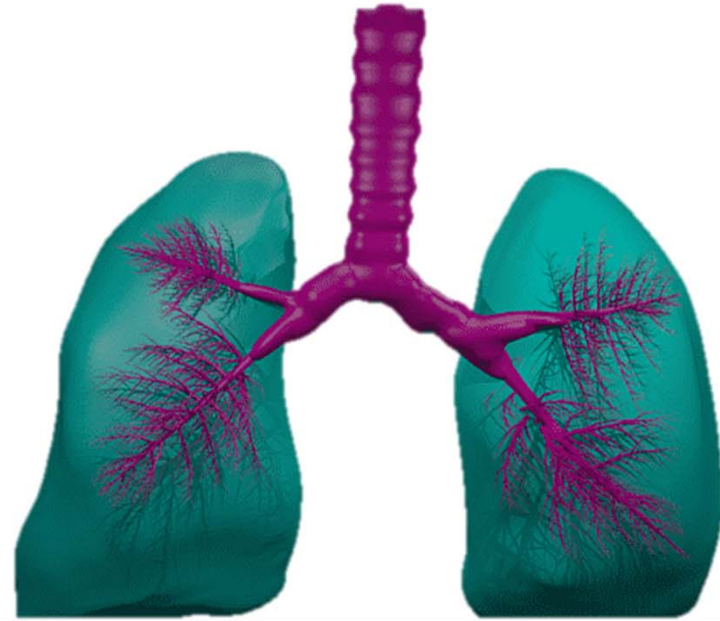


Explorări funcționale respiratorii- Spirometrie



Etapele respirației

Etapa pulmonară

- Ventilația
- Difuziunea
- Perfuzia

Investigată prin spirometrie

Etapa de transport a oxigenului

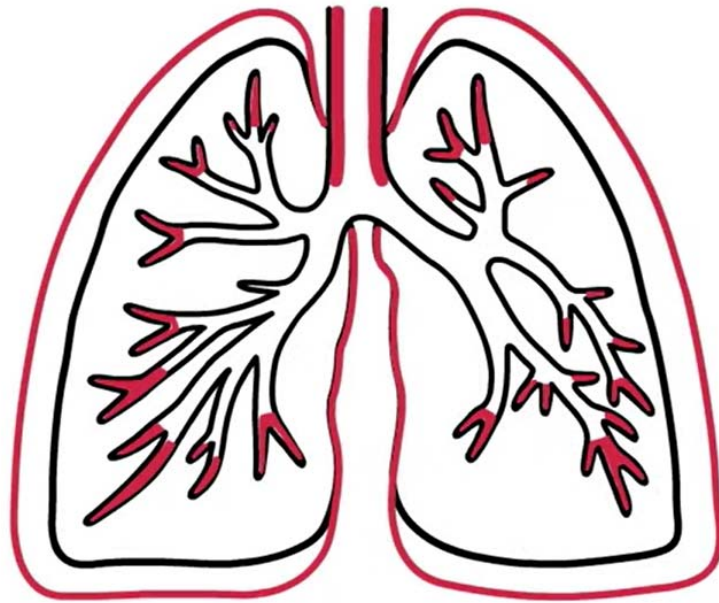
Etapa tisulară

- La nivelul celulei care “respiră” efectiv

Disfuncții ventilatorii obstructive

Se caracterizează prin creșterea rezistenței căilor aeriene la fluxul aerian

- Bronhopneumopatia cronică obstructivă
- Astm bronșic
- Bronșiectazii



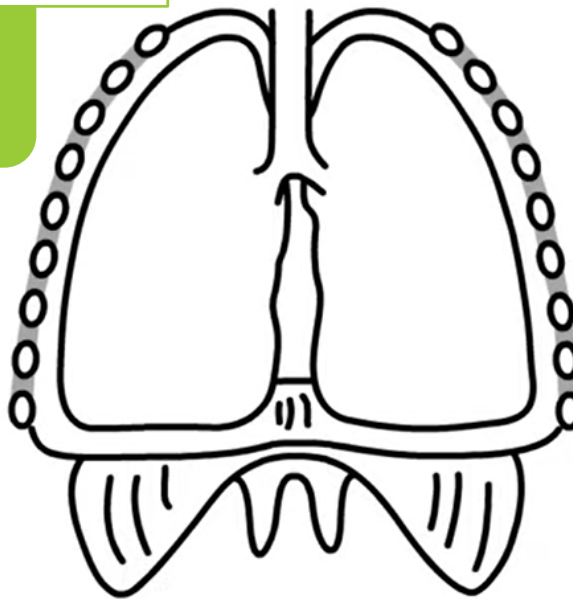
Tulburările ventilatorii obstructive afectează în special capacitatea de a expira

Disfuncții ventilatorii restrictive

Factori ce limitează expansiunea toracelui prin :

Tulburări neuromusculare

- Prin perturbarea funcției centrilor respiratori
 - Hemoragie cerebrală
 - Traumatism cranian
 - Intoxicații cu barbiturice
- Tulburarea neuronului motor central sau periferic
 - Poliomielită
- Blocarea transmiterii impulsurilor la efectorul muscular
 - Miastenia gravis



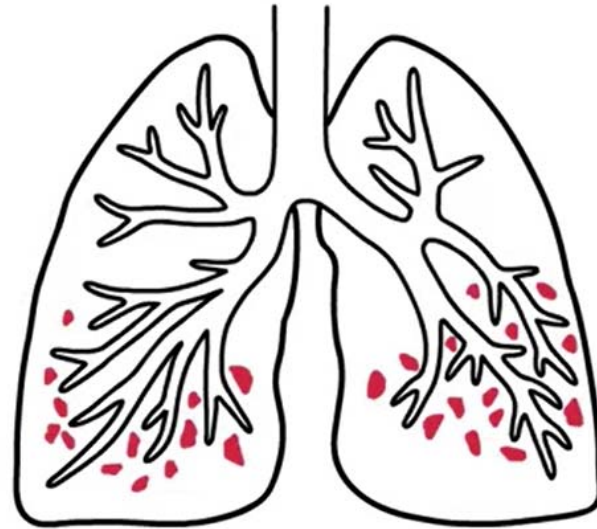
Tulburări ale mecanicii

- Cifoscolioza
- Deformări costale
- Fracturi costale
- Obezitate
- Procese intraabdominale care limitează excursiile diafragmului
 - Ascită
 - Tumoră abdominală

Disfuncții ventilatorii restrictive

Factori care limitează expansiunea plămânilor

- Procese pleurale
 - Revărsate
 - Pneumotorax
 - Simfize
- Procese cardio-pericardice
 - Dilatația inimii
 - Pericardite
- Creșterea rezistenței elastice pulmonare
 - Fibroză
 - Stază
- Suprimarea de parenchim pulmonar funcțional prin
 - Leziuni distructive (TBC)
 - Procese exudative (pneumonii)
 - Rezecții de parenchim (exereze pulmonare)



Tulburările ventilatorii restrictive afectează în special capacitatea de a inspira

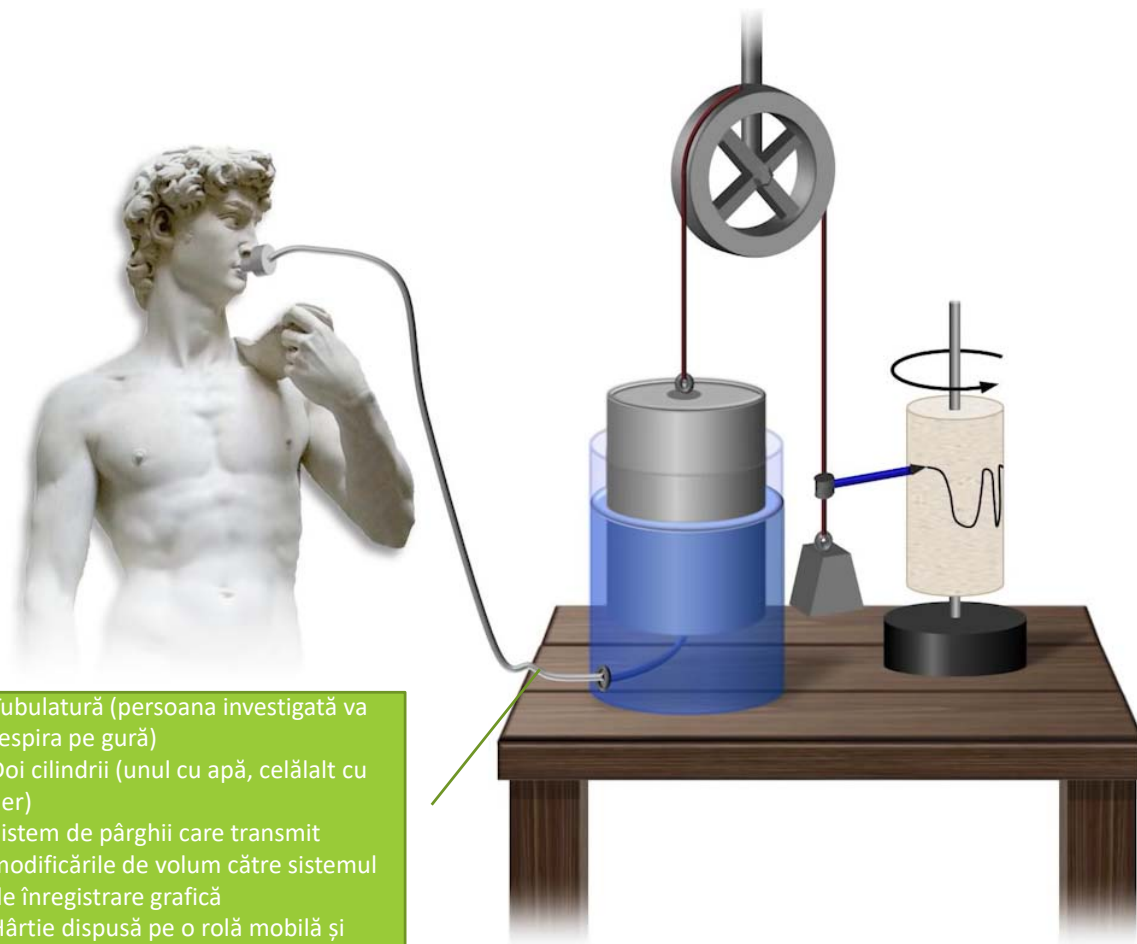
Spirometrie

Metoda spirografică este cea mai folosită pentru măsurarea capacității vitale (CV) și a componentelor sale:

- volum curent (VT),
- volum inspirator de rezervă (VIR)
- volum expirator de rezervă (VER)

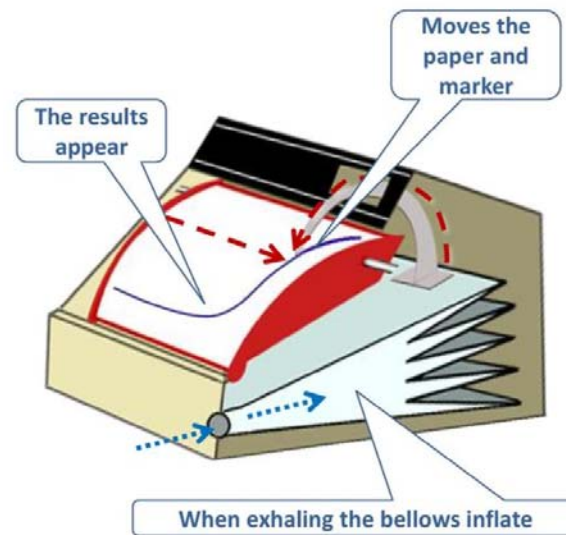
Spirografele de tip umed sunt cele mai simple- sunt alcătuite dintr-un clopot cilindric scufundat într-un recipient de apă

- o Tubulatură (persoana investigată va respira pe gură)
- o Doi cilindrii (unul cu apă, celălalt cu aer)
- o Sistem de pârghii care transmit modificările de volum către sistemul de înregistrare grafică
- o Hârtie dispusă pe o rolă mobilă și penită de înregistrare



Spirometrie

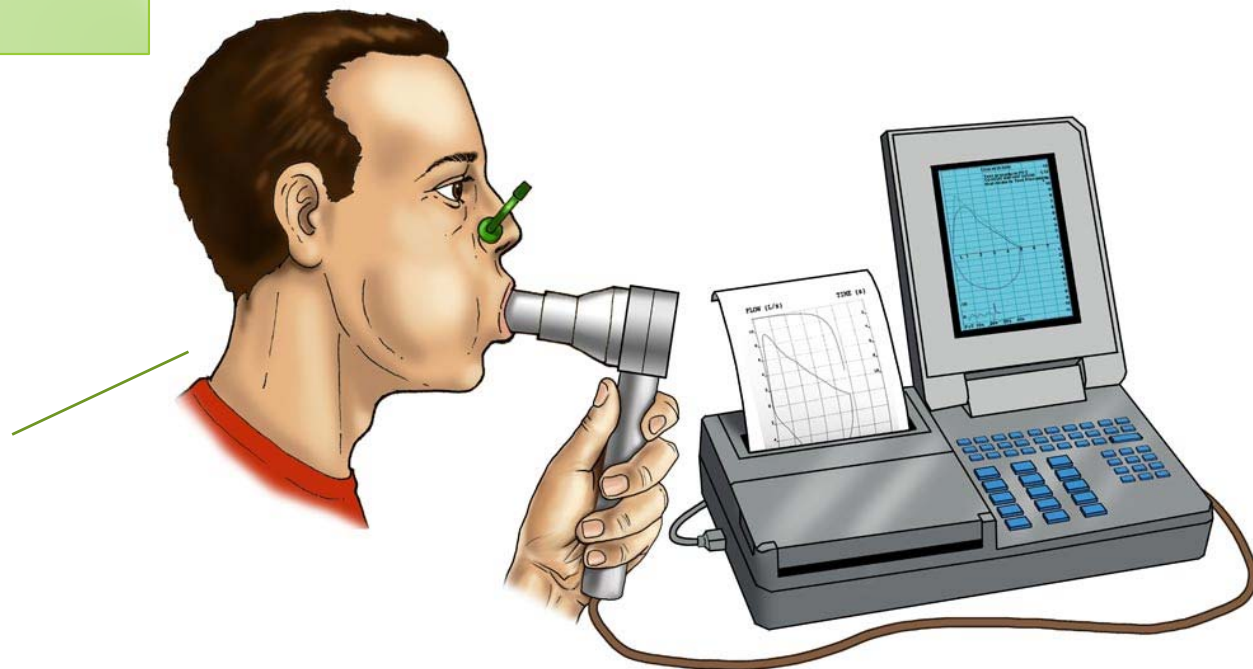
Spirografele de tip uscat măsoară CV numai în expirație maximă și forțată; expirația deplasează un cilindru metalic (îmbracat etanș cu un cilindru de cauciuc) care este solidar cu penița înregistratoare. Mișcarea cilindrului pune în funcțiune mecanismul de deplasare a hârtiei, pe care penița înscrie un traseu.



Spirometrie

Spirografe moderne-electronice

- O Microcomputere de dimensiuni reduse, cu ecran alb negru sau color
- O Imprimantă încorporată
- O Posibilitatea de stocare de date care realizează măsurători multiple



Indicații teste funcționale

Acuze sau date obiective care sugerează boli pulmonare cu afectarea funcției pulmonare

Afecțiuni musculare, nervoase sau osteo-articulare cu afectarea funcției pulmonare

Monitorizarea eficienței terapiei

Monitorizarea evoluției bolii

Monitorizarea funcției ventilatorii la pacienții expuși la substanțe iritante sau toxice pentru sistemul respirator

Examinări pentru angajare

Expertize medico-legale

Contraindicații teste funcționale

Hemoptizie

Pneumotorax

Boli cardio-vasculare instabile (IMA, HTA necontrolată, tromboembolism pulmonar recent)

Aneurisme (cerebrale, aortice)

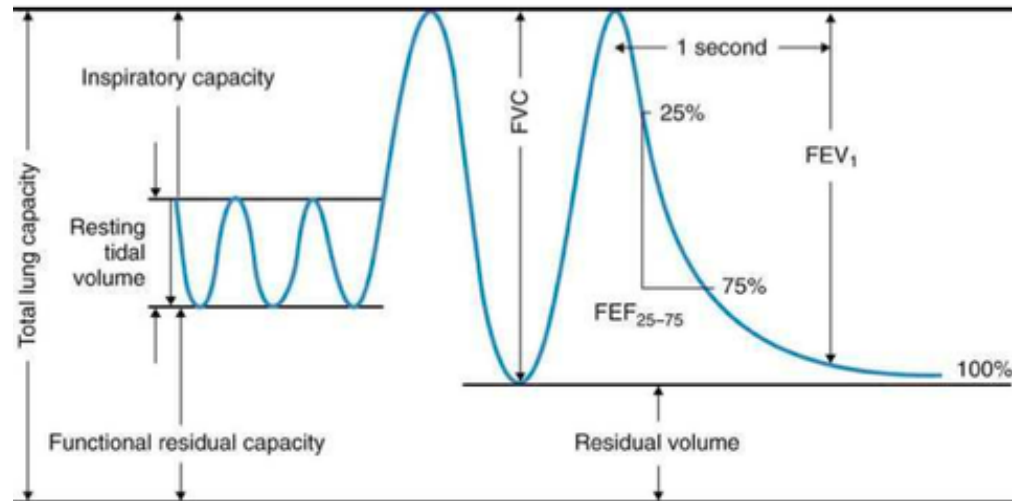
Intervenții chirurgicale oftalmologice recente

Intervenții chirurgicale sau toracice recente

Vomă, greață, diaree

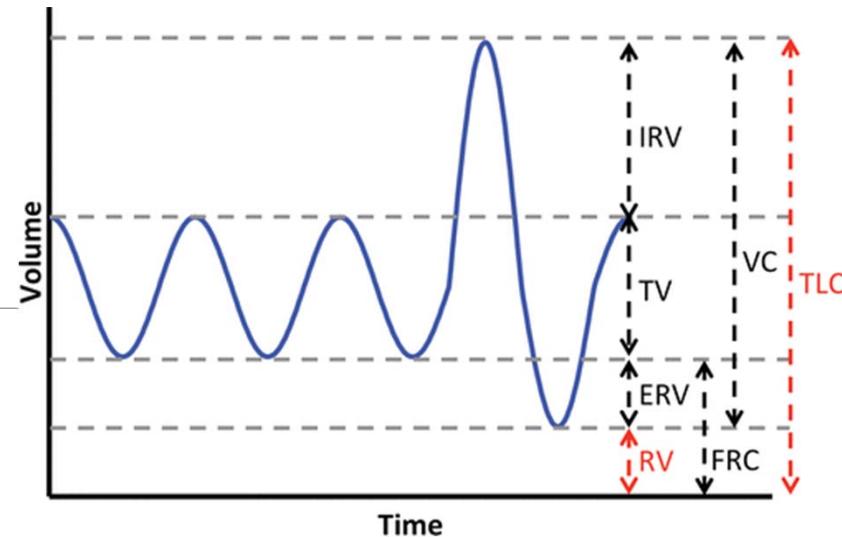
Pacienți sub 6 ani/ necooperanți

Înregistrarea volumelor pulmonare



Etapele înregistrării

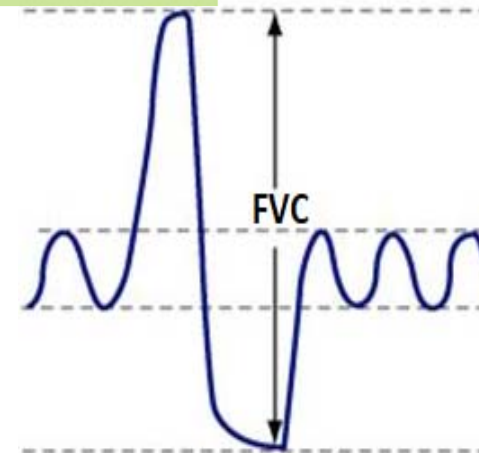
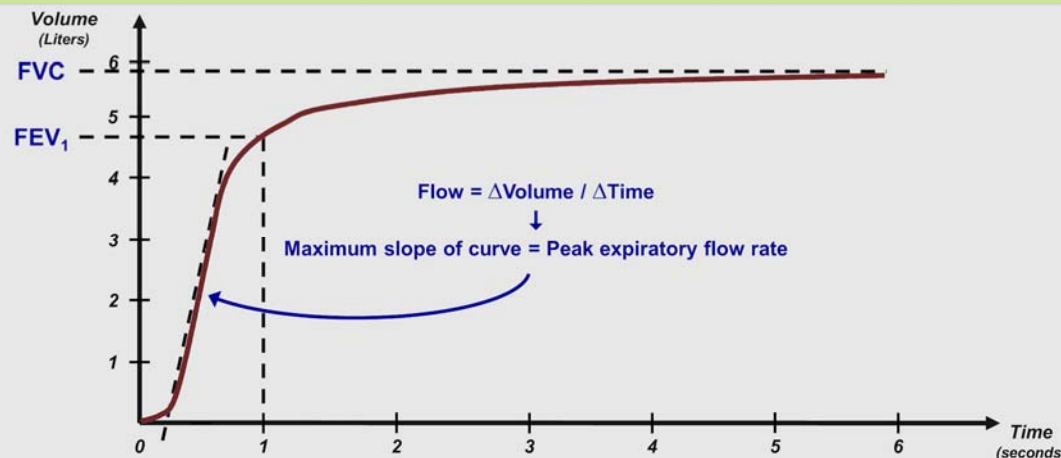
- Se explică subiectului manevrele care vor fi efectuate
- Se aplică o clemă nazală pe nasul subiectului
- Se cere subiectului să respire normal timp de un minut- se măsoară astfel volumul curent, frecvența respiratorie și debitul ventilator de repaus
- Apoi se solicită executarea unui inspir maxim urmat de un expir cat mai lent și mai complet posibil, astfel se măsoară capacitatea vitală și componentele sale: volum curent, volum inspirator de rezervă, volum expirator de rezervă
- Se cere apoi efectuarea unei respirații normale, timp de 15 secunde
- Pentru măsurarea volumului expirator maxim pe secundă (VEMS) se cere un inspir maxim, apoi apnee timp de 2 secunde și în final un expir maxim rapid



Determinarea volumelor și capacităților pulmonare statice-CV

Determinarea capacității vitale (CV, forced vital capacity, FVC)

Capacitatea vitală este cantitatea maximă de gaz expirată forțat după un inspir forțat



Înregistrarea capacității vitale se face frecvent prin metoda spiografică, cu ajutorul spiografului uscat
La majoritatea subiecților sănătoși capacitatea vitală poate fi expirată forțat în 3 secunde, dar acest timp este prelungit în afecțiunile obstructive

$CV = V_{IR} + V_T + V_{ER}$
Spirogramă-
spirometru umed

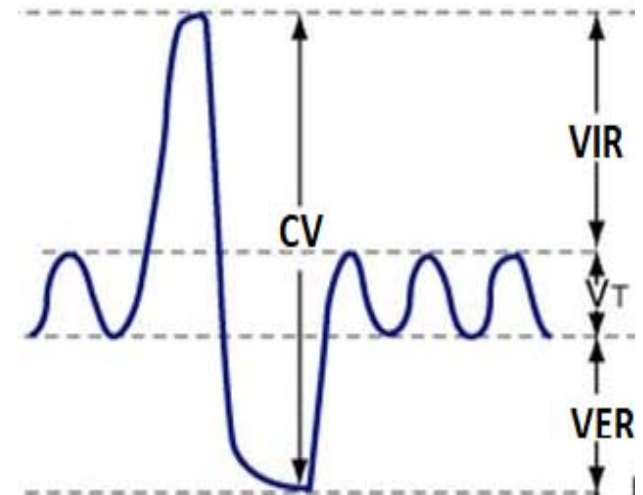
Determinarea volumelor și capacităților pulmonare statice-VT, VER, VIR

Determinarea volumului curent (VT), a volumului inspirator de rezervă (VIR) și a volumului expirator de rezervă (VER)

VT-volumul mobilizat în cursul unei respirații de repaus
Valoarea normală=500-800 ml

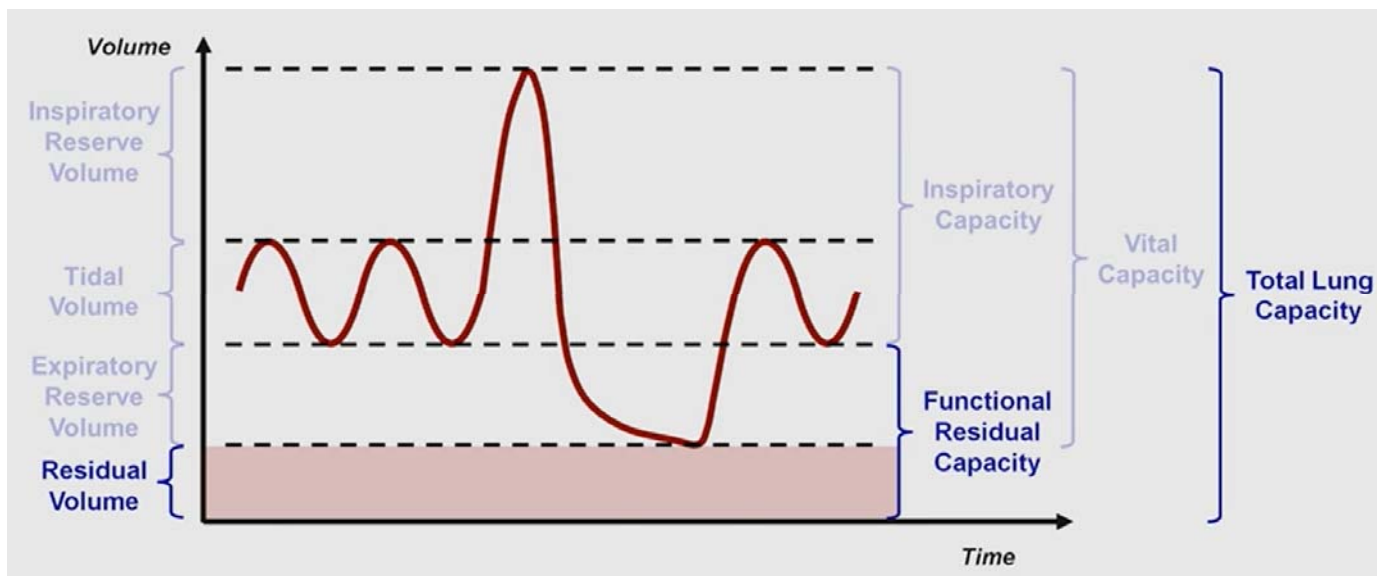
VER-volumul maxim de aer care poate fi eliminat printr-o expirație forțată, la finalul unei expirații normale
Valori normale=800-1500 ml

VIR-volumul maxim de aer care poate fi introdus în plămâni printr-o inspirație forțată, care urmează unei inspir de repaus
Valori normale 1800-2600 ml



$CV = VIR + VT + VER$
Spirogramă-
spirometru umed

Determinarea volumelor și capacităților pulmonare statice-Volumul rezidual



VR este volumul de gaz care rămâne în plămâni la sfârșitul unei expirații forțate
Nu poate fi eliminat din plămâni la subiectul în viață

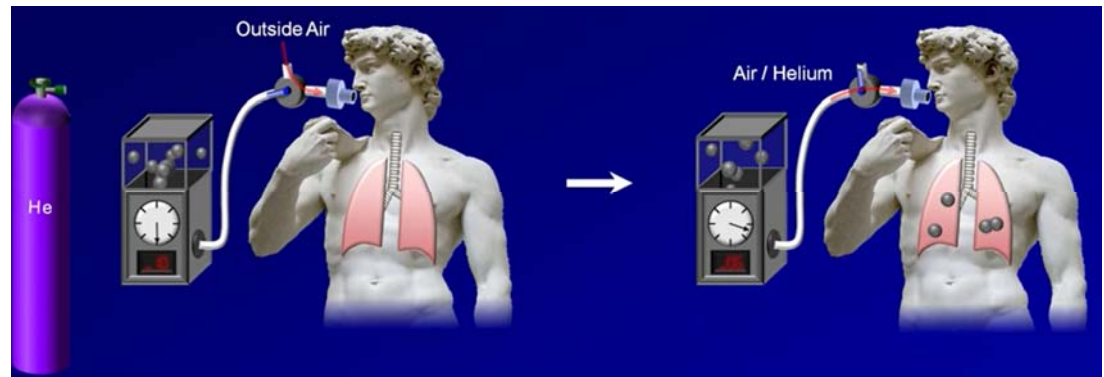
Valoarea normală este de aproximativ 1200-1800 ml, reprezintă 25% din capacitatea pulmonară totală
Această valoare crește în sindroamele obstructive

Determinarea volumelor și capacităților pulmonare statice-Volumul rezidual

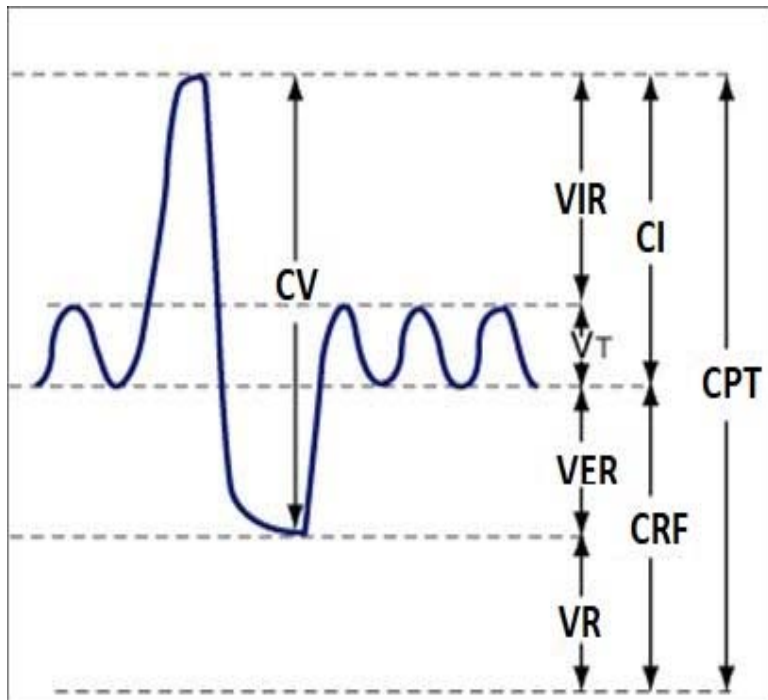
Determinarea volumului rezidual

Determinarea lui se face prin:

- ☐ Metoda diluției gazelor (ex. diluția cu heliu prin multiple respirații în circuit închis)
- ☐ Pletismografie corporală



Determinarea volumelor și capacităților pulmonare statice-CI, CRF, CPT



CI-capacitatea inspiratorie- este cantitatea maximă de aer care poate fi introdusă printr-un inspir forțat, care urmează după un expir de repaus

CRF-capacitatea reziduală funcțională, este volumul de gaz care rămâne în plămâni la sfârșitul unei expirații normale

CPT-capacitatea pulmonară totală-este volumul de gaz conținut în plămâni la sfârșitul unui inspir forțat
Valori normale=5500-7000ml

Raportarea la valori ideale

- ❑ Datorită variabilității mari de la individ la individ a parametrilor ventilatori se preferă exprimarea valorilor reale sub formă de procent din valorile ideale sau prezise, pentru subiectul respectiv
- ❑ Valoarea ideală este o valoare teoretică, calculată cu ajutorul unor formule de regresie, în funcție de :
 - ❑ Înălțime
 - ❑ Vârsta
 - ❑ Sex
 - ❑ Greutate
 - ❑ Rasă
- ❑ Formulele de regresie derivă din curbele de regresie realizate pe baza datelor obținute de la subiecți sănătoși, nefumători și fără semne clinice sau paraclinice de boală pulmonară



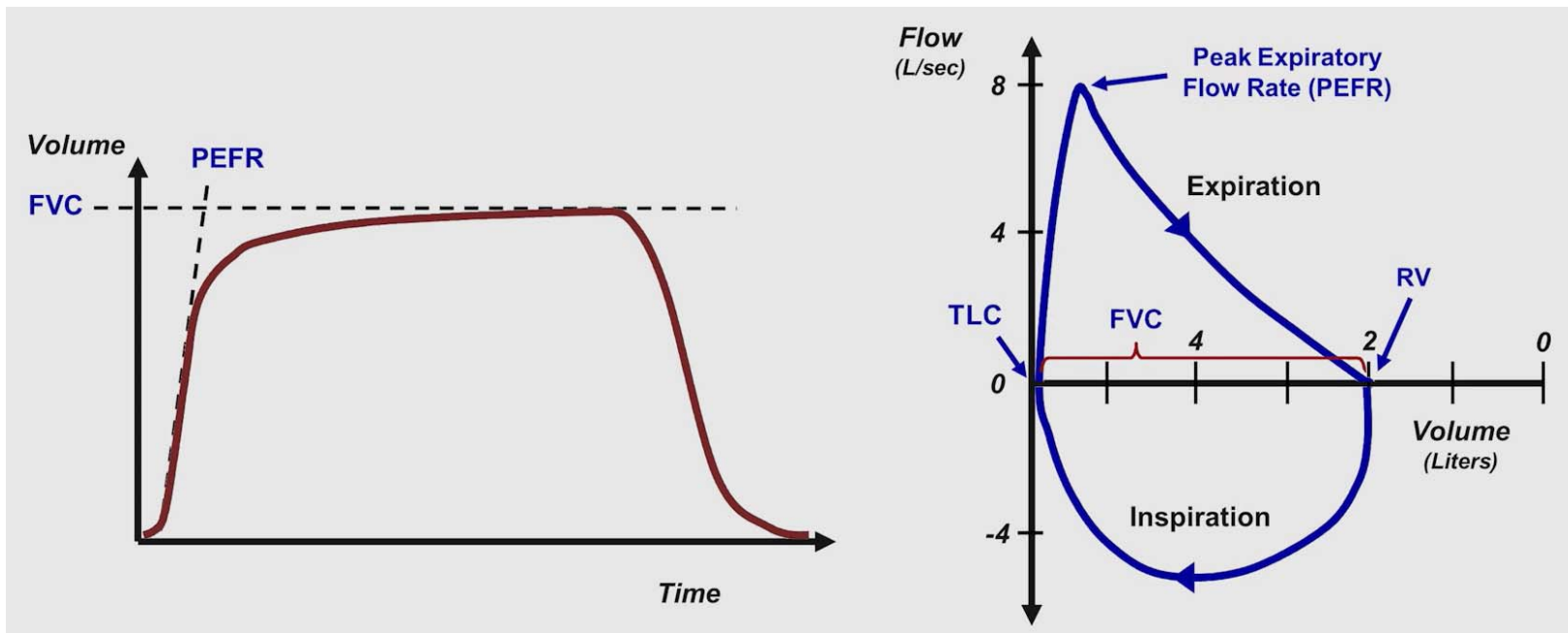
Raportarea la valori ideale

	% din valori ideale/teoretice
Capacitatea vitală forțată (FVC)	>80%
Volumul expirator maxim în 1 s (FEV1)	>80%
Debitul expirator forțat 25-75% (FEV 25-75%)	>80%
Rata vârfului debitului expirator (PEFR)	>80%
Indicele de permeabilitate bronșică (FEV1/FVC)	>70%
Capacitatea pulmonară totală (TLC)	>80%
Volumul rezidual	>80%

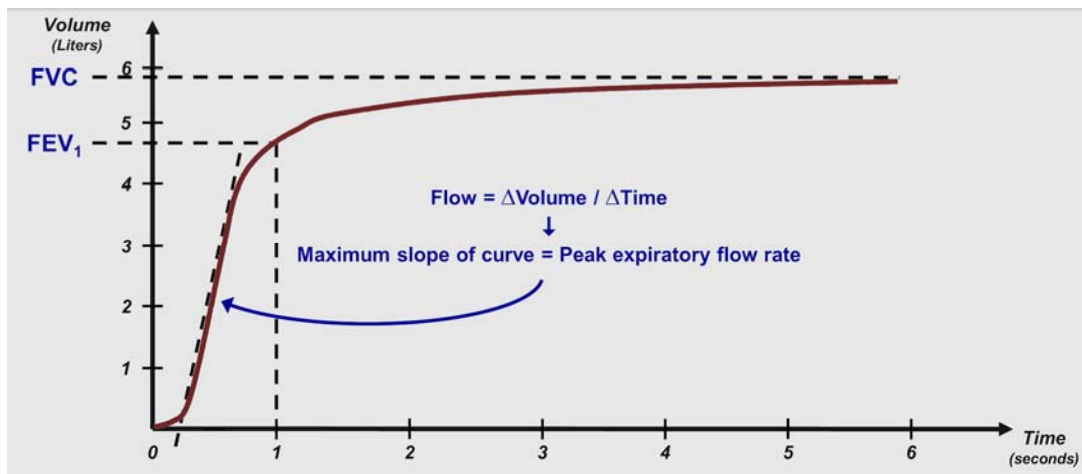
Valori normale pentru volumele și debitele pulmonare

Determinarea debitelor ventilatorii maxime

Expirația maximă și forțată poate fi înregistrată ca o expirogramă sau sub formă de curbă flux-volum

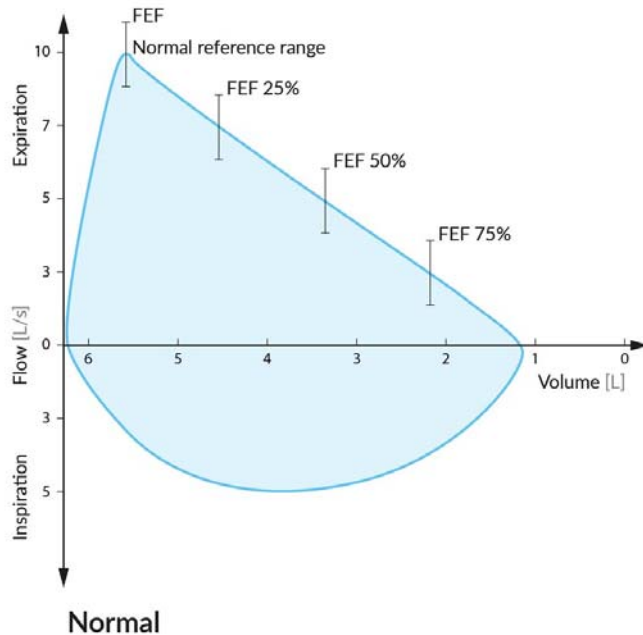


Determinarea debitelor ventilatorii maxime



- ❑ Volumul expirator maxim pe secundă (VEMS, forced expiratory volume 1, FEV₁)-este volumul de aer expulzat din plămâni în prima secundă a expirației rapide, forțate și maxime, care urmează unei inspirații maxime
- ❑ VEMS poate fi măsurat și la 2 sec (FEV₂) sau la 3 sec (FEV₃) de la începutul expirației, acest lucru se recomandă la tineri pentru surprindere cu mai multă sensibilitate a proceselor obstructive ale căilor aeriene periferice în stadiul inițial al BPOC

Determinarea debitelor ventilatorii maxime



- ❑ Debitul expirator forțat 25% (forced expiratory flow, FEF 25%) volumul de aer expirat forțat reprezentând 25% din capacitatea vitală forțată
- ❑ Debitul expirator forțat 75% (forced expiratory flow, FEF 75%) volumul de aer expirat forțat reprezentând 75% din capacitatea vitală forțată
- ❑ Debitul expirator forțat 25-75% (forced expiratory flow, FEF 25-75%) volumul de aer expirat forțat în perioada de mijloc a testului de înregistrare a capacității vitale forțate; reflectă expirul independent de efort și starea căilor aeriene mici

Indicele de permeabilitate bronșică- indicele Tiffneau

Este de primă importanță pentru evidențierea tulburărilor obstructive

Scăderea lui semnifică încetinirea fluxului de aer, semn primordial de obstrucție

Indicele de permeabilitate bronșică în limite normale caracterizează tulburările restrictive de ventilație

$$\frac{FEV_1}{FVC} \times 100$$

Sindroame obstructive

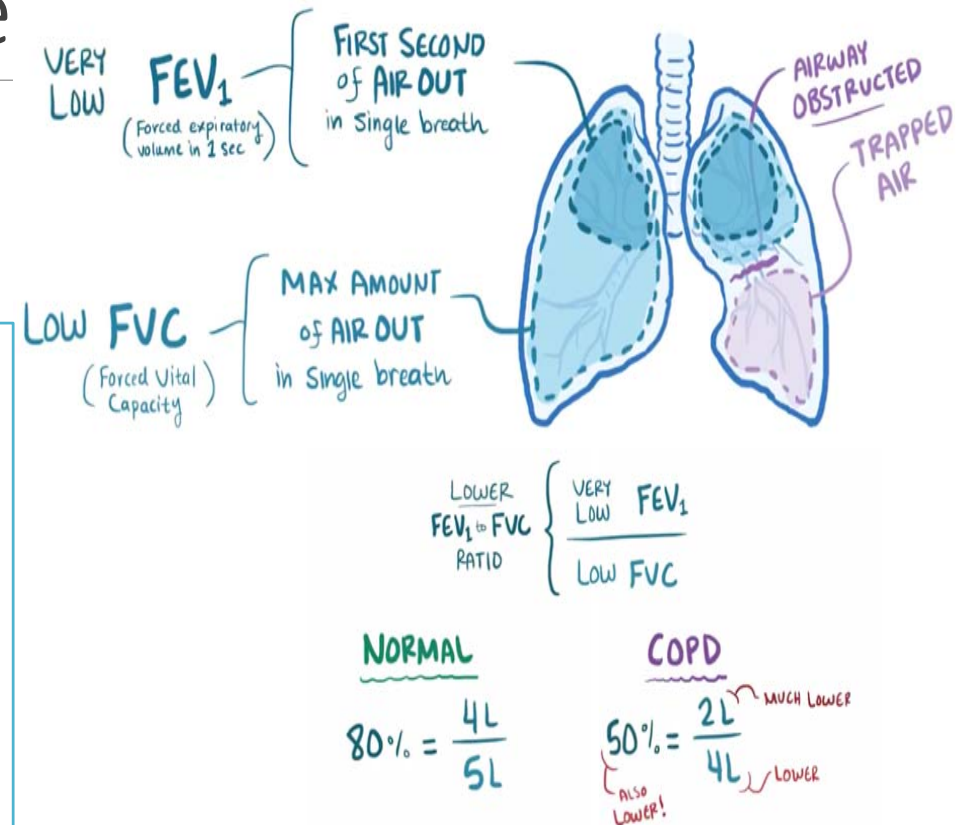
FEV foarte scăzut
FVC normal (poate fi și scăzut)
Indice Tiffneau scăzut
Volum rezidual crescut

Volumul rezidual- creșterea semnifică hiperinflație pulmonară, umplerea excesivă cu aer a spațiilor pulmonare

Hiperinflația pulmonară poate fi provocată de:

- ❑ Stenoza intrinsecă a căilor aeriene prin edem și infiltrație a mucoasei, secreții sau spasm al musculaturii bronșice
- ❑ Scăderea reculului elastic pulmonar prin ruperea pereților alveolari: emfizem pulmonar

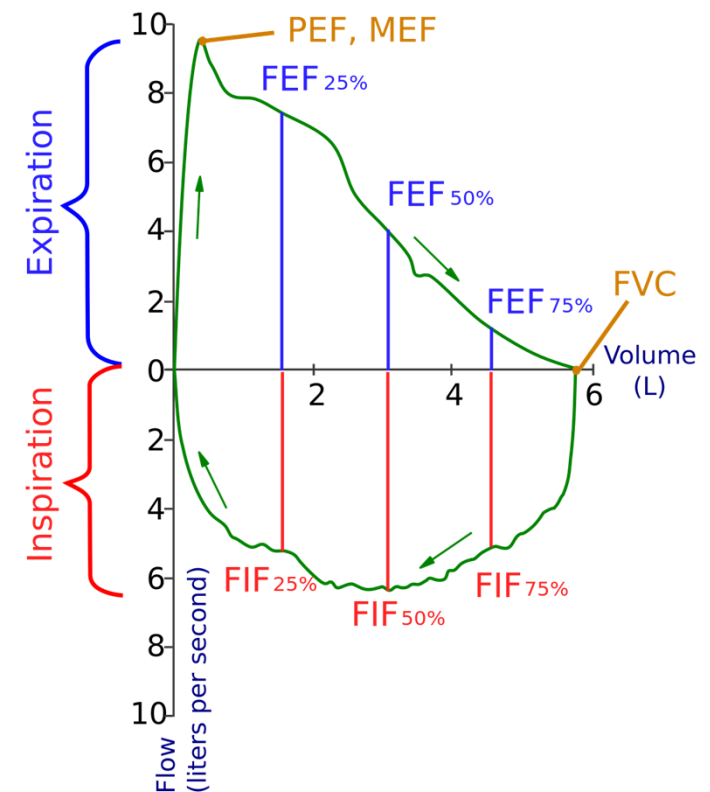
Creșterea volumului rezidual duce la creșterea CRF, CPT, cum se întâlnește în BPOC și astm bronșic



Bucła debit-volum

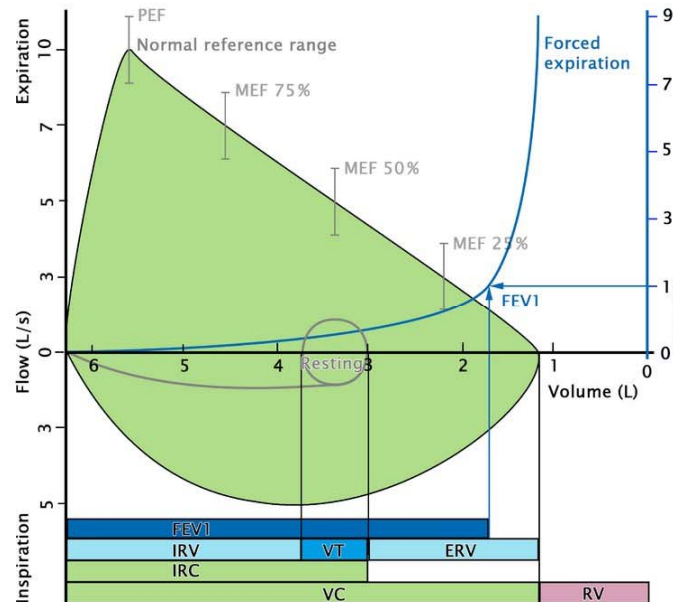
Este înregistrarea debitului expirator și volumelor, în timpul unor manevre de inspir și expir forțate

- În mod normal, curba începe pe axa orizontală, axa volumelor
- La începutul testului atât debitele cât și volumele sunt egale cu zero
- Odată cu începutul testului se ajunge rapid la un vârf, vârful debitului expirator (Peak expiratory flow, PEF). Dacă testul se efectuează corect acest vârf este atins în primele 150 ms ale testului. PEF este măsurat pe baza aerului expirat din căile aeriene superioare (trahee, bronșii)
- Apoi curba începe să coboare (debitul scade) pe măsură ce tot mai mult aer este expirat.
- După ce se expiră 25% din totalul aerului expirat (din capacitatea vitală) se înscrie parametrul FEF 25%.



Buclo debit-volum

- La jumătatea curbei se înscrie paramentru FEF 50%
- După ce 75% din totalul aerului a fost expirat, este atins paramentru FEF 75%
- Debitul mediu între punctele FEF25% și FEF 75% este un paramentru foarte important și este denumit FEF 25-75%- este primul paramentru care devine afectat în cele mai multe afecțiuni pulmonare



PEF = Peak expiratory flow

MEF = Mean expiratory flow 75/50/25%

FEV1 = Forced expiratory volume in 1 second

IRV = Inspiratory reserve volume

VT = Tidal volume

ERV = Expiratory reserve volume

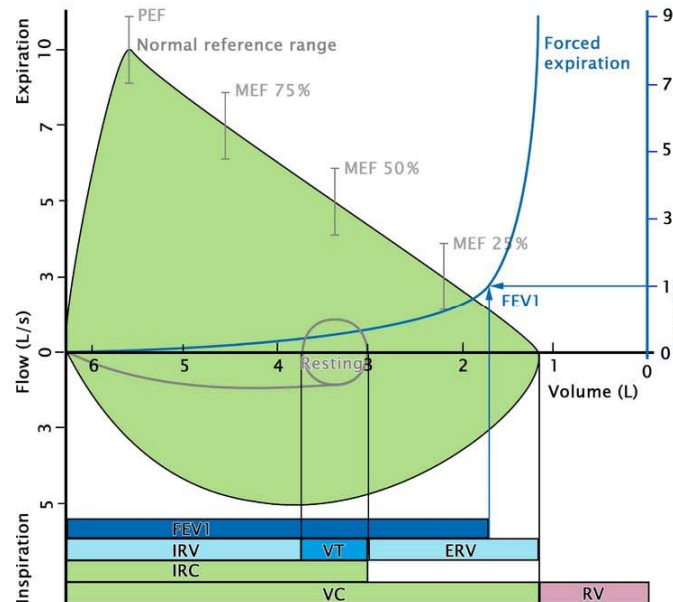
IRC = Inspiratory reserve capacity

VC = Vital capacity

RV = Residual volume

Bucła debit-volum

- Punctul corespunzător cu VEMS (FEV1) este de asemenea ilustrat pe curbă
- Atunci când debitul atinge valoarea zero, se înregistrează capacitatea vitală forțată (FVC)- pacientul a expirat forțat și total tot aerul inspirat



PEF = Peak expiratory flow

MEF = Mean expiratory flow 75/50/25%

FEV1 = Forced expiratory volume in 1 second

IRV = Inspiratory reserve volume

VT = Tidal volume

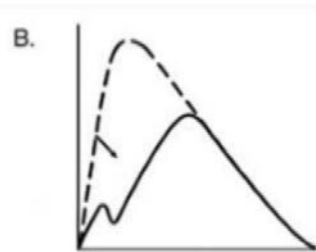
ERV = Expiratory reserve volume

IRC = Inspiratory reserve capacity

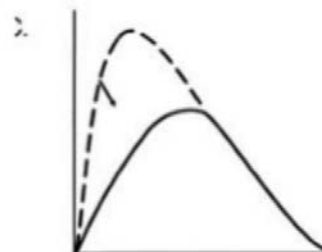
VC = Vital capacity

RV = Residual volume

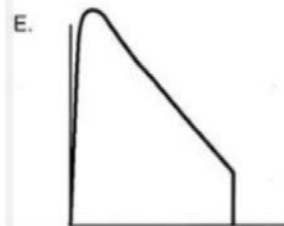
Curbe debit-volum incorrect efectuate



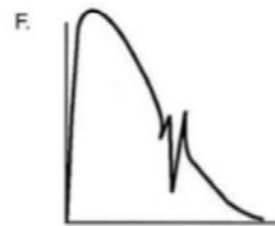
Hesitating start



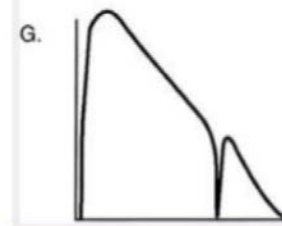
Not exert maximal effort at start of expiration



Early termination



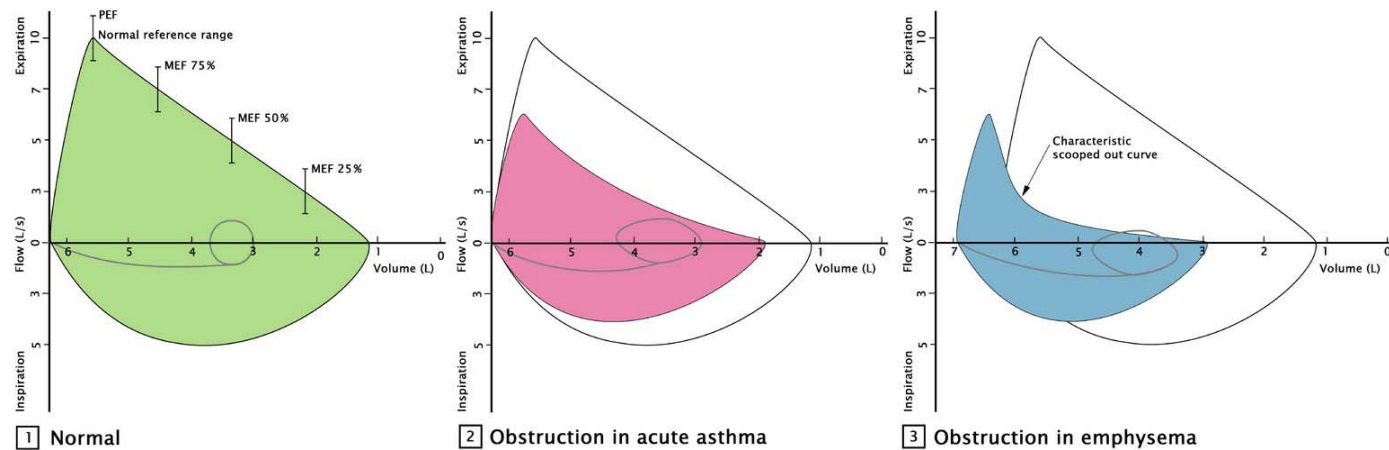
Coughing during 1st s



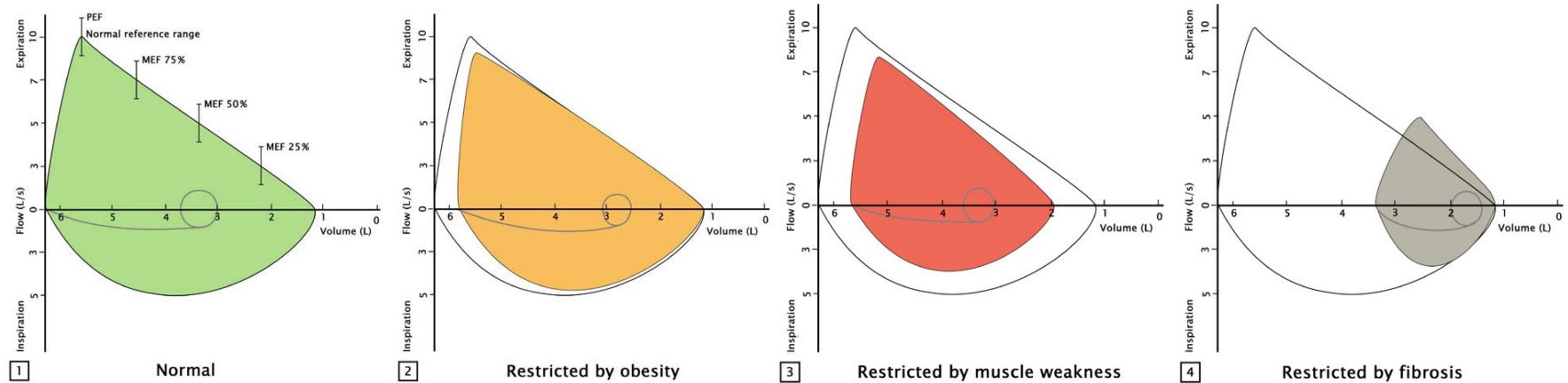
Stopped exhaling momentarily

Buclo debit-volum-morfologie în sindroame obstructive

Morfologia buclei debit-volum este foarte importantă. Dacă bucla este concavă, aceasta sugerează o obstrucție bronșică



Bucla debit-volum-morfologie în sindroame restrictive



Modificări spirografice în disfuncții ventilatorii

	FEV1	FVC	FEV1/FVC Indicele Tiffneau
Disfuncție ventilatorie obstructivă	Normal-obstrucții ușoare Scăzut-obstrucții moderat/severe	Normal-obstrucții ușoare/moderate Scăzut-obstrucții severe	Scăzut(<70%)
Disfuncție ventilatorie restrictivă	Normal Scăzut	Scăzut	Normal Crescut (>70%)

Întrebări

1. Ce este TV (TIDAL VOLUME)?
2. Ce este capacitatea pulmonară totală?
3. Ce este capacitatea vitală?
4. Ce este volumul rezidual?
5. Care sunt cele două modalități prin care se poate măsura CV?
6. Se poate măsura prin spirometrie schimbul de gaze?
7. Ce volume și capacități nu pot fi măsurate pe spirogramă?



Întrebări

8. Ce reprezintă FEV1?
9. Care este valoarea normală pentru FEV1?
10. Ce se întâmplă pe o spiogramă dacă pacientul se oprește prematur din expirul forțat?
11. Exemple de boli obstructive pulmonare?
12. Cum arată curba expiratorie în boli pulmonare obstructive?
13. Cum arată curba inspiratorie în bolile pulmonare obstructive?
14. Câteva exemple de boli restrictive pulmonare?
15. Cum este indicele Tiffneau în sindroamele ventilatorii restrictive?



Răspunsuri

1. Este volumul de aer inspirat sau expirat, în cursul unei respirații normale de repaus
2. Este volumul de aer conținut în plămâni la sfârșitul unui inspir forțat
3. Este cantitatea maximă de aer expirată, după un inspir forțat
4. Este volumul de aer care rămâne în plămâni după o expirație forțată
5. Prin grafic volum-timp (spirogramă clasică) și bucla debit-volum
6. Nu, acesta nu este măsurat prin spirometrie
7. VR, CRF, CPT



**"I don't have time to jog or lift weights.
If it weren't for smoking, my lungs
wouldn't get any exercise at all!"**

Răspunsuri

8. Forced expiratory volum in 1 second
9. >80% din valoarea prezisă
10. FVC este fals scăzută
11. BPOC, Astm bronic, bronșiectazii
12. Vârful este atins rapid, iar pe panta descendentă există o concavitate "scooped-out" ce indică o obstrucție expiratorie a fluxului de aer în căile aeriene mici
13. Curba inspiratorie este relativ normală
14. Fibroză pulmonară, pleurezie, cifoscolioza, afectarea centrului respirator
15. Normal sau crescut



**"I don't have time to jog or lift weights.
If it weren't for smoking, my lungs
wouldn't get any exercise at all!"**

Caz clinic nr 1

- FEV1/FVC 48%
- FVC: 3,24 L (86%)
- FEV1: 1,55 L (48%)
- FEF 25-75%: 0.64 L (28%)

Caz clinic nr 1

- FEV₁/FVC 48% - Scăzur sever
- FVC: 3,24 L (86%) - Normal
- FEV₁: 1,55 L (48%)- Scăzut sever
- FEF 25-75%: 0.64 L (28%) –Scăzut sever

Concluzie: sindrom obstructiv sever

Classification of Severity of Airflow Limitation in COPD

In patients with

GOLD 1: Mild	$FEV_1 \geq 80\%$ predicted
GOLD 2: Moderate	$50\% \leq FEV_1 < 80\%$ predicted
GOLD 3: Severe	$30\% \leq FEV_1 < 50\%$ predicted
GOLD 4: Very Severe	$FEV_1 < 30\%$ predicted

Caz clinic nr 2

- FEV1/FVC 59%
- FVC: 2,27 L (71%)
- FEV1: 1,34 L (49%)
- FEF 25-75%: 0.95 L (22%)

Caz clinic nr 2

- FEV₁/FVC 59% scăzut moderat
- FVC: 2,27 L (71%) ușor scăzut
- FEV₁: 1,34 L (49%) scăzut sever
- FEF 25-75%: 0.95 L (22%) scăzut sever

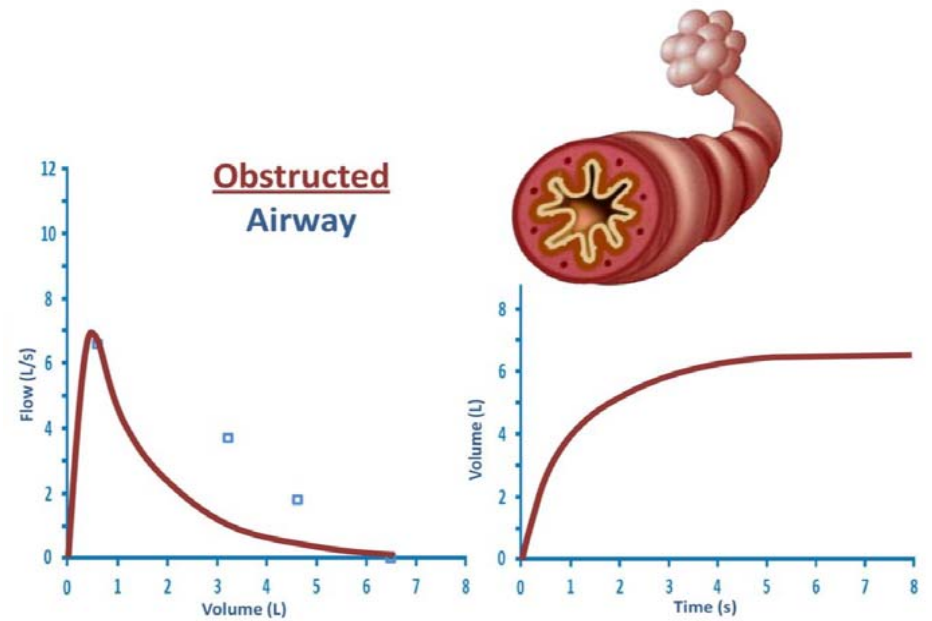
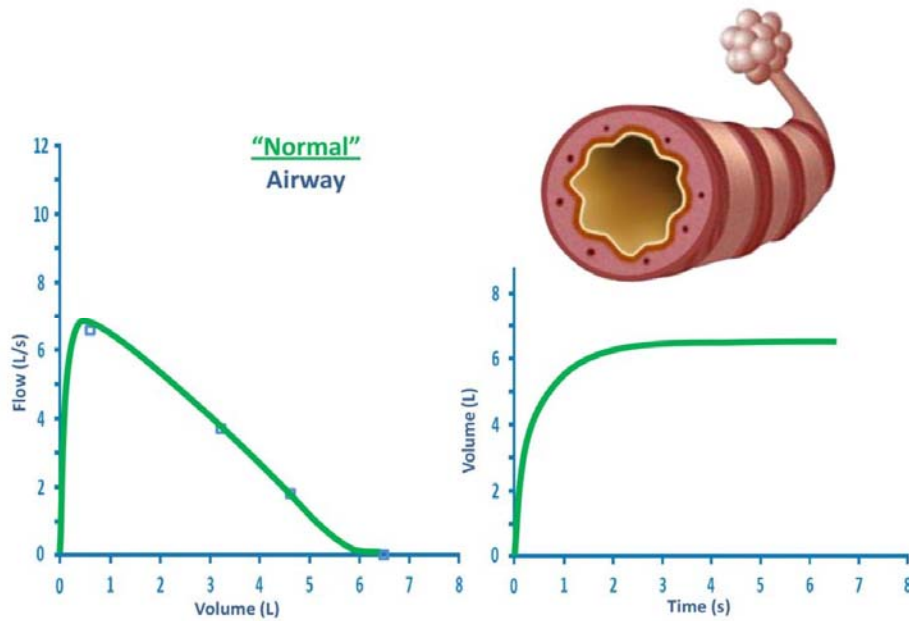
Concluzie: sindrom obstructiv moderat,
FVC scăzut ușor, nu se poate elimina
posibilitatea și unui sindrom restrictiv
prezent

Classification of Severity of Airflow Limitation in COPD

In patients with

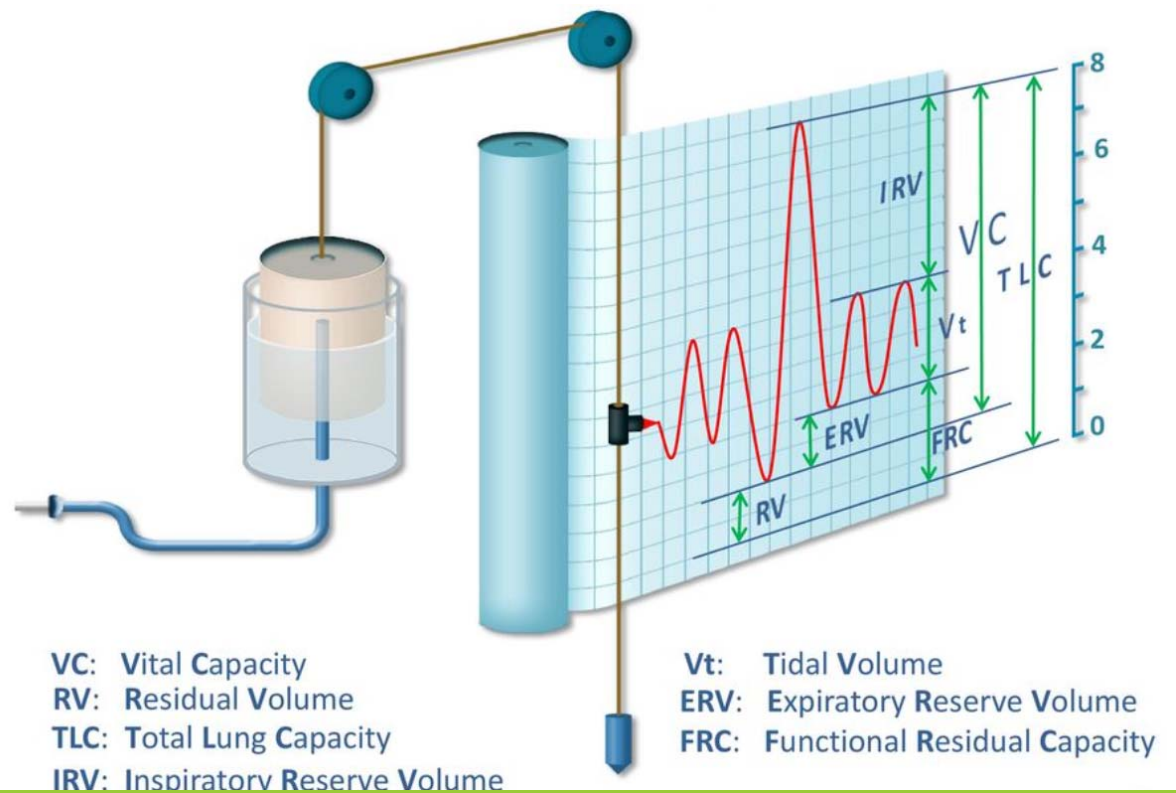
GOLD 1: Mild	FEV ₁ ≥ 80% predicted
GOLD 2: Moderate	50% ≤ FEV ₁ < 80% predicted
GOLD 3: Severe	30% ≤ FEV ₁ < 50% predicted
GOLD 4: Very Severe	FEV ₁ < 30% predicted

Sindroame obstructive-flow/volume și volume/time



Caz clinic nr 3

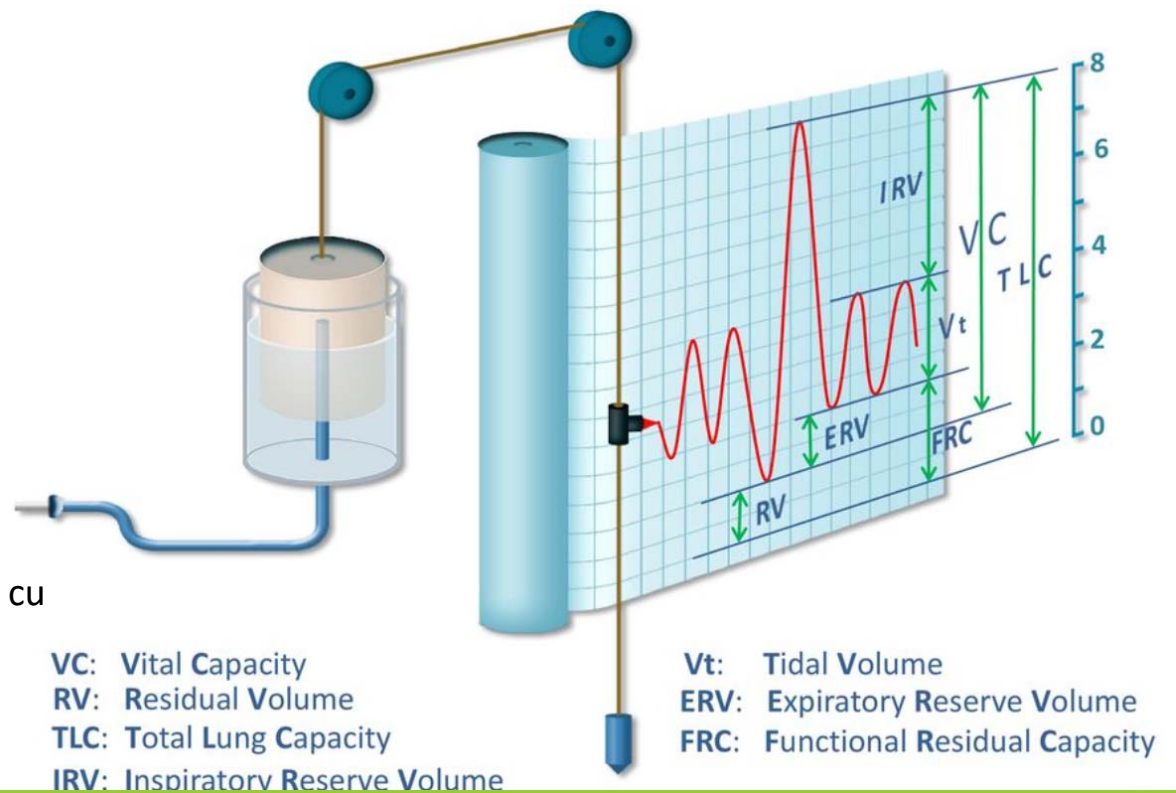
- FEV1/FVC 86%
- FVC: 2,49 L (61%)
- FEV1: 1,96 L (64%)
- FEF 25-75%: 2.83 L (98%)
- FRC: 1,94 L (59%)
- TLC: 4.03 L (70%)
- DLCO: 55%



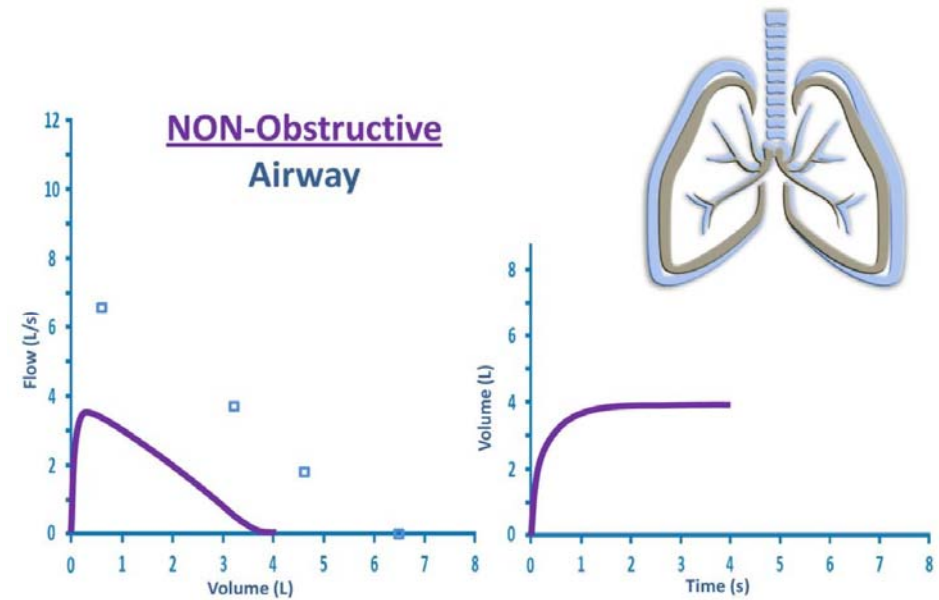
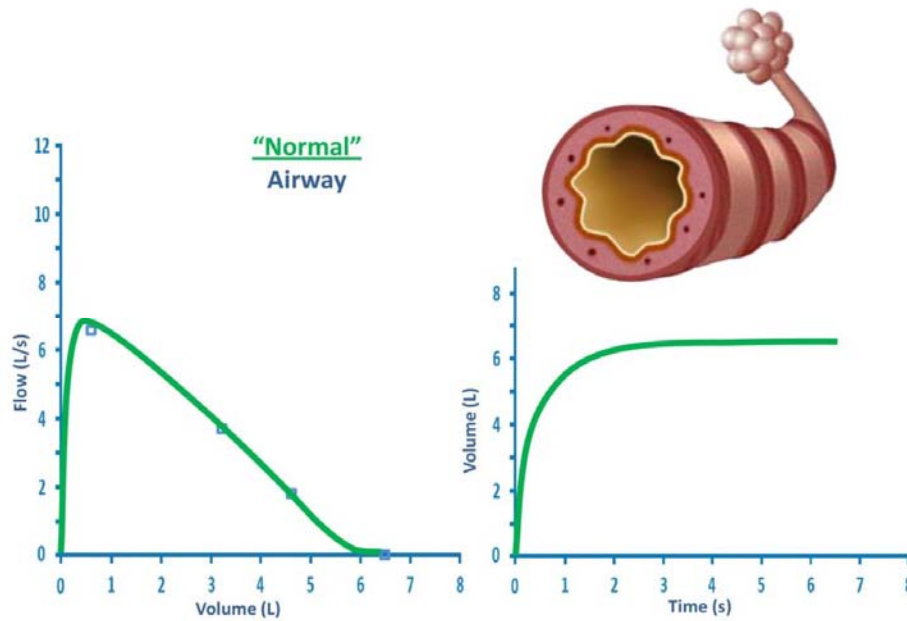
Caz clinic nr 3

- FEV1/FVC 86% normal
- FVC: 2,49 L (61%) moderat scăzut
- FEV1: 1,96 L (64%) moderat scăzut
- FEF 25-75%: 2.83 L (98%) normală
- FRC: 1,94 L (59%) scăzută
- TLC: 4.03 L (70%) scăzută
- DLCO: 55% scăzută

Concluzie: sindrom restrictiv moderat, cu scădere DLCO



Sindroame restrictive-flow/volume și volume/time



Caz clinic nr 4

- FEV1/FVC 56%
- FVC: 2,54 L (68%)
- FEV1: 1,41 L (49%)
- DLCO: 68%

Caz clinic nr 4

- FEV₁/FVC 56% moderat scăzută
- FVC: 2,54 L (68%) ușor scăzută
- FEV₁: 1,41 L (49%) sever scăzută
- DLCO: 68% ușor scăzută

Concluzie: sindrom obstructiv sever, cu scădere DLCO

Classification of Severity of Airflow Limitation in COPD

In patients with

GOLD 1: Mild	FEV ₁ ≥ 80% predicted
GOLD 2: Moderate	50% ≤ FEV ₁ < 80% predicted
GOLD 3: Severe	30% ≤ FEV ₁ < 50% predicted
GOLD 4: Very Severe	FEV ₁ < 30% predicted



Male 18 years, 168 cm, 61 kg

	Pred.	best	% (B/P)
FVC	3.71	3.51	95.1
FEV1	3.12	2.35	75.3
FEV1/FVC%	83,8	62.2	74.4
FEF25/75	4.31	1.8	41

Male 57 years, 182 cm, 78 kg

	Pred.	best	% (B/P)
FVC	4.86	4.92	101
FEV1	3.68	3.74	102
FEV1/FVC%	77	76	99
FEF25/75	3.44	3.10	88

Male 54 years, 178 cm, 92 kg

	Pred.	best	% (B/P)
FVC	4.60	3.25	78
FEV1	3.55	0.76	22
FEV1/FVC%	77	22	29
FEF25/75	3.51	0.22	6.1

Male 59 years, 170 cm, 82 kg

	Pred.	best	% (B/P)
FVC	4.10	1.45	33
FEV1	3.25	3.10	96
FEV1/FVC%		83	



Male 18 years, 168 cm, 61 kg			
	Pred.	best	% (B/P)
FVC	3.71	3.51	95.1
FEV1	3.12	2.35	75.3
FEV1/FVC%	83,8	62.2	74.4
FEF25/75	4.31	1.8	41
Male 57 years, 182 cm, 78 kg			
	Pred.	best	% (B/P)
FVC	4.86	4.92	101
FEV1	3.68	3.74	102
FEV1/FVC%	77	76	99
FEF25/75	3.44	3.10	88
Male 54 years, 178 cm, 92 kg			
	Pred.	best	% (B/P)
FVC	4.60	3.25	78
FEV1	3.55	0.76	22
FEV1/FVC%	77	22	29
FEF25/75	3.51	0.22	6.1
Male 59 years, 170 cm, 82 kg			
	Pred.	best	% (B/P)
FVC	4.10	1.45	33
FEV1	3.25	3.10	96
FEV1/FVC%		83	

Mild obstruction with small airway affection

Normal

Severe obstruction with small airway affection

Severe restriction

