

Noțiuni teoretice

1.1. Spirometria

Definiție

Spirometria măsoară limitarea fluxului de aer și capacitatea unui individ de a inhala și de a exhala un volum de aer într-un interval de timp. [1]

Indicațiile spirometriei:

- măsurarea impactului unei afecțiuni respiratorii asupra funcției pulmonare;
- evaluarea populației la risc pentru o afecțiune respiratorie;
- evaluarea riscului preoperator;
- monitorizarea intervențiilor terapeutice în afecțiunile respiratorii;
- monitorizarea funcției ventilatorii pentru afecțiunile respiratorii cronice;
- monitorizarea posibilelor reacții adverse ale medicamentelor cunoscute cu toxicitate pulmonară;
- evaluarea pacienților în programele de reabilitare pulmonară;
- evaluarea capacității de muncă;
- studii epidemiologice;
- studii clinice.

Contraindicațiile spirometriei:

Contraindicații legate de afectarea cardiovasculară

- Infarct miocardic recent (ultima săptămână);
- Hipotensiune sistemică sau hipertensiune arterială necontrolată;
- Aritmii cardiace semnificative;
- Hipertensiune pulmonară necontrolată terapeutic;
- Istoric de sincopă relaționată cu expirul/tuse/manevră Valsalva;

- Insuficiență cardiacă decompensată;
- Cord pulmonar acut;
- Embolie pulmonară cu instabilitate clinică.

Contraindicații relative legate de riscul de creștere a presiunii intraoculare sau intracraniene

- Anevrism cerebral;
- Intervenții chirurgicale cerebrale în ultimele 4 săptămâni;
- Chirurgie oculară în ultima săptămână.

Contraindicații relative legate de creșterea presiunii la nivelul sinusurilor sau urechii medii

- Intervenții în sfera ORL sau infecții la nivelul urechii medii în ultima săptămână.

Contraindicații relative relaționate cu creșterea presiunii intratoracice sau intraabdominale

- Pneumotorax;
- Chirurgie toracică în ultimele 4 săptămâni;
- Chirurgie abdominală în ultimele 4 săptămâni;
- Sarcina în ultimul trimestru.

Hemoptizie

Leziuni ale cavității bucale

În cazul identificării unei contraindicații relative se va analiza raportul risc/beneficiu în vederea efectuării spirometriei și este de dorit temporizarea acesteia.

Pacientului i se vor explica manevrele înainte de efectuarea spirometriei. Valorile teoretice ale parametrilor (predicted values) depind de înălțime, vârstă, sex, rasă. Greutatea nu influențează aceste valori.

În mod ideal, înainte de efectuarea spirometriei, pacientul va evita:

- efortul intens cu o oră înainte de test;
- consumul de alcool cu 8 ore înainte;
- fumatul cu o oră înainte de test;
- îmbrăcămintea incomodă ce poate restricționa expansiunea toracică.

Pregătirea subiectului și tehnica de lucru

Tehnicianul trebuie să noteze înălțimea, greutatea, sexul și data nașterii pacientului. Valoarea teoretică a parametrilor (predicted values) depinde de înălțime, vârstă, sex, rasă. Greutatea nu influențează valoarea teoretică.

La pacienții cu modificări toracice semnificative (cifoze, cifoscolioze cu curbura mare) se va calcula înălțimea pacientului (I) utilizând formula de corecție cu anvergura brațelor (AB):

$$I = AB \text{ (cm)}/1.06.$$

Pacientul va fi poziționat cu spatele lipit de perete, cu brațele perfect întinse de-a lungul peretelui și se va măsura anvergura brațelor de la un index la altul.

În cadrul tehnicii de lucru se va realiza **pregătirea subiectului** după cum urmează:

- Subiectul nu trebuie să fumeze cu 1 h înaintea testului și să aibă o perioadă de repaus de 15 minute premergător înregistrării;
- Poziția: pacientul așezat pe scaun în poziție confortabilă, cu spatele drept la 90 grade, mișcările ventilatorii nu trebuie să fie împiedicate de îmbrăcăminte;
- Atenție! Se vor scoate protezele mobile de pe gingii;
- Pacientului i se explică în ce constă tehnica înregistrării și se exemplifică manevrele pe care le va avea de îndeplinit;
- Pensarea nasului cu o piesă care comprimă narinele;
- Conectarea la aparat printr-o piesă bucală și un tub cudad ± filtru bacterian va evita pătrunderea salivei sau a resturilor alimentare în capul traductor al aparatului.
- subiectul este lăsat să respire de câteva ori prin piesa bucală. Se va cere subiectului să expire ușor până la nivelul volumului rezidual (golește ușor plămânul), urmat de o inspirație lentă până la atingerea CPT (capacitate pulmonară totală) și de un expir maximal și forțat timp de minim 6 secunde.

Parametrii funcționali

Principalii parametri funcționali ai spirometriei sunt:

- CV (VC-vital capacity) – capacitatea vitală
- CVF (FVC- forced vital capacity) – capacitatea vitală forțată
- VEMS (FEV₁ – flow expiratory volume in one second) – volumul de aer maxim expirat în prima secundă a unui expir maximal și forțat
- Debitul expirator de vârf (PEF – peak expiratory flow)
- Debitele expiratorii maxime instantanee (MEF₅₀, MEF₂₅, MIF₅₀)
- Debitul inspirator de vârf (PIF – peak inspiratory flow)
- FET (flow expiratory time) – durata timpului de expir, să fie minim 6 secunde (ideal 15 secunde)

Criteriile de validitate a unei curbe flux-volum sunt:

- Curba expiratorie trebuie să înceapă din punctul zero al graficului și să fie cât mai aproape de verticală în prima sa porțiune; în mod normal volumul extrapolat trebuie să fie < 5% din CVF; în caz de ezitare excesivă la efectuarea manevrei de expir, volumul extrapolat este > 5% din CVF;
- Curba expiratorie trebuie să prezinte un vârf corespunzător PEF, situat la un volum cât mai aproape de CPT (capacitatea pulmonară totală); PEF este un parametru efort-dependent, de aceea cooperarea pacientului este esențială;
- CV forțată (măsurată pe axa volumelor) trebuie să fie maximă și să nu difere cu mai mult de 5% de CV inspiratorie lentă;
- Pe curba inspiratorie debitul trebuie să crească progresiv până la valoarea PIF pentru ca după un mic platou să tindă progresiv către zero;
- CV inspiratorie forțată să fie egală cu CV expiratorie forțată;
- Graficul să fie continuu, fără incizuri sau întreruperi; dacă pacientul tușeste în prima secundă a expirului curba nu se ia în considerare;
- Excepție fac cei cu tulburări severe obstructive, mai ales cei cu recul elastic pulmonar diminuat, la care CV forțată poate diferi cu mai mult de 5% de CV inspiratorie lentă.

Verificarea criteriilor de reproductibilitate a curbei flux/volum

- Minimum **trei teste acceptabile**, dintre care două curbe asemănătoare: cele mai bune valori (CVF, VEMS) să nu difere între ele prin mai mult de:
 - **150 mL sau 5%**;
 - **100 ml (când CVF < 1L)**.
- Se va analiza aspectul curbelor, la același pacient, porțiunea mijlocie a curbei pe expir trebuie să aibă aceeași morfologie: concavă sau convexă;
- Un pacient poate efectua **maximum 8 spirometrii** pentru verificarea criteriilor de reproductibilitate.

Ideal este ca pe display-ul spirometrului să poată fi vizualizate în același timp atât curba flux/volum, cât și curba volum/timp.

În interpretarea valorii unui parametru se va ține cont de limita inferioară a normalului (LLN) care este - 1.64 DRS (DRS = deviație reziduală standard) din valoarea medie a parametrului (Tabel 1).

Tabel 1. Valorile pentru femei și bărbați a 1.64 DRS

Parametru	1.64 DRS pentru bărbați	1.64 DRS pentru femei
CV (capacitate vitală)	0.92	0.69
VEMS	0.84	0.62
FO = VEMS/CV*100	11.75	10.67
MEF50	2.16	1.80
MEF25	1.28	1.10
PEF	1.98	1.48

BEV (Back –extrapolated volume)

- volumul extrapolat este un parametru foarte util și indicat a fi listat pe buletinele de spirometrie (Fig. 1).
- El semnifică modul de realizare corectă a unui expir forțat. Valoarea lui trebuie să fie $\leq 5\%$ din FVC (sau să nu depășească în valoare absolută 100 mL).
- Îl putem identifica în lista de parametri ca și VBEex sau exprimat direct ca și procent din FVC (VBe%FV).

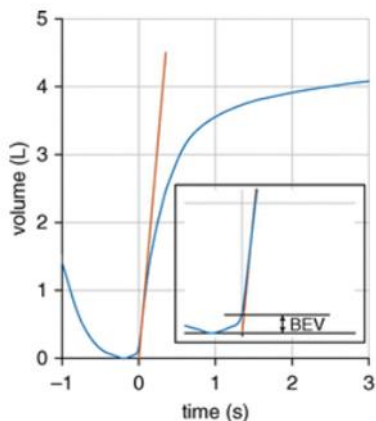


Fig. 3 BEV (Back-extrapolated volume)

1.2. Body pletismografia

Body Plethysmografia este o tehnică elaborată pentru determinarea funcției pulmonare și reprezintă Gold standardul pentru măsurarea volumelor pulmonare statice. Frecvența utilizării sale clinice diferă de la o țară la alta, cu aplicare mai extinsă în țările vorbitoare de limbă germană [2]. Metoda reia ideile dezvoltate și descrise de Bert (1878), Gad (1881) și Pflüger (1882) și a fost realizat tehnic, ca o cabină cu volum constant începând cu anii 1950, în special de către DuBois, Matthys și Ulmer [3-5].

Ulterior, tehnica a fost îmbunătățită continuu pentru a atinge nivelul actual de rafinament care utilizează pe scară largă puterea de prelucrare modernă a datelor online, ținând cont de cunoștințe detaliate privind mecanismele fiziopatologice relevante implicate.

Body Plethysmografia oferă măsurători ale volumelor pulmonare care reflectă o multitudine de aspecte funcționale și structurale. S-a demonstrat că aceste măsurători conferă informații clinice care sunt independente de alte elemente funcționale, în special în cazul bolilor obstructive ale căilor respiratorii [3].

Spirometria este considerată standardul de aur în explorarea funcțională pulmonară. Cu toate acestea, nu poate furniza informații cu privire la volumul rezidual (RV) și capacitatea pulmonară totală (TLC), în timp ce pletismografia permite determinarea acestora și a altor parametri, cum ar fi rezistența căilor respiratorii. În plus, aceste măsuri sunt înregistrate în timpul respirației în repaus și nu prin manevre forțate.

Principiul metodei

Această secțiune se referă la body pletismografia în volum constant [4]. Principiul pletismografiei se bazează pe legea lui Boyle, care afirmă că, la o temperatură constantă, volumul (V) al unei mase date a unui gaz ideal este invers proporțional cu presiunea sa (P), adică $PV = K$. Constanta (K) este proporțională cu masa gazului (numărul de moli) și cu temperatura absolută a acestuia. Presupunând că temperatura rămâne constantă (condiții izoterme de măsurare), se dezvoltă următoarea expresie matematică [3]:

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

Determinarea TGV sau ITGV (intratoracic Gas Volume) este realizabilă dacă plămânul este abordat ca un compartiment închis și dacă presiunea alveolară poate fi măsurată concomitent cu modificările de volum.

La finalul expirului (expir de volum curent), cu căile aeriene deschise P_{ALV} egalizează P_{MOUTH} , care este egală cu presiunea atmosferică. Plămânii devin un compartiment închis prin obstruarea fluxului aerian la nivelul gurii la finalul unui expir normal. Pacientul este instruit să inspire lent cu oblonul închis. Aceasta determină rarefierea gazului în plămâni în timpul eforturilor inspiratorii (ITGV↑, P_{ALV} ↓) și comprimarea gazului în plămâni în timpul eforturilor de expir (ITGV↓, P_{ALV} ↑) [3].

În timpul măsurătorilor pletismografice deschiderea căilor respiratorii este pentru scurt timp ocluzată pentru a menține plămânul la un volum constant (în mod normal, la finalul expirului). Schimburile presiune-volum la nivelul corpului sunt izoterme în timpul acestor măsurători și limitate la volumul de gaz din torace.

Calibrarea/verificarea echipamentului

Dispozitivele de măsurare a volumului, debitului și presiunii din cadrul body pletismografului trebuie calibrate zilnic sau mai frecvent atunci când condițiile atmosferice se pot modifica.