

Les explorations fonctionnelles respiratoires

Dr TOUATI

Faculté de médecine de l'université de Bejaia

Objectifs

01. Enumérer les techniques et les paramètres mesurables pour chacune des explorations suivantes: spirométrie, pléthysmographie, gazométrie, TM6.
02. Evaluer un test de réversibilité
03. Identifier les grands syndromes ventilatoires
04. Décrire la technique de réalisation de la gazométrie et analyser les résultats de la gazométrie.

Plan

- I. Introduction
- II. Etude des volumes et débits respiratoires
 1. La spirométrie
 2. La pléthysmographie
 3. Les tests pharmacologiques
- III. Résultats de la mesure des volumes et des débits respiratoires
 1. Le trouble ventilatoire obstructif
 2. Le trouble ventilatoire restrictif
 3. Le trouble ventilatoire mixte
 4. La distension pulmonaire
- IV. Etude des échanges gazeux
 1. Capacité de transfert du CO
 2. L'étude des gaz du sang artériel
 3. Le test de marche de 6 minutes
- V. Bibliographie

I. Introduction :

Les explorations fonctionnelles respiratoires comprennent :

- l'étude des volumes et des débits respiratoires : spirométrie, pléthysmographie
- l'étude des échanges gazeux au repos (transfert du CO, gaz du sang)
- l'étude des échanges gazeux à l'effort : oxymétrie à l'effort (test de marche de 6 minutes)
- polygraphie ventilatoire et polysomnographie

Les explorations fonctionnelles respiratoires permettent d'établir un diagnostic, de suivre l'évolution sous traitement, et d'évaluer la sévérité d'une maladie respiratoire.

II. Etude des volumes et des débits respiratoires :

1- La spirométrie : explore les volumes pulmonaires mobilisables, notamment :

- **Le VEMS :** volume expiratoire maximum au cours de la 1ère seconde lors d'une expiration forcée
- **La Capacité vitale Forcée (CVF) et lente (CVL)**

Ces volumes sont considérés comme anormaux lorsqu'ils sont inférieurs à 80 % de la valeur prédite ou supérieurs à 120 % de la valeur prédite.

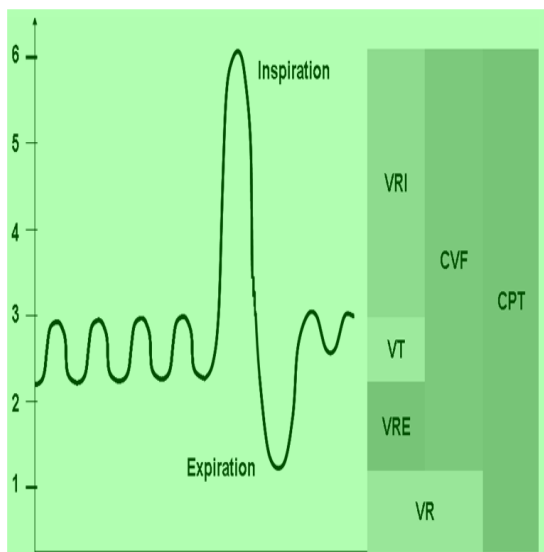


Figure 1: volumes et capacités pulmonaires

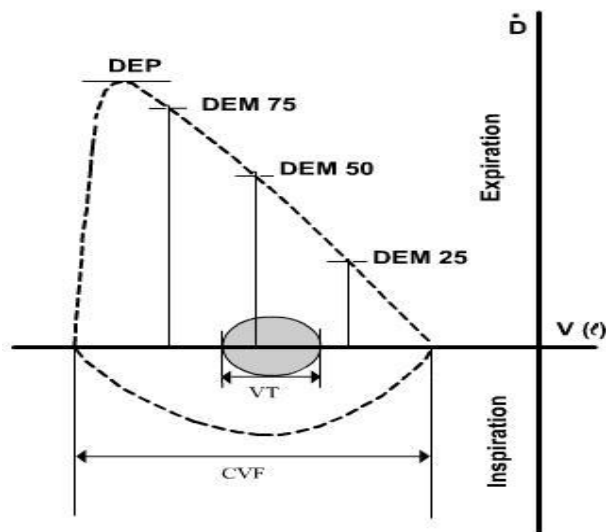


Figure 2 : courbe débit-volume

2- La pléthysmographie :

Permet de mesurer le volume pulmonaire non mobilisable en pratique : le Volume Résiduel (**VR**). Ceci permet de calculer notamment la Capacité Pulmonaire Totale (**CPT**)

3- Tests pharmacologiques :

- Explorent le caractère variable d'un trouble ventilatoire obstructif (TVO) après l'administration d'un bronchodilatateur (B2 agoniste ou d'un d'anti-cholinergique)
- Recherchent une hyperréactivité bronchique par l'administration le plus souvent de métacholine. À utiliser quand il n'y a pas de TVO à l'état de base.

III. Résultats de la mesure des volumes et des débits respiratoires

1- Trouble ventilatoire obstructif (TVO):

- Il est défini par un rapport **VEMS/CVF < 0,7**
- la courbe débit-volume montre un aspect concave de la phase descendante de la courbe expiratoire
- On parle de **réversibilité significative** d'un TVO quand le VEMS augmente
 - de plus de 200 ml par rapport à la valeur initiale
 - et de plus de 12% par rapport à la valeur initiale
- On parle de **réversibilité complète** d'un TVO en cas de normalisation
 - du rapport VEMS/CVF (> 0,7) et
 - du VEMS (VEMS > 80 % de la valeur prédite).

2- Trouble ventilatoire restrictif :

- il est défini par diminution de la **CPT < 80%** de la valeur prédite
- il existe également une diminution conjointe du VEMS et de la CV. (VEMS/CVF reste >70%)

3- Trouble ventilatoire mixte

- association d'un trouble ventilatoire restrictif et d'un trouble ventilatoire obstructif
- VEMS/CVF < 70% et CPT < 80% de la valeur prédite

4- Distension pulmonaire

- souvent associée au TVO
- définie par une augmentation des volumes statiques totaux et une modification des rapports volumes mobilisables et non mobilisables :
 - CPT > 120% de la valeur prédite
 - et VR/CPT > 30%.

IV. Etude des échanges gazeux :

1- Capacité de transfert du C0: DLCO ou TLCO

- Quantité de CO traversant la membrane alvéolo-capillaire par minute et pour une différence de pression partielle de 1 mmHg

- La technique consiste à inhaler une quantité connue de CO, de réaliser une apnée de 10 secondes, puis d'expirer. En retranchant la partie qui est expirée après l'apnée de la quantité totale de CO, on connaît la quantité qui a diffusé.
- on considère comme pathologique toute valeur de **DLCO** (ou TLCO) <70% de la valeur théorique.
- une altération du DLCO oriente vers trois grandes pathologies :
 - maladies infiltratives pulmonaires (par atteinte de la membrane alvéolo-capillaire)
 - emphysème (par trouble de la distribution gazeuse et destruction du lit vasculaire)
 - maladies vasculaires pulmonaires (embolie pulmonaire ou hypertension pulmonaire)

2- L'étude des gaz du sang artériel :

- Permet d'évaluer l'hématose et l'équilibre acido-basique.
- Réalisée en général au repos, chez un patient en air ambiant
- Le prélèvement se fait au niveau d'une artère périphérique. L'artère radiale est la plus accessible et la plus souvent utilisée.
- Valeurs normales :
 - PH : $7,4 \pm 0,02$
 - PaCO₂ : 40 ± 2 mmHg
 - PaO₂ : 80 à 100 mm Hg
 - HCO₃⁻ : 24 ± 2 mmol/l

3- Test de Marche de 6 Minutes

Principe :

- mesure de la distance parcourue en 6 minutes
- couplée à la mesure de la fréquence cardiaque et de la SpO₂ tout au long du test
- et à l'évaluation de la dyspnée et de la fatigue musculaire en début et en fin de test, sur une échelle semi-quantitative (Borg)
- le critère de jugement est la distance parcourue en mètres

Intérêts :

- permet de détecter des anomalies des échanges gazeux à l'effort (désaturation artérielle en oxygène) qui n'auraient pas été mises en évidence au repos
- reflet grossier de l'évolution de la fonction "échangeur pulmonaire à l'effort" au cours des pathologies respiratoires responsables d'une limitation à l'effort
 - BPCO
 - maladies infiltratives pulmonaires
 - HTAP

Nom: T; Prénom: GT
 Identification: Opérateur:

Examen réalisé le : 12/05/10 Date 14:01:10 Heure Poids 79 kg Taille 165 cm

VOLUMES MOBILISABLES / DEBITS

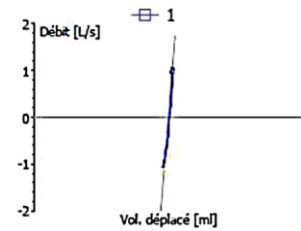
		LIN	Mesure	%norme
CVF	[L]	2.66	2.19	60
CVL insp	[L]	2.87	2.42	64
VEMS	[L]	2.09	2.02	69
VEMS / CVF	[%]		92.33	
VEMS / CVL	[%]	65.01	83.46	109
CI	[L]	1.92	1.83	72
VRE	[L]	0.96	0.60	47
DEMM25%-75%	[L/s]	1.70	3.07	90
DEM75%	[L/s]	4.05	7.30	107
DEM50%	[L/s]	1.94	5.38	131
DEM25%	[L/s]	0.18	0.78	54
DEP	[L/s]	5.80	7.31	94
VIMS	[L]			

RESISTANCE DES VOIES AERIENNES

		Mesure	%norme
sRaw tot	[kPa*s]	0.37	32
Raw tot	[kPa*s/L]	0.22	73

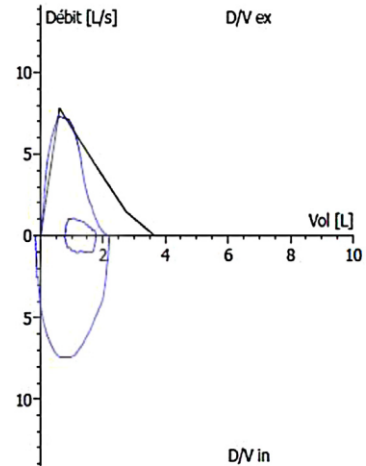
VOLUMES PULMONAIRES NON MOBILISABLES

		LIN	LSN	Mesure	%norme
CPT pleth	[L]	4.96	7.25	3.01	49
CPT He	[L]	4.96	7.25		
CRF pleth	[L]	2.31	4.28	1.18	36
CRF He	[L]	2.31	4.28		
VR pleth	[L]	1.54	2.88	0.58	27
VR He	[L]	1.54	2.88		
VR / CPT pleth	[%]	27.63	45.53	19.44	53
VR / CPT He	[%]	27.63	45.53		



GAZ DU SANG ARTERIEL

		LIN	Mesure
pH		7.39	7.47
PaCO2	[mmHg]	33.06	32.70
PaO2	[mmHg]	80.41	69.10
SaO2	[%]	94.55	96.60
Hb	[g/dL]	13.00	12.50
COHb	[Vol%]		2.50
Lactate	[mmol/L]		



TRANSFERT DES MONOXYDES DE CARBONE ET D'AZOTE

KCO	[mmol/min/kPa/L]
VA à la CPT	[L]
DLCO SB	[mmol/min/kPa]
DLCOc SB	[mmol/min/kPa]
Dm	[mmol/min/kPa]
Vc	[mL]
VIN	[L]

TRANSFERT DU MONOXYDE DE CARBONE

		LIN	LSN	Mesure	%norme
KCO	[mmol/min/kPa/L]	0.93	1.85	0.74	53
VA à la CPT	[L]	4.81	7.10	2.75	46
DLCO SB	[mmol/min/kPa]	6.15	10.79	2.04	24
DLCOc SB	[mmol/min/kPa]	6.15	10.79	2.04	24
VIN	[L]	2.87	4.71	2.35	62

Normes adultes: débits, volumes, DLCO-SB (ECCS-ERJ-1993), DLCO/DLNO (Aguilaniu-ERJ-2008), hématoxose (Crapo-AJRCCM-1999 et Cerveri-AJRCCM-1995), Pressions Maximales (Wilson-Thorax-1984), P0.1, impédance SR -Raw (Jaeger-Non Publiées), TM6 (Enright-AJRCCM-1998).



Hôpital Européen Georges Pompidou

SERVICE DE PHYSIOLOGIE
POLE IMAGERIE-INFORMATIQUE-EXPLORATIONS -RECHERCHE
Pr. Gérard FRIEDLANDER
UF de Physiologie Respiratoire – Pr. Christophe DELCLAUX
20 rue Leblanc - 75908 PARIS Cedex 15
Tél. 01 56 09 56 25 - Fax. 01 56 09 29 68

COMPTE RENDU D'EPREUVE FONCTIONNELLE RESPIRATOIRE

RdV examens, consultations « Dyspnée-Toux » ou « Sommeil » : 01 56 09 56 25

Site Internet de l'Unité : <http://dyspnee.docvadis.fr>

Patient: T G - NIP: - Né le 31/07/1951 (Patient âgé de 58 ans) - Sexe: M
Adresse:
Médecin destinataire: M G (service de PNEUMOLOGIE, HEGP)
Médecin destinataire: Dr C -
Date de l'examen: 12 mai 2010

ANTHROPOMETRIE-TABAC

Taille: 1,65m - Poids: 79kg - BMI: 29,02 - Surcharge pondérale (25 < BMI <30)
tabagisme non sévère, Cigarettes (50 paquets-année)

INDICATION

Suivi de fibrose pulmonaire idiopathique

ANTECEDENTS

Insuffisance coronarienne - - IDM et stents actifs en avril 2010;
dyspnée d'exercice marquée en réadaptation - - Diabète de type 2 -

TRAITEMENT

Absence de traitement à visée respiratoire
kardegic, plavix, detensiel, ramipril, stagid, ezetrol

SIGNES FONCTIONNELS

Grades MRC dyspnée d'effort: Grade 2 : (dyspnée à la marche en côte ou rapide sur du plat)

SPIROMETRIE - RESISTANCE DES VOIES AERIENNES

Absence de trouble obstructif -

RESISTANCE DES VOIES AERIENNES

Résistance des VA normale (<120-150%)
Aspect de la boucle Raw Sp: normal

VOLUMES

Méthode utilisée pour mesurer les volumes non mobilisables: - Par pléthysmographie - Présence d'un trouble restrictif: CPT < LIN

GAZ DU SANG - DLCO

Gaz du sang artériel pratiqué : air ambiant
Différence alvéolo - artérielle (mmHg) 40,0
LIN de PaO2(mmHg) : 73,4
Différence alvéolo-artérielle augmentée - - Hypoxémie -

MESURE DU TRANSFERT DU CO

En apnée: Les mesures de CPT et de VA sont concordantes (VA/CPT > 0,85) - Diminution de TLCO - en rapport avec la diminution de TLCO/VA et VA - Sévérité du trouble de transfert: sévère (< 40%)

TEST DE MARCHÉ

Condition de réalisation: air ambiant

AVANT LE TEST

Dyspnée (Borg)	Fatigue (Borg)	CI (l)	SpO2 (%)	FC/mn
0	0		96	73

PENDANT LE TEST

	à 1 mn	à 2 mn	à 3 mn	à 4 mn	à 5 mn
SpO2(%)	88	87	85	85	85
FC/mn	114	120	122	121	115

FIN DU TEST (6ème mn)

Dyspnée (Borg)	Fatigue (Borg)	CI (l)	SpO2 (%)	FC/mn
5	5		85	110

Désaturation artérielle (>= 4% à 2 points consécutifs)

Distance parcourue (m): 552

Limite inférieure de la normale: 352

% théorique: 109

CONCLUSION EFR

Qualité de l'exécution : bonne
Les valeurs théoriques : ont été établies sur une population caucasienne (ERJ,1993)

DIAGNOSTIC

Pathologie restrictive : d'origine pulmonaire (KCO diminué ou peu augmenté)
Sévérité de l'atteinte restrictive : atteinte modérée, VEMS de 60 à 69%
Bilan fonctionnel stable par rapport à l'examen de septembre 2009

Signature du médecin :

Fig. 3. : Chiffres et compte rendu d'un syndrome restrictif. (P.Bokov, C.Delclaux. Interpretation et utilisation des explorations fonctionnelles respiratoires. La revue de médecine interne 2016 ; 37 :100-110).

Nom: D Prénom: L
 Identification: Opérateur:

Examen réalisé le : Date 08/03/12 Heure 10:38:04 Poids 110 kg Taille 173 cm

TEST DE BRONCHODILATATION : 400 mcg de SALBUTAMOL

VOLUMES MOBILISABLES / DEBITS

		LIN	Mesure	%norme	post BD	%norme	%réponse	BD
CVF	[L]	2.83	2.76	72	3.00	78		8
CVL insp	[L]	3.05	2.95	74	3.39	85		15
VEMS	[L]	2.11	1.38	47	1.62	55		18
VEMS / CVF	[%]		49.78		54.20			9
VEMS / CVL	[%]	63.03	46.59	62	47.95	64		3
CI	[L]	2.04	2.42	91	2.73	103		13
VRE	[L]	1.02	0.54	40	0.65	49		22
DEMM25%-75%	[L/s]	1.38	0.58	19	0.58	19		0
DEM75%	[L/s]	4.17	1.17	17	2.00	29		70
DEM50%	[L/s]	1.90	0.66	16	0.71	17		7
DEM25%	[L/s]	0.10	0.27	20	0.25	18		-9
DEP	[L/s]	5.82	5.37	69	4.80	62		-11
VIMS	[L]				3.00			

RESISTANCE DES VOIES AERIENNES

		Mesure	%norme	Mesure2	%norme
sRaw tot	[kPa*s]	4.20	357	3.64	310
Raw tot	[kPa*s/L]	0.60	199	0.67	222

VOLUMES PULMONAIRES NON MOBILISABLES

		LIN	LSN	Mesure	%norme	Mesure	%norme
CPT pleth	[L]	5.59	7.89	8.84	131	7.55	112
CPT He	[L]	5.59	7.89				
CRF pleth	[L]	2.60	4.56	6.42	179	4.82	135
CRF He	[L]	2.60	4.56				
VR pleth	[L]	1.88	3.23	5.89	231	4.16	163
VR He	[L]	1.88	3.23				
VR / CPT pleth	[%]	31.92	49.82	66.60	163	55.12	135
VR / CPT He	[%]	31.92	49.82				

GAZ DU SANG ARTERIEL

		LIN	Mesure
pH		7.39	7.40
PaCO2	[mmHg]	33.06	37.90
PaO2	[mmHg]	77.72	77.90
SaO2	[%]	94.22	97.60
Hb	[g/dL]	13.00	
COHb	[Vol%]		2.20
Lactate	[mmol/L]		

TRANSFERT DES MONOXYDES DE CARBONE ET D'AZOTE

		Mesure	%norme
KCO	[mmol/min/kPa/L]	0.81	63
VA à la CPT	[L]	4.97	75
DLCO SB	[mmol/min/kPa]	4.01	48
DLCOc SB	[mmol/min/kPa]	4.01	
Dm	[mmol/min/kPa]	8.66	35
Vc	[mL]	33.3	52
VIN	[L]	3.62	91

TRANSFERT DU MONOXYDE DE CARBONE

		LIN	LSN
KCO	[mmol/min/kPa/L]	0.87	1.69
VA à la CPT	[L]	5.44	7.74
DLCO SB	[mmol/min/kPa]	6.32	10.96
DLCOc SB	[mmol/min/kPa]	6.32	10.96
VIN	[L]	3.05	4.89

Normes adultes: débits, volumes, DLCO-SB (ECCS-ERJ-1993), DLCO/DLNO (Aguilaniu-ERJ-2008), hématoxose (Crapo-AJRCCM-1999 et Cerveri-AJRCCM-1995), Pressions Maximales (Wilson-Thorax-1984), P0.1, impédance SR -Raw (Jaeger-Non Publiées), TM6 (Enright-AJRCCM-1998).

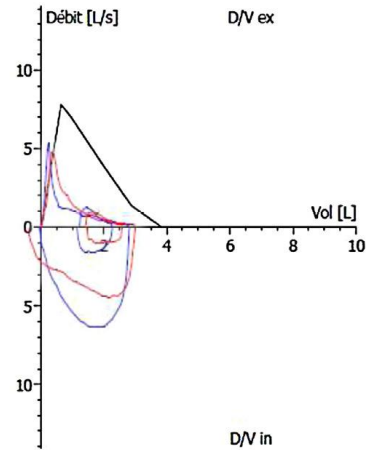
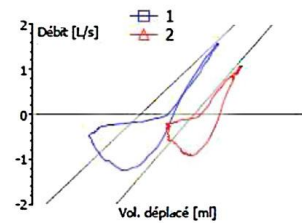


Fig. 4. Exemple d'un syndrome obstructif. (P.Bokov. C.Delclaux. Interpretation et utilisation des explorations fonctionnelles respiratoires. La revue de medecine interne 2016 ; 37 :100-110).

V. Bibliographie :

- 1- B.Degano. Evaluation fonctionnelle d'un trouble ventilatoire obstructif. Revue des maladies respiratoires actualités 2017 ; 9 : 64-72.
- 2- P.Bokov. C.Delclaux. Interpretation et utilisation des explorations fonctionnelles respiratoires. La revue de medecine interne 2016 ; 37 :100-110.
- 3- Société de pneumologie de langue française. Recommandations pour la pratique clinique concernant des explorations fonctionnelles respiratoires 2008-2010. Revue des maladies respiratoires 2011 ; 28 :1183-1192.
- 4- G.Garcia. T.Perez. Physiologie et exploration fonctionnelle respiratoire. Revue des maladies respiratoires actualités 2011 ; 3 :223-227.
- 5- Explorations Fonctionnelles Respiratoires (ATS/ERS, Edition Française) / Explorations Fonctionnelles à l'exercice (EFX). Revue des maladies respiratoires 2007 ; 24 :4-160.
- 6- R.Pellegrino et al. Strategie d'interpretation des explorations fonctionnelles respiratoires. Revue des maladies respiratoires 2007 ; 24 : 83-108.
- 7- P.Dubé. C.Straus. P.Laveneziana. Explorations fonctionnelles respiratoires.AKOS(Traité de medecine) 2005.
- 8- L.Delaunois. P.Delwiche. Exploration fonctionnelle respiratoire. EMC-Pneumologie 2005 ; 2 :61-73.