Universitatea de Medicină şi Farmacie "Victor Babeş" Timişoara

Disciplina de Fiziopatologie

FIZIOPATOLOGIE

BFKT anul I

LP_06

Teste UZUALE de EXPLORARE FUNCȚIONALĂ RESPIRATORIE

2020

OBIECTIVE EDUCAŢIONALE

La sfârşitul acestei lucrări practice, studenţii trebuie să:

- Definească principiul și valoarea clinică a ***testelor funcționale respiratorii.***
- Cunoască semnificația funcțională și să interpreteze parametrii ventilometrici determinați prin ***spirometrie forțată.***
- Solicite și să interpreteze ***testele bronhomotorii.***
- Solicite și să interpreteze ***variabilitatea PEFR.***

CUPRINS

I. Disfuncțiile VENTILATORII

- Definiție
- Factori DETERMINANȚI ai VENTILAȚIEI EXTERNE

II. Teste FUNCȚIONALE RESPIRATORII

A. Spirometria FORȚATĂ

B. Testele BRONHOMOTORII

C. Monitorizarea PEFR

III. Teste și CAZURI CLINICE

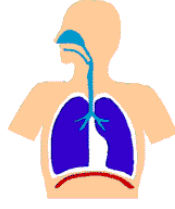
IV. Take HOME MESSAGES !

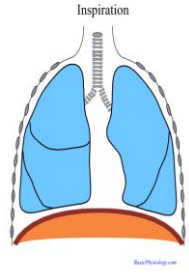
I. Disfuncțiile VENTILATORII

❑ **Definiție:** alterarea schimburilor de gaze respiratorii (CO_2 și O_2) dintre aerul alveolar și mediul extern (aerul ambiant) = VENTILAȚIE EXTERNĂ

❑ **Factori DETERMINANȚI ai VENTILAȚIEI EXTERNE:**

1. **Țesutul pulmonar FUNCȚIONAL** = MASA de țesut pulmonar care **participă la schimburile** de CO_2 și O_2
2. **Reculul ELASTIC pulmonar =** FORȚA care se OPUNE:
   - distensiei excesive a **alveolei** în timpul INSPIRAȚIEI
   - colabării **alveolei/căilor respiratorii** în timpul EXPIRAȚIEI
3. **Rezistența la FLUX =** FORȚA care se OPUNE curgerii fluxului de aer în **căile respiratorii** – maximă în timpul EXPIRAȚIEI
4. **Efortul VENTILATOR** = CAPACITATEA mușchilor respiratori de a efectua respirații de **amplitudine maximă**





II. Teste FUNCȚIONALE RESPIRATORII

A. Spirometria FORȚATĂ

B. Testele BRONHOMOTORII

C. Monitorizarea PEFR

5

A. SPIROMETRIA FORȚATĂ

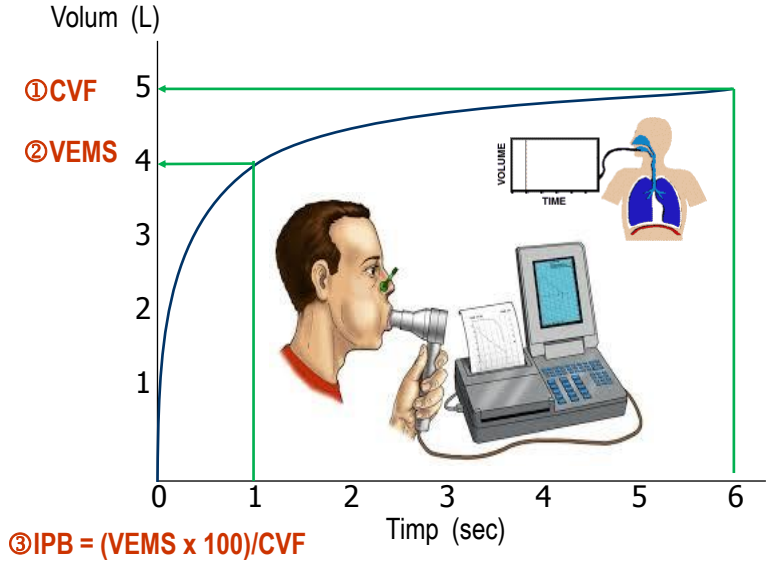
❑ **Principiu:** înregistrarea grafică a variațiilor de *volum* și de *debit* ale aerului, în timpul efectuării unor **manevre ventilatorii în spirometru** cu:

- **Obținerea *curbelor ventilatorii***
  - **a.** Curba *volum-timp (expirograma)*
  - **b.** Curba *flux-volum*
  - **c.** Curba *ventilației maxime directe*
- **Determinarea automată a *parametrilor ventilometrici***
- **Exprimarea *% a valorilor actuale* ale parametrilor ventilometrici determinați în funcție de *valorile ideale*** în funcție de:
  - Vârstă
  - Sex
  - Talie
  - Rasă

❑ **Valoare CLINICĂ:** metodă **UZUALĂ** de **DIAGNOSTIC** și **MONITORIZARE** a **disfuncțiilor ventilatorii** (DV) din **bolile pulmonare cronice.**

6

a) Expirograma FORȚATĂ – Manevra VENTILATORIE



③IPB = (VEMS x 100)/CVF

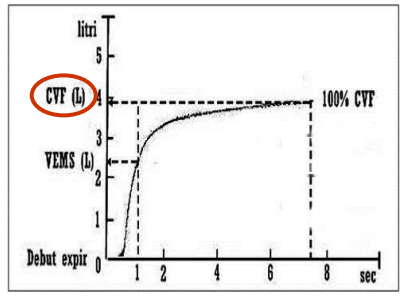
a) Expirograma FORȚATĂ – Parametrii VENTILOMETRICI

①CVF (FVC)

- **Definiție:** volumul **maxim de aer eliminat din plămâni** în cursul unei *expirații maxime și forțate* care urmează unei *inspirații maxime*

- **Valoare NORMALĂ:**
  - ☞**CVF actuală ≥ 80% CVF ideală**

- **Valoare CLINICĂ:**
  - Evaluează:
    1. ↓ Masei de țesut pulmonar funcțional
    2. ↑ Recului elastic pulmonar în timpul INSPIRAȚIEI (fibroză)
    3. ↓ Efortului ventilator



- Scăderea CVF definește **disfuncția ventilatorie restrictivă (DVR)**

a) Expirograma FORȚATĂ – Parametrii VENTILOMETRICI

②VEMS (FEV.1)

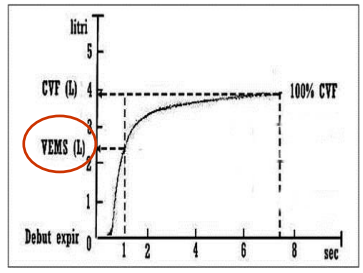
❑ **Definiție:** volumul **maxim de aer eliminat din plămâni în prima secundă a CVF**

❑ **Valoare NORMALĂ:**

☞ **VEMS actual ≥ 80% VEMS ideal**

❑ **Valoare CLINICĂ:**

- Evaluează:
  1. ↓ Masei de țesut pulmonar funcțional
  2. ↑ Reculului elastic pulmonar în timpul INSPIRAȚIEI (fibroză)
  3. ↓ Reculului elastic pulmonar în timpul EXPIRAȚIEI (emfizem)
  4. ↑ Rezistenței la flux în **C.R. proximale cu diametru > 2 mm** (obstrucție bronșică proximală prin spasm, edem, secreții)
  5. ↓ Efortului ventilator



Severitatea DV	VEMS
Ușoară	79-60%
Moderată	59-40%
Severă	≤ 39%

- Scăderea VEMS definește **SEVERITATEA disfuncției ventilatorii**

a) Expirograma FORȚATĂ – Parametrii VENTILOMETRICI

③IPB (FEV.1/FVC%) = Indicele de Permeabilitate Bronșică

❑ **Definiție:**

IPB = (VEMS x 100)/CVF

❑ **Valoare NORMALĂ:**

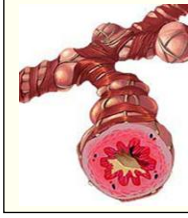
☞ **IPB actual ≥ 70% IPB ideal**

❑ **Valoare CLINICĂ:**

- Evaluează:
  1. ↓ Reculului elastic pulmonar în timpul EXPIRAȚIEI (emfizem)
  2. ↑ Rezistenței la flux în **C.R. proximale cu diametrul > 2 mm** (obstrucție bronșică proximală prin spasm/edem/secreții)
  3. ↓ Efortului ventilator

Bronhii normale, permeabile

Bronhii obstruate prin spasm, edem și secreții



- Scăderea IPB definește **disfuncția ventilatorie obstructivă (DVO)**

a) Expirograma FORȚATĂ – Disfuncții VENTILATORII

Parametri	VN	DVR	DVO	DVM
CVF (FVC%)	≥ 80%	↓	N	↓
VEMS (FEV.1%)	≥ 80%	↓	↓	↓
IPB (FEV.1/FVC%)	≥ 70%	N	↓	↓

LEGENDĂ:
DVO = disfuncție ventilatorie obstructivă
DVR = disfuncție ventilatorie restrictivă
DVM = disfuncție ventilatorie mixtă

---- SPIROMETRY ----	Actual	Pred	%Pred
FVC (L)	5,07	5,62	90
FEV1 (L)	*2,81	4,53	*62
FEV1/FVC (%)	*55	81	*68

Observație!
DVM poate apărea atunci când **DVO este foarte severă,** ca de exemplu ***în criza severă de astm bronșic*** !

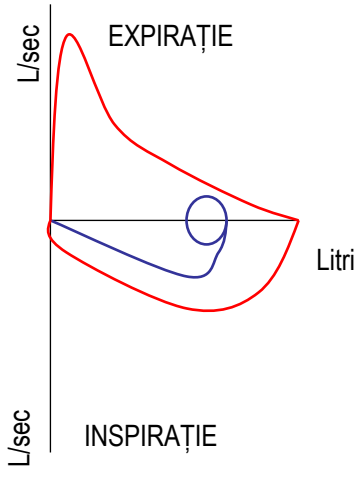
Interpretare:
DVO ușoară

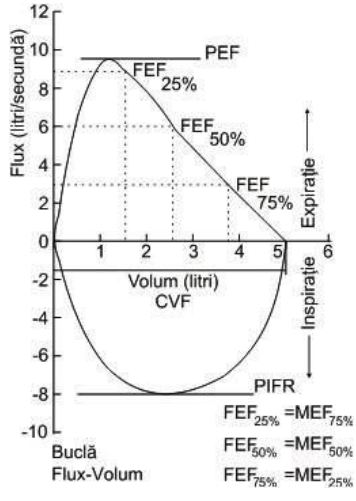
Valori interpretate:
FVC = 90% (N)
FEV.1 = 52% (↓)
FEV.1/FVC = 68% (↓)

LEGENDĂ:
Actual = valori determinate
Pred = valori ideale

11

b) Curba FLUX-VOLUM – Manevra VENTILATORIE





Curba flux-volum

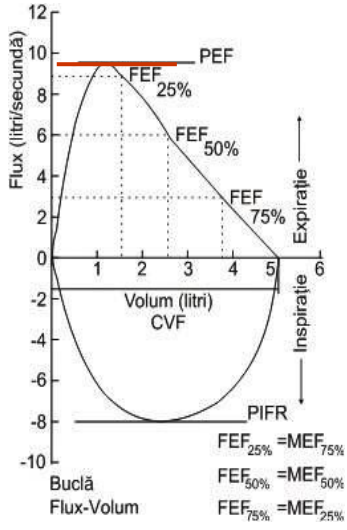
12

b) Curba FLUX-VOLUM – Parametrii VENTILOMETRICI

①**PEF** (fluxul expirator forţat maxim instantaneu de vârf sau FEF max)

- **Definiţie:** valoarea **maximă** a **fluxului de aer expirat,** atins în cursul eliminării **CVF**
- **Valoare NORMALĂ:**
  - ☞**PEF% actual ≥ 80% din PEF ideal**
- **Valoare CLINICĂ:**

1. Plasarea PEF (**„vârful"** curbei) **înaintea eliminării primilor 25% din CVF** este un indicator al **unei bune manevre expiratorii forţate !**
   - **PEF ↓ + VEMS ↓** = are aceeași semnificație ca VEMS ↓
   - **PEF ↓ + VEMS N** = manevră incorectă
2. Monitorizarea **obstrucției din astmul bronșic** prin **peakflowmetrie** (PEFR)

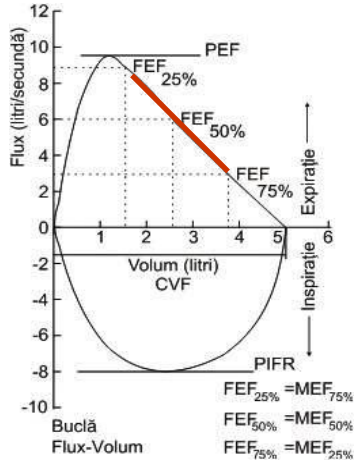


b) Curba FLUX-VOLUM – Parametrii VENTILOMETRICI

②**$FEF_{25-75\%}$** (fluxul expirator forţat mediu între 25-75% din CVF)

- **Definiţie:** valoarea **medie** a fluxului de aer atins după eliminarea primilor 25% din CVF până în momentul eliminării ultimilor 75% din **CVF**
- **Valoare NORMALĂ:**
  - ☞**$FEF_{25-75\%}$ ≥ 65% din $FEF_{25-75\%}$ ideal**
- **Valoare CLINICĂ:**

- Evaluează:
  1. ↓ Reculului elastic pulmonar în timpul EXPIRAȚIEI (emfizem)
  2. ↑ Rezistenței la flux în **C.R. distale cu diametrul < 2 mm** (obstrucție bronșică distală prin spasm/edem/secreții)
- **NU** depinde de efortul ventilator!
- Scăderea $FEF_{25-75\%}$ definește **sindromul obstructiv bronșic distal (SOBD)**



Diagnosticul disfuncțiilor VENTILATORII EXTERNE

	VN	DVR	SOBD	DVO	DVM
FVC%	≥ 80%	↓	N	N	↓
FEV.1%, PEF%	≥ 80%	↓	N	↓	↓
FEV.1/FVC%	≥ 70%	N	N	↓	↓
FEF $_{25\text{-}75\%}$	≥ 65%	N	↓	↓	↓

Care este semnificația valorilor scăzute ale parametrilor ventilometrici de mai jos?

Forced Vital Capacity

Parameter	UM	Pred.	LLN	TEST#1	%Pred.
Best FVC	l(btps)	3.76	3.04	3.88	103.2
Best FEV1	l(btps)	3.26	2.62	2.62	80.3
FVC	l(btps)	3.76	3.04	3.88	103.2
FEV1	l(btps)	3.26	2.62	2.62	80.3
PEF	l/sec	7.24	5.73	4.97	68.7
PIF	l/sec			3.76	
FEV1/FVC%	%	81.7	70.8	77.4	82.5
FEF25-75%	l/sec	3.76	2.33	1.87	49.9

15

Cauzele disfuncțiilor VENTILATORII EXTERNE

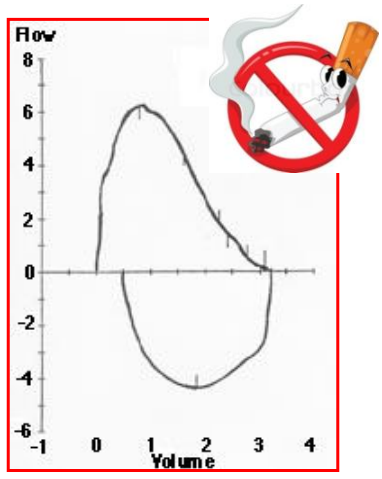
Tip	CAUZE
DVO	– Criza <u>ușoară-moderată</u> de astm bronșic (AB) – Bronhopneumopatia obstructivă bronșică (BPOC)
DVR	▪ **Parenchimatoasă** (scăderea masei de țesut pulmonar funcțional) – Fibroza pulmonară – TBC pulmonar
	▪ **Extraparenchimatoasă** (scăderea capacității de efort ventilator) – Obezitate – Boli neuro-musculare (ex: miastenia gravis) – Afecțiuni ale cutiei toracice (ex: spondilita anchilozantă)
DVM	– Criza <u>severă</u> de astm bronșic (AB) = *obstrucție bronșică severă, dar reversibilă !* – TBC + BPOC la fumători! = *DVR parenchimatoasă* (TBC) + DVO cu *obstrucție bronșică parțial reversibilă / fixă* (BPOC)!

16

EXERCIȚII

Valori interpretate !

TEST	PRED.	MEAS.	%
FVC	6.0 L	5.0 L	83 %
FEV.1	4.8 L	4.1 L	85 %
FEV.1/FVC	80 %	64,8%	82%
$FEF_{25-75\%}$	2,8 L	2,11	75%



M.N., sex M, 18 ani, 175 cm, 75 kg

Nefumător

Clinic normal

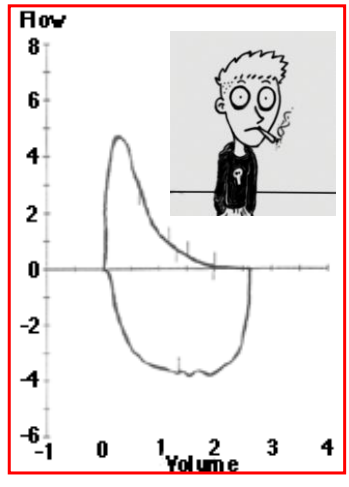
Interpretare:

17

EXERCIȚII

Valori interpretate !

TEST	PRED.	MEAS.	%
FVC	5.5 L	4.5 L	82 %
FEV.1	4.6 L	3.0 L	62 %
FEV.1/FVC	89%	58%	66%
$FEF_{25-75\%}$	2,5 L	1,4 L	56%



M.N., sex M, 28 ani, 175 cm, 71 kg
Fumător de 10 ani, 10 țigări/zi
Dispnee de efort
Tuse productivă matinală de 3 luni

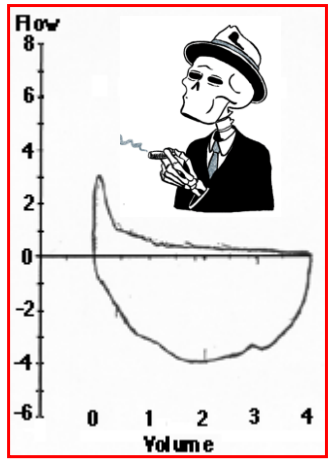
Interpretare:

18

EXERCIȚII

Valori interpretate !

TEST	PRED.	MEAS.	%
FVC	4.5 L	3.7 L	82 %
FEV.1	3.6 L	1.8 L	39 %
FEV.1/FVC	80 %	39,2 %	49%
$FEF_{25-75\%}$	2,3 L	0,3 L	13%



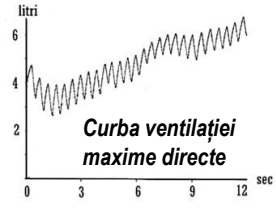
M.N. Sex M, 58 ani, 175 cm, 51 kg
Fumător de 40 ani, 20 țigări/zi
Dispnee de repaus
Tuse productivă

Interpretare:

c) VENTILAŢIA MAXIMĂ (V'_{max})

- **Definiție:** volumul maxim de aer care poate trece prin plămâni în decurs de **1 min**
- **Parametri:**
  a. **Ventilația maximă DIRECTĂ (V'_{max} directă):** volumul maxim de aer mobilizat timp de **12 secunde**, prin respiraţii cu amplitudine şi frecvenţă maximă

     V'_{max} directă = (volum aer ventilat /12 sec) x 5



  b. **Ventilația maximă INDIRECTĂ (V'_{max} indirectă):** teoretic ventilația maximă este atinsă dacă pacientul efectuează **40 de respirații** de amplitudinea VEMS

     V'_{max} indirectă = 40 x VEMS

- **Valoare NORMALĂ: V'_{max} actuală ≥ 80% din V'_{max} ideală**
- **Valoare CLINICĂ:**

1. **V'_{max} directă** → ***gradul de limitare*** a efortului fizic
   – *medicina sportivă*
   – *medicina muncii*
2. **V'_{max} indirectă < 30%** definește **DVM**

SEVERITATE	V'max
Ușoară	79-60%
Moderată	59-40%
Severă	≤ 39%

II. Teste FUNCȚIONALE RESPIRATORII

A. Spirometria FORȚATĂ

B. Testele BRONHOMOTORII

C. Monitorizarea PEFR

21

B. Testele BRONHOMOTORII

❑ **Definiție:** teste de evidențiere a hiperreactivității bronșice **(HRB = răspuns bronhoconstrictor exagerat)** prin administrarea **inhalatorie** a unor **agenți bronhomotori:**

- Bronhoconstrictori → metacholină
- Bronhodilatatori → salbutamol

①Testul BRONHOCONSTRICTOR la <u>Metacholină</u>

- **Principiu:** prin administrare repetată de metacholină în doze crescânde, se determină **parametrul $PC_{20\%}$** = concentrația de metacholină la care are loc scăderea **VEMS-ului cu cel puțin 20%** față de valoarea bazală (normală !)
- **Interpretare:**
  - **a. Test pozitiv**: **$PC_{20\%}$ < 16 mg/mL ⇒ HRB prezentă = Astm bronșic**
    - *de graniță: $PC_{20\%}$ = 4 – 16 mg/ml*
    - *ușoară: $PC_{20\%}$ = 1 – 4 mg/ml*
    - *moderat-severă: $PC_{20\%}$ = < 1 mg/ml*
  - **b. Test negativ: $PC_{20\%}$ > 16 mg/mL ⇒ HRB absentă = BPOC**

22

B. Testele BRONHOMOTORII

②Testul B.D. la Salbutamol

- **Prinicpiu:** se administrează 1-2 pufuri la subiecții cu **VEMS scăzut** și se repetă VEMS după10-15 min
- **Interpretare ⇒ % Modif = ΔVEMS pre/post BD**
  - **Test pozitiv:** ΔVEMS pre/post BD ≥ 12% ⇒ HRB prezentă + Obstrucție bronșică ACUTĂ *total reversibilă* = **Criza de ASTM BRONȘIC**
  - **Test negativ:** ΔVEMS pre/post BD < 12% ⇒ HRB absentă + Obstrucție bronșică CRONICĂ *parțial reversibilă/fixă* = **BPOC**

Interpretare:
Pre-BD

CVF = 88%
VEMS = 70%
IPB = 70%
PEF = 78%
FEF_{25-75} = 42%
☞DVO ușoară

	PRE-BRONHODILATATIE			POST-BRONHODILATATIE		
SPIROMETRIE FORȚATĂ	Actual	Ideal	%Ideal	Actual	%Ideal	%Modif
FVC (L)	4.61	5.25	88%	4.75	91%	3%
FEV1 (L)	3.03	4.32	70%	3.52	82%	16%
FEV1/FVC%	66%	82%	70%	74%		13%
FEF 25% (L/sec)	4.30	8.33	52%	6.32	76%	47%
FEF 50% (L/sec)	2.37	5.41	44%	2.85	53%	20%
FEF 75% (L/sec)	0.78	1.99	39%	1.37	69%	76%
PEF (L/sec)	6.79	8.71	78%	8.12	93%	19%
FEF 25%-75% (L/sec)	1.89	4.49	42%	2.88	64%	52%

Interpretare:
Post-BD

ΔVEMS pre/post BD = 16%
☞Test de BD pozitiv
☞Obstrucție prin astm bronșic

23

Exercițiu

Height: 181.00 Age: 34 Room:
Weight: 90.00 Sex: Male Race: Caucasian
Cough: Productive Wheeze: No Wheeze
Yrs Smk: 18.0 Pks/Day: 1.5 Yrs Quit:

Interpretare:
Pre-BD

	Pre-Bronch			Post-Bronch		
---- SPIROMETRY ----	Actual	Pred	%Pred	Actual	%Pred	%Chng
FVC (L)	5,07	5,62	90	4,87	87	-4
FEV1 (L)	*2,81	4,53	*62	*2,98	*66	6
FEV1/FVC (%)	*55	81	*68	*61	*76	10
FEF Max (L/sec)	*6,53	10,54	*62	*6,36	*60	-3
FEF 25% (L/sec)	*3,43	8,40	*41	*3,99	*47	16
FEF 50% (L/sec)	*1,59	5,49	*29	*1,90	*35	20
FEF 75% (L/sec)	0,51	2,09	*24	0,62	*30	23
FEF 25-75% (L/sec)	*1,27	4,39	*29	*1,51	*34	19
FEF50/FVC (%)	*32	98	*32	*41	*42	30
FIVC (L)	*4,31	5,59	*77	*4,65	*83	8
FIF Max (L/sec)	4,33	4,41	98	4,46	101	3
FEF50%/FIF50% (%)	38	0.9-1.0		48		24

Interpretare:
Post-BD

Care este cel mai probabil diagnostic ?

%Pred = % din valoarea ideală
%Chng = ΔVEMS pre/post BD

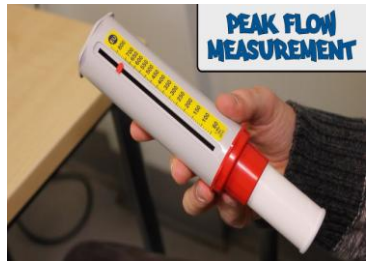
24

II. Teste FUNCȚIONALE RESPIRATORII

A. Spirometria FORȚATĂ

B. Testele BRONHOMOTORII

C. Monitorizarea PEFR



C. Monitorizarea PEFR

❑**Principiu:** măsurarea repetată a PEF cu ajutorul debitmetrului de vârf (peakflowmetru), în diferite momente ale zilei, pentru determinarea **ratei variabilității zilnice a PEF** (PEFR) la pacienții **diagnosticați cu DVO**

$$PEFR = \frac{PEF\ maxim - PEF\ minim}{PEF\ maxim} \times 100$$

❑**Interpretare:**

- **PEFR ≥ 15 % =** obstrucție cu *variabilitate zilnică* ↑ în **Astmul Bronșic**
- **PEFR < 15% =** obstrucție cu *variabilitate zilnică* ↓ în **BPOC**

❑**Valoare CLINICĂ:**

- Aprecierea **severității astmului bronșic**
- Ajustarea **tratamentului BD**

Severitate AB	PEF	PEFR	Răspuns BD
Intermitent	≥ 80%	< 20%	+
Persistent ușor	≥ 80%	20-30%	+
Persistent moderat	60-80%	> 30%	±
Persistent sever	< 60%	> 30%	-

III. Teste și CAZURI CLINICE

TESTE

***1. Care dintre următori parametri ventilometrici NU depinde de efortul ventilator?**

A. FVC

B. FEV.1

C. FEV.1/FVC%

D. PEF

E. $FEF_{25-75\%}$

TESTE

***2. Care dintre următorii parametri ventilometrici se determină pe curba flux-volum?**

A. CVF
B. VEMS
C. IPB
D. PEF
E. V′ max

29

TESTE

***3. Care dintre următorii parametri ventilometrici se utilizează pentru monitorizarea obstrucției din astmul bronșic?**

A. FVC
B. FEV.1
C. FEV.1/FVC
D. PEF
E. $FEF_{25-75\%}$

30

TESTE

*4. Care dintre următorii parametri ventilometrici definește sindromul obstructiv bronșic distal atunci când valoarea sa este scăzută?

A. FVC
B. FEV.1
C. FEV.1/FVC%
D. PEF
E. $FEF_{25-75\%}$

31

TESTE

*5. Care dintre următoarele afecțiuni este responsabilă de disfuncția ventilatorie mixtă?

A. BPOC
B. Criza severă de astm bronșic
C. TBC pulmonar
D. Obezitatea
E. Fibroza pulmonară

32

TESTE

6. Care dintre următoarele sunt caracteristici ale obstrucției bronșice din criza de astm bronșic?

A. Pe fond de HRB
B. Parțial reversibilă/fixă
C. Total reversibilă
D. Cu variabilitate zilnică scăzută între crize
E. Acută

33

TESTE

7. Care dintre următorii parametri trebuie determinați pentru diagnosticul diferențial al obstrucției bronșice din astmul bronșic și BPOC?

A. CVF
B. $PC_{20\%}$
C. ΔVEMS pre/post BD%
D. PEFR
E. FEV.1/FVC%

34

TESTE

8. Ce prezintă un pacient dacă FVC = 80%, FEV.1 = 54%, FEV.1/FVC = 60%, $FEF_{25-75\%}$ = 30%, ΔVEMS pre/post BD = 4%, iar PEFR = 8%?

A. Disfuncție ventilatorie obstructivă moderată

B. Disfuncție ventilatorie restrictivă moderată

C. Fibroză pulmonară

D. Criză ușoară/moderată de astm bronșic

E. BPOC

35

TESTE

9. Ce prezintă un pacient cu obezitate dacă FVC = 67%, FEV.1 = 72%, FEV.1/FVC = 66%, $FEF_{25-75\%}$ = 50%, ΔVEMS pre/post BD = 34%, iar PEFR = 28%?

A. Disfuncție ventilatorie obstructivă moderată

B. Disfuncție ventilatorie restrictivă moderată

C. Disfuncție ventilatorie mixtă moderată

D. Cel mai probabil obezitate și BPOC

E. Cel mai probabil obezitate și o criză de astm bronșic

36

TESTE

10. Ce prezintă un pacient dacă FVC = 47%, FEV.1 = 34%, FEV.1/FVC = 76%, $FEF_{25-75\%}$ = 88%, ΔVEMS pre/post BD = 3%, iar PEFR = 5%?

A. Disfuncție ventilatorie obstructivă severă

B. Disfuncție ventilatorie restrictivă severă

C. Disfuncție ventilatorie mixtă severă

D. Cel mai probabil o fibroză pulmonară

E. Cel mai probabil un BPOC

37

Caz CLINIC 1

O pacientă în vârstă de 40 de ani, crescătoare de păsări, prezintă dispnee de efort , tuse seacă, persistentă, inapetenţă şi slăbire în greutate. Pacienta nu este fumătoare şi nici alergică.

- **Spirometrie forţată:**
  - FVC = 55%
  - FEV.1 = 67%
  - FEV.1/FVC = 80%
  - PEF = 66%
  - $FEF_{25-75\%}$ = 90%

- **După administrarea de Salbutamol:**
  - ΔVEMS% pre/post BD = **10,7%**

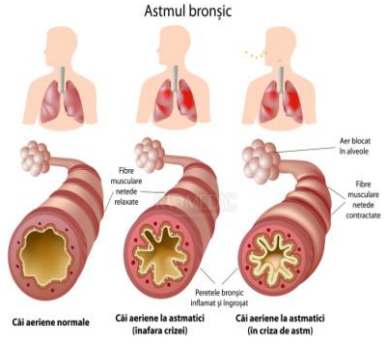
Care este cauza manifestărilor clinice?

38

Caz CLINIC 2

Un pacient în vârstă de 39 de ani, se prezintă în cursul nopții pentru dispnee expiratorie, wheezing, tuse şi expectoraţie vâscoasă. Pacientul este fumător ocazional şi prezintă rinită alergică.

- **Spirometrie forţată:**
  - FVC = 58%
  - FEV.1 = 35%
  - FEV.1/FCV = 43%
  - PEF = 33%
  - $FEF_{25\text{-}75\%}$ = 15%
- **După administrarea de SALBUTAMOL:**
  - ΔVEMS% pre/post BD = **30%**



Care este cauza manifestărilor clinice?

IV. Take HOME MESSAGES !

1. Ce semnificație are *scăderea capacității vitale forțate*?
2. Ce semnificație are *scăderea indicelui de permeabilitate bronșică*?
3. Ce evidențiază *scăderea* $FEF_{25\text{-}75\%}$ în prezența unui IPB normal?
4. Care sunt caracteristicile *obstrucției bronșice din AB* evidențiate de testul BD și PEFR?
5. Care sunt caracteristicile *obstrucției bronșice din BPOC* evidențiate de testul BD și PEFR?