy az áramlás-térfogat görbe úgy néz ki, mint egy normál megjelenésű görbe, mely minden irányba csökkenést mutat, konkavitás azonban nem látható rajta.



15. Ábra Az áramlás-térfogat görbe eltérései

Ez az ábra azt mutatja be, hogyan alakulnak az egyes tüdőtérfogatok a tüdőbetegségek négy nagy csoportjában. (16. ábra) Összehasonlításképpen itt látható egy egészséges páciens tüdőtérfogatainak megoszlása a vitálkapacitással és a teljes tüdőkapacitással együtt.



16. Ábra A tüdő térfogatok értékelése

Egy jellemzően obstruktív típusú tüdőbetegségben a reziduális volumen jelentősen megnövekedett, a többi tüdőterefogat mértéke viszont megtartott, így a vitálkapacitás megközelítőleg normál értéket mutat, míg a teljes tüdőkapacitás gyakran nagyobb. Egy restriktív tüdőbetegségben minden tüdőterefogat mértéke csökken, így a vitálkapacitás és a teljes tüdőkapacitás is alacsonyabb lesz. Megtévesztő lehet az a felállás, amikor a reziduális volumen mértéke annyival magasabb a normál értéknél, hogy többé-kevésbé kiszorítja a többi tüdőterefogatot. Ilyenkor a vitálkapacitás a normálértéknél jóval alacsonyabb, a teljes tüdőkapacitás értéke pedig magasabb a normálértéknél. Ez az ún. pszeudorestriktív állapot, melyben a spirometriás vizsgálat eredménye önmagában obstruktív tüdőbetegségre utal. Ebben az esetben a pontos diagnózishoz – vagyis a súlyos obstruktív állapot igazolásához – a teljes tüdőterefogatot meg kell mérni. A hagyományos áramlás-terefogat görbe kilégzési szárán erős konkavitás jelenik meg, vagyis obstrukció fennállása látható, mégis lehetetlen elkülöníteni egy obstruktív betegség pszeudorestriktív változatát egy kevert obstruktív-restriktív kórállapottól.