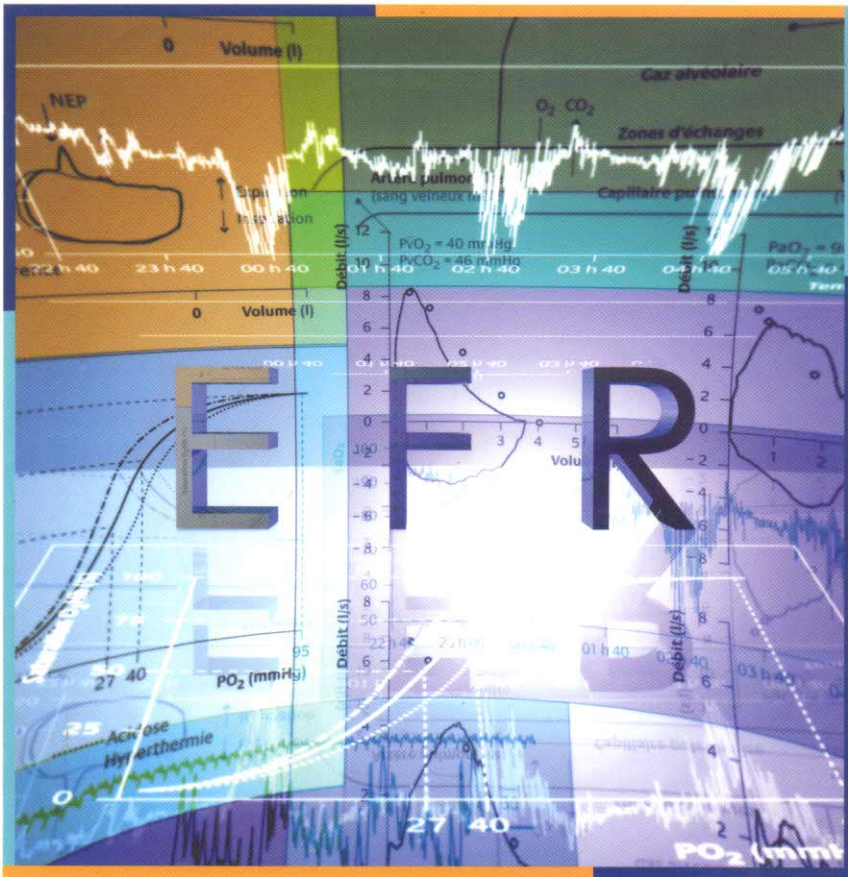


Emmanuel Weitzenblum

L'exploration fonctionnelle respiratoire en pneumologie



Sommaire

Avant-propos • E. Weitzenblum	V
Les auteurs	IX

Partie I – Les méthodes d'exploration

1. Spirométrie et tests d'expiration forcée..... 3

E. Weitzenblum

Principes généraux de la spirométrie	3
Mesure de la CVL et de ses composantes	4
1. Volume courant (VT)	5
2. Volume de réserve inspiratoire (VRI)	5
3. Volume de réserve expiratoire (VRE)	5
Mesure de la CVF et du VEMS	6
1. VEMS	7
2. Ventilation maximale minute (VMM)	9
Mesure des débits expiratoires maximaux, courbes débit-volume	9
Signification des résultats observés	11
1. Quelques précautions préalables	11
2. Interprétation des résultats de CVL, CVF, VEMS et débits expiratoires maximaux	13

2. Volumes pulmonaires statiques et mécanique ventilatoire 17

E. Orvoën-Frija

Volumes pulmonaires statiques	17
1. Dilution d'un gaz étranger	18
2. Élimination d'un gaz résident	19
3. Pléthysmographie	19
Mécanique ventilatoire	23
1. Mesure de la compliance	23
2. Résistances	24

3. Gaz du sang artériel - Troubles des échanges gazeux..... 27

E. Weitzenblum

Variables mesurées et leurs valeurs physiologiques	27
Valeurs physiologiques des gaz du sang	31
1. pH	31
2. PaCO ₂	31

3. PaO ₂	31
4. SaO ₂	32
Mesure des gaz du sang artériel	32
1. Les appareils de mesure actuels.....	32
2. La ponction artérielle	32
Interprétation des résultats : anomalies des gaz du sang et leurs causes.....	34
1. Troubles de l'équilibre acide-base.....	34
2. Troubles des échanges gazeux	35

4. Le transfert du monoxyde de carbone 45

A. Charloux

Théorie de la mesure.....	45
1. Qu'évalue le transfert du monoxyde de carbone ?.....	45
2. Quels sont les facteurs qui influencent le passage des gaz à travers la membrane alvéolo-capillaire ?	46
3. Pourquoi utilise-t-on le monoxyde de carbone ?	47
Principes de la mesure	47
1. Quels sont les paramètres mesurés ?	47
2. Appareillage et mesures.....	49
Applications cliniques	51
1. Variations physiologiques.....	51
2. Variations pathologiques	52
3. Limites de la technique « de l'apnée »	53
Autres méthodes	53
Quelques exemples d'estimations erronées du transfert du TLCO	55
1. Erreurs d'échantillonnage.....	55
2. Syndrome obstructif.....	55
3. Inspiration complète	55

5. Epreuves d'exercice (tests d'effort) en pneumologie 57

M. Oswald-Mammosser

Epreuve d'effort maximale chez le sujet sain	58
1. Paramètres mesurés lors d'une épreuve d'effort à charge croissante (EE triangulaire).....	58
2. Réalisation pratique de l'épreuve d'effort à charge croissante	60
3. Epreuve d'effort à charge croissante normale.....	61
Autres épreuves d'effort.....	64
1. Test de marche	64
2. Shuttle test	64
3. Epreuve d'effort à charge constante.....	64
4. Epreuve d'effort à charge alternée	65
Critères de maximalité d'une épreuve d'effort et orientation étiologique d'une dyspnée.....	65
1. Critères de maximalité	65
2. Orientation étiologique d'une dyspnée.....	65
Epreuve d'effort chez le sujet atteint de maladie respiratoire.....	66

1. Epreuve d'effort à charge croissante	66
2. Autres tests	69
3. Réentraînement à l'effort	70
Conclusion.....	70

6. Explorations des muscles respiratoires 73

T. Perez

Physiologie et physiopathologie	74
1. Muscles inspiratoires.....	74
2. Relation force-longueur et charge-capacité	74
3. Principaux types de dysfonction musculaire	75
Spirométrie	76
1. Capacité vitale.....	76
2. Autres volumes	77
Exploration non invasive des muscles inspiratoires.....	77
1. Pression inspiratoire maximale (P _I max).....	77
2. Pression inspiratoire sniff	79
3. Pression transdiaphragmatique	81
4. Stimulation phrénique et électromyogramme diaphragmatique	81
5. Evaluation de la fatigue.....	84
6. Exploration de l'endurance inspiratoire	85
Exploration des muscles expiratoires	85
Approche pratique	86
Conclusion.....	86

7. Les tests de réversibilité de l'obstruction bronchique..... 89

N. Meslier

Objectifs des tests de réversibilité	86
1. Objectif diagnostique	90
2. Objectif thérapeutique	90
3. Objectif pronostique	91
Réalisation du test de réversibilité	91
1. Choix du bronchodilatateur et voie d'administration	91
2. Dose administrée	92
3. Choix de l'indice fonctionnel de mesure	93
4. Déroulement du test	95
Expression et interprétation du résultat	96
1. Modes d'expression.....	96

8. Oxymétrie de pouls et test de marche de 6 minutes..... 101

R. Kessler

Historique	101
Principes de l'oxymétrie de pouls.....	102
Caractéristiques techniques des oxymètres de pouls	104
1. Calibration des appareils.....	104

2. Fiabilité.....	104
3. Mémoire de stockage, analyse des données oxymétriques.....	104
4. Alarmes.....	105
5. Limite des oxymètres de pouls.....	105
Relation PaO ₂ , SaO ₂ et SpO ₂	107
Principales applications de l'oxymétrie de pouls (en pneumologie).....	108
1. Mesures instantanées de la SpO ₂	108
2. Enregistrement de la SpO ₂ nocturne.....	108
3. Contrôle d'un traitement par oxygénothérapie ou par ventilation non invasive.....	109
Test de marche de 6 minutes.....	110

9. Polysomnographie-polygraphie ventilatoire 113

E. Orvoën-Frija

Polysomnographie.....	113
1. Aspects méthodologiques.....	113
2. Analyse de la structure du sommeil.....	114
3. Analyse des données respiratoires.....	115
4. Electrocardiogramme.....	117
5. Autres paramètres.....	117
Polygraphie ventilatoire.....	117
Résultats.....	119
Conditions d'enregistrement.....	121
Indications.....	122
Conclusion.....	123

10. Cathétérisme cardiaque droit 125

A. Chaouat

Les différentes mesures et les variables calculées.....	125
1. Mesure des pressions dans la circulation pulmonaire.....	125
2. Mesure du débit sanguin pulmonaire.....	128
3. Notion de résistance vasculaire pulmonaire.....	128
Comment réaliser un cathétérisme cardiaque droit.....	129
Grandeurs habituellement mesurées et leurs valeurs normales.....	131
Cathétérisme cardiaque droit en pratique pneumologique.....	133
1. Indications du cathétérisme cardiaque droit.....	133
2. Inconvénients du cathétérisme cardiaque droit.....	134
3. Renseignements fournis par le cathétérisme cardiaque droit.....	135

11. Les explorations fonctionnelles respiratoires chez l'enfant ... 139

M. Oswald-Mammosser

Rappels.....	139
Buts des EFR chez l'enfant.....	140
Quels sont les moyens à notre disposition pour réaliser des EFR chez l'enfant ?.....	141

Quelles sont les mesures réalisables chez l'enfant coopérant ?.....	141
1. L'enfant ne peut pas encore effectuer des manœuvres respiratoires forcées.....	142
2. L'enfant est coopérant et capable d'effectuer des manœuvres respiratoires forcées.....	145
3. Examens non effectués en routine.....	146
4. Interprétation des EFR.....	148
EFR chez le nourrisson et le petit enfant.....	149
1. Mesures des volumes pulmonaires.....	149
2. Mesure des résistances.....	149
3. Mesure des débits expiratoires.....	150
4. Mesure de la compliance totale.....	150
Conclusion.....	150

12. Valeurs de référence - Interprétation des résultats des explorations fonctionnelles respiratoires..... 153

E. Weitzenblum

Comment sont établies les valeurs de référence ?.....	154
Comment sont présentées les valeurs de référence ?.....	157
Comment sont utilisées les valeurs de référence (interprétation des résultats) ?.....	160
En pratique.....	162
En résumé.....	163

Partie II – Résultats des explorations fonctionnelles respiratoires en pathologie respiratoire

13. Indications des explorations fonctionnelles respiratoires..... 169

E. Weitzenblum

Médecine préventive, bilans de santé, pathologie professionnelle.....	170
Médecine sportive, aptitude au pilotage, aux voyages en avion, aux séjours en altitude et à la plongée sous-marine.....	171
Fumeurs de plus de 40 ans.....	172
Broncho-pneumopathie chronique obstructive.....	172
Asthme.....	174
Pneumopathies interstitielles diffuses.....	174
Affections neuromusculaires.....	175
Déformations thoraciques.....	175
Obésité.....	176
Bilans préopératoires.....	176
Bilan d'une dyspnée d'effort.....	176
Bilan d'une toux persistante et inexplicquée.....	177
Expertises.....	177

14. Les explorations fonctionnelles respiratoires dans l'asthme..... 179

N. Meslier, J.-L. Racineux

Spirométrie et expiration forcée	181
1. Principe de la mesure.....	181
2. Intérêt de la mesure du VEMS	181
3. Les autres indices d'expiration forcée	182
Débit expiratoire de pointe	183
1. Principe de la mesure.....	183
2. Interprétation et limites du DEP	183
3. Intérêt de la mesure du DEP	183
Autres indices fonctionnels respiratoires	186
1. Résistance des voies aériennes.....	186
2. Volumes pulmonaires.....	186
Réversibilité de l'obstruction bronchique	187
1. Principe de la mesure.....	187
2. Intérêt du test de réversibilité	187
Hyperréactivité bronchique.....	188
1. Principe de la mesure.....	188
2. Intérêt de la mesure de l'hyperréactivité bronchique.....	188

15. Broncho-pneumopathie chronique obstructive..... 191

E. Weitzenblum

Définition de la BPCO.....	191
Quelques notions d'épidémiologie	192
Quelques notions de physiopathologie	193
1. La limitation des débits aériens qui caractérise la BPCO est due soit à une diminution du calibre bronchique, soit à une diminution de la pression motrice (qui est en fait la pression de rétraction élastique).....	193
2. La BPCO évoluée a des répercussions sur les volumes pulmonaires statiques ; présence de distension (ou hyperinflation) pulmonaire liée à l'obstruction bronchique et à l'emphysème	193
3. Dans la BPCO, les troubles des échanges gazeux sont dominés par les inégalités ventilation-perfusion	196
4. L'hypertension artérielle pulmonaire, observée dans certaines BPCO très évoluées, est une conséquence de l'hypoxie alvéolaire chronique	198
5. Le transport de l'O ₂ aux tissus n'est généralement pas compris dans les BPCO évoluées	199
Quelles EFR demander dans une BPCO ?	199
1. Diagnostic de BPCO.....	199
2. Confirmation du diagnostic de BPCO	199
3. En cas de BPCO confirmée	200
4. Le reste du bilan	200
Illustration par un exemple des EFR réalisées à l'occasion de la découverte d'une BPCO.....	200
Analyse de l'expiration forcée et mesure des volumes pulmonaires : résultats selon le stade de gravité de la BPCO	202

Recherche de la réversibilité de l'obstruction bronchique dans la BPCO	207
Mesures de mécanique ventilatoire	208
Gaz du sang artériel : recherche des mécanismes de l'hypoxémie et de l'hypercapnie, mesure de la TLCO	210
Autres tests fonctionnels	214
1. Epreuve d'effort traditionnelle sur bicyclette avec mesure de la $\dot{V}O_2$ max (consommation d'oxygène maximale)	214
2. Test de marche de 6 minutes	214
3. Oxymétrie nocturne	214
4. Exploration des muscles respiratoires	215
Recherche de l'hypertension pulmonaire et du retentissement cardiaque droit	216
Cas particuliers	217
Place des explorations fonctionnelles dans le suivi de la BPCO	218
Affections responsables d'une obstruction bronchique chronique en dehors de la BPCO	218

16 Déficits ventilatoires restrictifs d'origine neuromusculaire et pariétale 221

T. Perez

Circonstances de diagnostic et étiologies	221
Conséquences respiratoires des maladies neuromusculaires	224
1. Conséquences pulmonaires de la faiblesse des muscles respiratoires	224
2. Événements nocturnes	224
Evaluation clinique	225
Explorations	225
1. Explorations fonctionnelles respiratoires	225
2. Explorations du sommeil	228
Exemples de maladies neuromusculaires responsables d'une atteinte restrictive	230
1. Dystrophies de Duchenne et de Becker	230
2. Dystrophie myotonique de Steinert	230
3. Dystrophie des ceintures	230
4. Amyotrophies spinales	231
5. Sclérose latérale amyotrophique	231
6. Myopathies métaboliques	231
7. Pathologies inflammatoires et auto-immunes	231
8. Maladie de Parkinson	233
9. Pathologies pariétales thoraciques	233
10. Conséquences sur la fonction respiratoire dans la scoliose	234
11. Autres pathologies pariétales	234
Critères de ventilation	235
Approche pratique et rythme de surveillance	235
Conclusion	236

17. Déficits ventilatoires restrictifs d'origine pleuro-pulmonaire et déficits ventilatoires mixtes..... 237

E. Weitzenblum

Définition.....	237
Mise en évidence du déficit ventilatoire restrictif	237
Classification des déficits ventilatoires restrictifs	240
Atteinte pleurale.....	240
Processus pulmonaires localisés	241
1. Exérèses pulmonaires.....	241
2. Atélectasies, tumeurs.....	243
3. Pneumonie.....	244
Processus pulmonaires diffus	244
1. Atteintes non systématisées	244
2. Atteintes systématisées : pneumopathies interstitielles diffuses.....	246
Déficits ventilatoires mixtes.....	257
1. Association de deux affections respiratoires distinctes.....	257
2. Déficits ventilatoires mixtes consécutifs à une seule affection respiratoire.....	258

18. Syndrome d'apnées obstructives du sommeil et autres troubles respiratoires du sommeil..... 263

R. Kessler

Syndrome d'apnées obstructives du sommeil.....	264
1. Définitions	264
2. Prévalence du syndrome d'apnées obstructives du sommeil.....	264
3. Facteurs de risque.....	265
4. Physiopathologie.....	265
5. Tableau clinique	266
6. Stratégie diagnostique	267
7. Impact.....	269
8. Traitement.....	270
Syndrome obésité-hypoventilation	270
1. Définitions	270
2. Aspects cliniques.....	270
3. Examens complémentaires	270
4. Pronostic.....	271
5. Traitement.....	271
Association SAOS et BPCO	272
1. Définition.....	272
2. Epidémiologie	272
3. Aspects cliniques.....	272
4. Examens complémentaires.....	272
5. Traitement.....	272
Syndrome d'apnées centrales	272
1. Définition.....	272

2. Physiopathologie du syndrome d'apnées centrales (sans hypercapnie)	273
3. Etiologie du syndrome d'apnées centrales (sans hypercapnie)	273
4. Manifestations cliniques	274
5. Traitement	274
Ronflement	275

19. Explorations fonctionnelles respiratoires et bilan préopératoire

277

Bilan fonctionnel respiratoire avant résection de parenchyme pulmonaire	278
1. Tests fonctionnels respiratoires	278
2. Mesure des valeurs postopératoire prédictibles (pop) ou <i>split-function</i>	280
3. Différentes étapes du bilan préopératoire et indications des différentes techniques	281
4. Réduire le risque opératoire	281
5. Effets à long terme de la résection pulmonaire	282
Bilan fonctionnel respiratoire avant chirurgie thoracique sans résection pulmonaire et avant chirurgie abdominale haute	282
1. Bilan avant chirurgie thoracique sans résection pulmonaire	283
2. Bilan avant chirurgie abdominale haute	284
Patients à risque	285
1. Broncho-pneumopathie chronique obstructive	286
2. Autres pathologies respiratoires	286
Conclusion	287

20. Hypertensions artérielles pulmonaires et hypertension pulmonaire thromboembolique chronique

291

A. Chaouat

Volumes pulmonaires et VEMS	292
Capacité de diffusion	294
Hémodynamique pulmonaire	294
Echanges gazeux au repos	295
Epreuves d'exercice et handicap	296
Conclusion	297

21. Insuffisance respiratoire aiguë au cours d'une insuffisance respiratoire chronique

299

R. Kessler

Généralités	299
1. Définitions	299
2. Gravité de l'insuffisance respiratoire chronique	300
3. Épidémiologie	301

Physiopathologie	301
1. Insuffisance respiratoire chronique hypoxémique	301
2. Insuffisance respiratoire chronique hypercapnique	302
Tableau clinique	302
Explorations fonctionnelles respiratoires et imagerie	303
1. Mesure des volumes et des débits	303
2. Mesure du transfert de l'oxyde de carbone	303
3. Exploration des muscles respiratoires	304
4. Gazométrie artérielle	304
5. Exploration de la tolérance à l'effort	304
6. Imagerie	304
Evolution	304
1. Exacerbations de l'insuffisance respiratoire chronique	304
2. Hypertension artérielle pulmonaire et cœur pulmonaire chronique	305
Pronostic de l'insuffisance respiratoire chronique et indications thérapeutiques	305