

TABLE DES MATIÈRES

Section 1 : Introduction à la ventilation mécanique

Chapitre 1

Description générale de la ventilation mécanique

INTRODUCTION	4
1.1 RÔLE THÉRAPEUTIQUE.....	5
1.1.1 Historique.....	5
Poumon d'acier	5
Ventilation à pression positive	6
1.1.2 Objectifs de la ventilation mécanique.....	6
Objectifs physiologiques	7
<i>Ventilation alvéolaire</i>	7
<i>Oxygénation alvéolaire</i>	7
<i>Augmentation du volume pulmonaire</i>	8
<i>Diminution du travail respiratoire</i>	8
Objectifs cliniques	8
<i>Contrôle de l'hypoxémie</i>	8
<i>Élimination d'une acidose respiratoire aiguë</i>	8
<i>Stabilisation d'une détresse respiratoire</i>	9
<i>Prévention ou traitement de l'atélectasie</i>	9
<i>Diminution de la fatigue des muscles respiratoires</i>	9
<i>Utilisation de sédation ou de curare</i>	9
<i>Diminution de la $\dot{V}O_2$ systémique ou du myocarde</i>	9
<i>Diminution de la pression intracrânienne</i>	9
<i>Stabilisation de la cage thoracique</i>	9
1.1.3 Indications.....	9
Indications dans les unités de soins intensifs	10
Indications à domicile	10
Indications chez les nouveau-nés	12
1.2 CONNAISSANCES PRÉALABLES	12
1.2.1 Cycle respiratoire spontané.....	12
1.2.2 Cycle respiratoire mécanique.....	14
1.2.3 Mode ventilatoire	15
1.2.4 Applications de la ventilation mécanique	16
1.2.5 Suivi du patient ventilé	17
1.2.6 Sevrage de la ventilation mécanique	18
1.2.7 Complications de la ventilation mécanique.....	18
1.2.8 Sédation et analgésie.....	18
1.2.9 Pratique avancée	19
1.2.10 Particularités de la ventilation mécanique en néonatalogie.....	20
QUESTIONS ET EXERCICES.....	21

Chapitre 2

Cycle respiratoire spontané

INTRODUCTION	24
2.1 VENTILATION SPONTANÉE	24
2.1.1 Pressions mesurées du système respiratoire	25
2.1.2 Pressions calculées du système respiratoire	27
Gradient de pression trans voies aériennes (P_{tva})	27
Gradient de pression transpulmonaire (P_{tp})	28
Gradient de pression transrespiratoire (P_{tr})	30
Gradient de pression transthoracique	31
2.2 MÉCANIQUE RESPIRATOIRE	32
2.2.1 Compliance	32
2.2.2 Résistances des voies aériennes	33
2.2.3 Constante de temps	35
Fonction exponentielle et constante de temps	35
2.2.4 Équation de mouvement	37
2.2.5 Travail respiratoire	37
2.2.6 Évaluation du travail respiratoire	38
Travail respiratoire mécanique	38
Travail respiratoire métabolique	39
EN RÉSUMÉ	39
QUESTIONS ET EXERCICES	40

Section 2 : Principes de la ventilation mécanique conventionnelle

Chapitre 3

Cycle respiratoire mécanique

INTRODUCTION	44
3.1 PHASE DE DÉCLENCHEMENT	45
3.1.1 Phase inspiratoire déclenchée par le temps	45
3.1.2 Phase inspiratoire déclenchée par la pression	46
3.1.3 Phase inspiratoire déclenchée par le débit	48
3.1.4 Phase inspiratoire déclenchée par le volume	51
3.2 PHASE INSPIRATOIRE	52
3.2.1 Générateur de débit	53
Générateur de débit constant	53
Générateur de débit non constant	56
3.2.2 Générateurs de pression	58
Générateur de pression constante	58
Générateur de pression non constante	61
3.3 FIN DE LA PHASE INSPIRATOIRE (CLASSIFICATION DES VENTILATEURS)	62
3.3.1 Inspiration terminée par l'atteinte d'un volume pré-réglé (ventilation volumétrique)	62
3.3.2 Inspiration terminée par l'atteinte d'un temps pré-réglé (ventilation à pression contrôlée)	62

3.3.3 Inspiration terminée par l'atteinte d'un débit préréglé (ventilation à pression assistée).....	64
3.4 PLATEAU (PAUSE) INSPIRATOIRE.....	64
3.5 TEMPS EXPIRATOIRE.....	65
EN RÉSUMÉ.....	68
QUESTIONS ET EXERCICES.....	70

Chapitre 4

Modes ventilatoires

INTRODUCTION	72
4.1 MODES CONVENTIONNELS DE VENTILATION.....	73
4.1.1 Ventilation spontanée avec pression positive continue (PPC).....	74
Mode de fonctionnement	74
Indications	75
Avantages	75
Inconvénients	75
4.1.2 Pression assistée	76
Mode de fonctionnement	76
Indications	78
Avantages	78
Inconvénients	78
4.1.3 Ventilation obligatoire intermittente synchronisée (VOIS)	78
Mode de fonctionnement	79
Indications	82
Avantages	82
Inconvénients	82
4.1.4 Ventilation obligatoire intermittente synchronisée et pression assistée (VOIS-PA)	83
Mode de fonctionnement	83
Indications	85
Avantages	85
Inconvénients	85
4.1.5 Ventilation obligatoire intermittente (VOI)	86
4.1.6 Ventilation assistée contrôlée (VAC)	86
Mode de fonctionnement	86
Indications	89
Avantages	90
Inconvénients	90
4.1.7 Ventilation contrôlée (VC).....	90
Mode de fonctionnement	92
Indications	92
Avantages	92
Inconvénients	93
4.2 MODES NON CONVENTIONNELS DE VENTILATION	93

4.2.1 Ventilation à pression contrôlée et à ratio V_E inversé	93
Mode de fonctionnement	93
Indications	95
Avantages	95
Inconvénients	95
4.2.2 Ventilation à pression positive variable (PPV)	95
Mode de fonctionnement	97
Indications	97
Avantages	97
Inconvénients	97
4.2.3 Ventilation à pression augmentée	97
Mode de fonctionnement	97
Indications	98
Avantages	98
Inconvénients	98
4.3 MODES DE VENTILATION AUTORÉGULÉS.....	99
4.3.1 Ventilation obligatoire intermittente synchronisée (VOIS) réglée par la fréquence	100
Mode de fonctionnement	101
Indications	103
Avantages	103
Inconvénients	104
4.3.2 Ventilation à pression contrôlée (PC) réglée par le volume courant.....	104
Mode de fonctionnement	105
Indications	107
Avantages	107
Inconvénients	107
4.3.3 Ventilation à pression assistée (PA) réglée par l'élastance et la résistance	108
Mode de fonctionnement	108
Indications	109
Avantages	109
Inconvénients	109
4.3.4 Ventilation à pression assistée (PA) réglée par le volume courant	109
Mode de fonctionnement	110
Indications	111
Avantages	111
Inconvénients	111
4.4 Ventilation à PA réglée par la sonde trachéale ou la canule trachéale	111
Mode de fonctionnement	112
Indications	112
Avantages	112
Inconvénients	112
4.5 Modes autorégulés de l'avenir.....	113
QUESTIONS ET EXERCICES.....	114

Chapitre 5

Application de la ventilation mécanique

INTRODUCTION	116
5.1 PARAMÈTRES DE LA PRESSION ARTÉRIELLE EN CO ₂ ($P_a\text{CO}_2$).....	116
5.1.1 Ventilation alvéolaire (\dot{V}_A) et ventilation minute (\dot{V}_{min})	117
Ventilation alvéolaire	117
Ventilation minute	118
5.1.2 Ajustement de la \dot{V}_{min} en mode volumétrique.....	119
Volume courant (VC)	121
Fréquence respiratoire	123
Courbe de débit inspiratoire	123
Débit inspiratoire de pointe	124
Ratio inspiration/expiration (R^I/E)	125
5.1.3 Ajustement de la \dot{V}_{min} en pression contrôlée.....	125
Fréquence respiratoire (f)	126
Pression courante (P_{courante})	127
Temps inspiratoire (T_I)	127
Ratio inspiration/expiration (R^I/E)	127
5.2 PARAMÈTRES DE LA PRESSION ARTÉRIELLE EN OXYGÈNE ($P_a\text{O}_2$).....	128
5.2.1 Ajustement de la $F_i\text{O}_2$	129
5.2.2 Ventilation alvéolaire (\dot{V}_A).....	130
5.2.3 Pression moyenne des voies aériennes (P_{va}).....	131
Volume pulmonaire réduit et hypoxémie réfractaire à l'oxygénothérapie	133
Pression expiratoire positive (PEP)	133
VC/P_{courante}	136
f – Débit inspiratoire – T_I	136
Plateau inspiratoire	136
5.3 RELATION ENTRE LES PARAMÈTRES D'OXYGÉNATION ET DE VENTILATION	136
5.4 INSTALLATION DE LA VENTILATION MÉCANIQUE.....	137
5.4.1 Installation de la ventilation dans le cas d'obstruction des voies aériennes (BPOC ou asthme).....	139
Ventilation spontanée	140
Ventilation volumétrique	141
Mode de ventilation	141
Fréquence respiratoire (f)	141
Volume courant (VC)	141
Débit inspiratoire.....	141
Fréquence inspiratoire en oxygène ($F_i\text{O}_2$)	142
Pression expiratoire positive (PEP)	143
Pression assistée (PA).....	144
Ventilation en pression contrôlée	144
Modes de ventilation.....	145
Pression courante (P_{courante}).....	145
Temps inspiratoire (T_I).....	145
5.4.2 Installation de la ventilation dans le cas du SDRA	145

Ventilation volumétrique	146
<i>Mode de ventilation</i>	146
<i>Fréquence respiratoire (f)</i>	147
<i>Volume courant (VC)</i>	147
<i>Débit inspiratoire</i>	147
<i>Fréquence inspiratoire en oxygène (F_iO_2)</i>	147
<i>Pression expiratoire positive (PEP)</i>	147
Ventilation à pression contrôlée	147
<i>Pression courante ($P_{courante}$)</i>	148
<i>Temps inspiratoire (T_I)</i>	148
5.4.3 Installation de la ventilation dans le cas d'un OAP _c	148
Ventilation volumétrique	149
<i>Mode de ventilation</i>	149
<i>Fréquence respiratoire (f)</i>	149
<i>Volume courant (VC)</i>	149
<i>Débit inspiratoire</i>	149
<i>Fréquence inspiratoire en oxygène (F_iO_2)</i>	150
<i>Pression assistée (PA)</i>	150
<i>Pression expiratoire positive (PEP)</i>	150
Ventilation à pression contrôlée	150
<i>Pression courante ($P_{courante}$)</i>	151
<i>Temps inspiratoire (T_I)</i>	151
QUESTIONS ET EXERCICES.....	152

Chapitre 6

Suivi et surveillance de la personne ventilée

INTRODUCTION	154
6.1 ÉVALUATION GLOBALE DE LA PERSONNE	154
6.1.1 Renseignements sur le patient	154
6.1.2 Signes vitaux	154
Fréquence respiratoire	155
Fréquence cardiaque	155
Pression artérielle	156
Température	157
6.1.3 Évaluation psychologique et neurologique	157
Évaluation psychologique	157
Évaluation neurologique	159
Terminologie	160
6.1.4 IPPA.....	161
Inspection	162
Palpation	163
Percussion	164
Auscultation	164

6.1.5 Paramètres ventilatoires mesurés	166
Pression de crête	166
Pression de plateau (P_{plateau})	167
PEP totale	167
Fréquence respiratoire totale (f_{tot})	170
Ventilation minute (\dot{V}_{min})	170
Volume courant (VC)	170
6.1.6 Courbes et boucles ventilatoires	170
Courbe pression-temps	171
Courbe débit-temps	172
Courbe volume-temps	173
Boucle volume-pression	173
Boucle débit-volume	174
6.1.7 Anomalies des courbes et des boucles ventilatoires	175
Auto-PEP	175
Variation des résistances des voies aériennes (R_{va})	177
Variation de la compliance du système respiratoire (C_{sr})	180
Surdistension pulmonaire	182
Fuites de gaz	183
6.1.8 Saturométrie	185
Mesure de la $s_a\text{O}_2$ par CO-oxymétrie	185
Calcul de la $s_a\text{O}_2$ par gazométrie	186
Mesure de la $s_a\text{O}_2$ par oxymètre de pouls ($s_p\text{O}_2$)	186
6.1.9 Capnographie	187
Capnométrie classique	188
Capnométrie volumétrique	190
Appareillage	191
6.1.10 Mécanique respiratoire.....	193
Compliance statique	193
Résistances des voies aériennes (R_{va})	195
Caractéristiques dynamiques	197
6.1.11 Gazométrie	198
Gradient alvéolo-artériel (A-a)DO₂	199
Rapport $P_a\text{O}_2/P_A\text{O}_2$	200
Rapport $P_a\text{O}_2/F_i\text{O}_2$	200
Index d'oxygénation	200
6.1.12 Évaluation de l'hémodynamie	201
Pression artérielle	202
Mesure de la pression moyenne des voies aériennes et de la pression veineuse centrale	202
Capnographie volumétrique	203
6.2 VÉRIFICATION DU VENTILATEUR.....	204
6.2.1 Paramètres réglés	205
6.2.2 Paramètres mesurés.....	205

Paramètres de la ventilation minute	205
Pression de crête ($P_{\text{crête}}$), pression de plateau (P_{plateau}), pression expiratoire positive (PEP) et pression moyenne des voies aériennes (P_{va})	206
6.2.3 Limites d'alarme.....	206
6.2.4 Circuit de ventilation.....	209
Système d'humidification	210
Contrôle des infections	210
6.2.5 Aspiration des sécrétions.....	211
6.3 DOSSIER CLINIQUE.....	211
Formulaire de suivi ventilatoire	212
QUESTIONS ET EXERCICES.....	213

Chapitre 7

Sevrage de la ventilation mécanique

INTRODUCTION.....	216
7.1 SITUATIONS CLINIQUES.....	216
7.1.1 Support ventilatoire bref (moins de trois jours).....	216
7.1.2 Support ventilatoire prolongé (plus de trois jours).....	217
7.2 OBSTACLES AU SEVRAGE.....	218
7.2.1 Auto-PEP.....	219
7.2.2 Compliance du système respiratoire.....	220
7.2.3 Résistances des voies aériennes (R_{va}).....	223
Sonde trachéale	223
Sécrétions	223
Bronchospasme	223
Humidificateur	224
7.2.4 Inégalités du rapport ventilation/perfusion.....	224
7.3 CONDITIONS PRÉALABLES.....	225
7.3.1 Résolution de la condition primaire.....	226
7.3.2 Oxygénation acceptable.....	226
7.3.3 Ventilation adéquate.....	227
7.3.4 Réserve ventilatoire.....	227
7.3.5 Analyse des résultats des index intégrés.....	228
7.4 TYPES DE SEVRAGE.....	229
7.4.1 Sevrage de type binaire.....	229
7.4.2 Sevrage de type intermittent.....	230
7.4.3 Sevrage de type décroissant.....	231
7.5 PROTOCOLES DE SEVRAGE.....	232
7.5.1 Détermination de la capacité du patient à subir un sevrage.....	232
7.5.2 Application de la procédure.....	234
7.5.3 Évaluation systématique du patient.....	234
7.5.4 Conclusion du sevrage.....	234
Extubation et reprise de la ventilation spontanée complète	235

Extubation et installation d'une ventilation non effractive	236
Échec du sevrage et retour à la ventilation mécanique	237
<i>Anémie</i>	237
<i>Désordres électrolytiques</i>	238
<i>Neuromyopathie</i>	238
<i>Effets secondaires de certains médicaments</i>	238
<i>Delirium</i>	238
<i>Insuffisance cardiaque</i>	238
<i>Embolie pulmonaire</i>	238
<i>Dénutrition</i>	239
Trachéostomie	239
Soins palliatifs	239
7.6 MESURES À PRENDRE POUR LES PATIENTS DIFFICILES À SEVRER	240
7.6.1 Tubulure	240
7.6.2 Humidificateur	241
7.6.3 Calibre de la sonde trachéale	241
7.6.4 Seuil de déclenchement.....	241
7.6.5 Débit inspiratoire.....	241
7.6.6 Position du patient	241
EN RÉSUMÉ.....	242
QUESTIONS ET EXERCICES.....	243

Chapitre 8

Effets et complications associés à la ventilation mécanique

INTRODUCTION	246
8.1 EFFETS SUR LE RAPPORT VENTILATION/PERFUSION	246
8.1.1 Effets de la pression positive sur la ventilation	247
8.1.2 Effets de la pression positive sur la perfusion	249
Diminution du shunt	249
Augmentation du shunt	249
Effets de la ventilation mécanique sur la postcharge	250
Variations des résistances vasculaires pulmonaires	250
8.2 EFFETS SUR L'ÉTAT VENTILATOIRE	251
8.2.1 Hypoventilation et hyperventilation	251
8.2.2 Ventilation inégale.....	255
8.2.3 Auto-PEP.....	256
8.3 EFFETS SUR LE TRAVAIL RESPIRATOIRE ET LA FATIGUE MUSCULAIRE.....	261
8.3.1 Travail intrinsèque.....	261
8.3.2 Travail extrinsèque.....	261
8.3.3 Travail imposé par un mauvais réglage	262
8.4 COMPLICATIONS CARDIOVASCULAIRES	263
8.4.1 Diminution du débit cardiaque	263
Effets cardiovasculaires de la respiration spontanée	263

Effets cardiovasculaires pendant la ventilation mécanique	264
8.4.2 Arythmies	266
8.4.3 Ischémie myocardique	266
8.5 COMPLICATIONS PULMONAIRES	266
8.5.1 Embolie pulmonaire	266
8.5.2 Fibrose pulmonaire	267
8.5.3 Barotraumatisme et volutraumatisme	268
8.6 COMPLICATIONS CÉRÉBRALES	269
8.7 COMPLICATIONS RÉNALES ET LIQUIDIENNES	269
8.7.1 Réponse rénale aux changements hémodynamiques	269
8.7.2 Réponse hormonale à la pression positive	270
8.7.3 Réponse rénale aux anomalies du pH, de la $P_a\text{CO}_2$, et de la $P_a\text{O}_2$	271
8.8 COMPLICATIONS HISTOLOGIQUES	272
8.9 COMPLICATIONS INFECTIEUSES	274
8.10 COMPLICATIONS PSYCHOLOGIQUES	276
8.11 COMPLICATIONS NUTRITIONNELLES	276
EN RÉSUMÉ	278
QUESTIONS ET EXERCICES	279

Chapitre 9

Sédation-analgésie en ventilation mécanique

INTRODUCTION	282
9.1 OBSTACLES RELIÉS AUX STRATÉGIES DE VENTILATION ET DE SÉDATION-ANALGÉSIE	283
9.2 SÉDATION ET ANALGÉSIE	283
9.2.1 Sédation	284
9.2.2 Analgésie	284
9.2.3 Effets de la sédation et de l'analgésie	285
Sursédation et sous-sédation	286
9.3 MÉTHODES D'ADMINISTRATION DES AGENTS	286
9.4 SURVEILLANCE DE LA SÉDATION	287
9.4.1 Échelles de mesure	287
9.5 TECHNOLOGIE BISPECTRALE	289
9.6 PROTOCOLES DE SÉDATION-ANALGÉSIE	293
9.7 ÉLIMINATION DES AGENTS PHARMACOLOGIQUES	294
9.8 SEVRAGE DE LA SÉDATION-ANALGÉSIE	295
QUESTIONS ET EXERCICES	296

Section 3 : Principes de la ventilation mécanique non conventionnelle

Chapitre 10

Méthodes avancées de ventilation mécanique

INTRODUCTION	300
10.1 MÉTHODES ACTUELLES DE VENTILATION MÉCANIQUE	300

10.1.1	Ventilation mécanique à haute fréquence oscillatoire (VHFO).....	301
	Principes de fonctionnement	301
	Physiologie de la VHFO	304
	Indications	306
	Contre-indications	306
	Complications	306
	Procédure	307
10.1.2	Ventilation liquidienne	308
	Physiologie de la ventilation liquidienne	308
	Principe de fonctionnement	309
	Ventilation liquidienne partielle	310
	<i>Indications</i>	310
	<i>Complications</i>	310
	Ventilation liquidienne totale	310
	<i>Indications</i>	311
	<i>Complications</i>	311
10.1.3	Oxyde nitrique inhalé (NO _i)	311
	Physiologie de la ventilation mécanique avec NO_i	311
	Principe de fonctionnement	312
	Indications	313
	Complications	314
10.2	STRATÉGIES PROTECTRICES PULMONAIRES	314
10.2.1	Manœuvres d'ouverture pulmonaire.....	314
	Procédure	316
	Indications	318
	Avantages	318
	Contre-indications	319
10.2.2	Hypercapnie permissive	319
	Principes physiologiques	319
	Indications	321
	Contre-indications	321
	Complications	321
10.2.3	Ventilation mécanique en position ventrale	321
	Principes physiologiques	321
	Indications	323
	Contre-indications	323
	Effets secondaires	323
10.2.4	Insufflation trachéale (lavage de l'espace mort).....	323
	Principe physiologique	323
	Indications	324
	Contre-indications	324
	Complications	324
10.3	VENTILATION MÉCANIQUE À DOMICILE	325

10.3.1	Buts	325
10.3.2	Sélection des candidats	325
10.3.3	Facteurs psychosociaux.....	327
10.3.4	Choix de l'équipement.....	327
10.3.5	Choix du ventilateur.....	327
10.3.6	Suivi et évaluation.....	329
10.4	VENTILATION À PRESSION POSITIVE NON EFFRACTIVE (VPPNE)	330
10.4.1	Indications.....	331
	Syndrome des hautes résistances des voies aériennes supérieures (SHRVAS)	332
	Maladies chroniques dégénératives	332
	Épisodes d'insuffisance respiratoire aigus	332
10.4.2	Mode d'action	333
	Stabilisation des structures des voies aériennes	333
	Maintien d'une \dot{V}_A adéquate	334
	Diminution du travail respiratoire	335
	Amélioration de l'oxygénation	335
10.4.3	Avantages	335
10.4.4	Complications	336
10.4.5	Systèmes de VPPNE	337
	QUESTIONS ET EXERCICES.....	338

Chapitre 11

Ventilation mécanique en néonatalogie

	INTRODUCTION	341
11.1	OBJECTIFS ET INDICATIONS	341
11.1.1	Objectifs	341
11.1.2	Indications	342
	Prématurité	342
	Système nerveux	342
	Système respiratoire	343
	Système cardiovasculaire	344
	Système digestif	346
	Système immunitaire	346
	Système rénal	347
	Indications cliniques	348
11.2	CYCLE RESPIRATOIRE SPONTANÉ	348
11.2.1	Compliance.....	348
11.2.2	Résistances des voies aériennes	349
11.2.3	Constante de temps	349
11.2.4	Travail respiratoire	350
11.3	CYCLE RESPIRATOIRE MÉCANIQUE	351
11.3.1	Phase de déclenchement.....	351
11.3.2	Phase inspiratoire	352

11.3.3	Fin de la phase inspiratoire (classification des ventilateurs)	352
11.3.4	Temps expiratoire	352
11.3.5	Aspects techniques des ventilateurs à vocation néonatale	352
	Composantes	353
	Cheminement du gaz	353
11.4	MODES VENTILATOIRES	355
11.4.1	Modes conventionnels	355
	Ventilation spontanée avec pression positive continue (PPC)	356
	Ventilation à pression assistée (PA)	358
	Ventilation obligatoire intermittente synchronisée (VOIS)	359
	Ventilation obligatoire intermittente synchronisée + pression assistée (VOIS-PA)	361
	Ventilation obligatoire intermittente (VOI)	362
	Ventilation assistée contrôlée (VAC)	363
	Ventilation contrôlée (VC)	364
11.4.2	Modes non conventionnels	365
11.4.3	Modes autorégulés	366
11.5	APPLICATION DE LA VENTILATION MÉCANIQUE	366
11.5.1	Déterminants de la pression artérielle (P_aCO_2) et capillaire (P_cCO_2) en CO_2	367
	Débit continu	367
	Fréquence respiratoire (f)	369
	Temps inspiratoire (T_I)	369
	Temps expiratoire (T_E)	369
	Ratio inspiration/expiration (R^I/E)	370
	Pression de crête ($P_{crête}$)	370
	Pression expiratoire positive (PEP)	370
11.5.2	Déterminants de la pression artérielle en oxygène (P_aO_2)	371
	Fraction inspiratoire en oxygène (F_iO_2)	372
	Ventilation alvéolaire (\dot{V}_A) et ventilation minute (\dot{V}_{min})	372
	Pression moyenne des voies aériennes (P_{va})	372
11.6	SUIVI ET SURVEILLANCE DU NOUVEAU-NÉ	374
11.6.1	Évaluation globale	374
	Informations générales	374
	Signes vitaux	374
	Évaluation psychologique	375
	Évaluation neurologique	375
	Inspection et auscultation	375
	Paramètres ventilatoires mesurés	376
	Courbes et boucles ventilatoires	376
	Saturométrie	376
	Capnographie	376
	Moniteurs de PO_2 et PCO_2 transcutanées	377
	Mécanique respiratoire	378
	Gazométrie	379

Hémodynamie	380
11.6.2 Visite ventilatoire	380
Paramètres réglés et mesurés	380
Limites d'alarme	381
Circuit de ventilation	382
Aspiration des sécrétions	383
11.7 SEVRAGE	383
11.7.1 Obstacles	383
11.7.2 Conditions préalables	384
11.7.3 Types de sevrage	385
11.7.4 Protocoles de sevrage.....	386
11.7.5 Conclusion du sevrage.....	386
Extubation et reprise de la ventilation spontanée complète	386
Extubation et installation d'une ventilation non effractive par voie nasale	386
Échec du sevrage, intubation trachéale et retour à la ventilation mécanique	387
11.7.6 Mesures à prendre pour les bébés difficiles à sevrer	387
11.8 EFFETS ET COMPLICATIONS	387
11.8.1 Dysplasie bronchopulmonaire (DBP)	387
11.8.2 Rétinopathie du prématuré	389
11.8.3 Hémorragie intraventriculaire (HIV)	389
11.9 CONCEPT DE LA SÉDATION-ANALGÉSIE EN NÉONATALOGIE	390
11.10 MÉTHODES AVANCÉES.....	391
11.10.1 Oxygénation extracorporelle.....	391
Indications	393
11.10.2 Surfactant exogène	394
Indications	394
11.10.3 Oxyde nitrique inhalé (NO ₂).....	394
11.10.4 Ventilation liquidienne	395
11.10.5 Ventilation oscillatoire à haute fréquence (OHF)	395
QUESTIONS ET EXERCICES.....	396
RÉPONSES AUX QUESTIONS ET EXERCICES.....	399
SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS	408
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	410
INDEX	415

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre 1

1.1 Objectifs physiologiques et cliniques de la ventilation mécanique	7
1.2 Liens entre les indications de la ventilation mécanique et les causes d'insuffisance respiratoire.....	11
1.3 Indications de la ventilation mécanique à domicile	12
1.4 Indications de la ventilation mécanique en néonatalogie.....	13
1.5 Classification des modes ventilatoires	16

Chapitre 2

2.1 Pressions mesurées du système respiratoire.....	26
2.2 Pressions calculées du système respiratoire	31
2.3 Valeurs des R_{va} dans différentes situations cliniques.....	34
2.4 Pourcentage de changement de la constante de temps d'une fonction exponentielle	36

Chapitre 3

3.1 Caractéristiques d'un générateur de débit constant.....	55
3.2 Caractéristiques d'un générateur de débit non constant.....	56
3.3 Caractéristiques d'un générateur de pression constante.....	60
3.4 Caractéristiques d'un générateur de pression non constante.....	62

Chapitre 4

4.1 Modes de ventilation conventionnels.....	73
4.2 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode PPC	75
4.3 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode PA.....	77
4.4 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode VOIS – volumétrique	79
4.5 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode VOIS – pression contrôlée.....	81
4.6 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode VOIS-PA – volumétrique.....	83
4.7 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode VOIS-PA – pression contrôlée.....	84
4.8 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode VAC – volumétrique.....	87
4.9 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode VAC – pression contrôlée.....	89
4.10 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode VC – volumétrique	90
4.11 Contrôle des paramètres de ventilation dans le mode VC – pression contrôlée	91
4.12 Modes non conventionnels de ventilation.....	93
4.13 Contrôle des paramètres en ventilation à pression augmentée.....	94
4.14 Modes de ventilation autorégulés	100
4.15 Contrôle des paramètres du mode ventilation dans le mode VOIS régulée par la fréquence.....	101
4.16 Contrôle des paramètres en ventilation à PC régulée par le volume courant.....	107
4.17 Contrôle des paramètres en PA régulée par l'élastance et la résistance	109
4.18 Contrôle des paramètres en ventilation à PA régulée par le VC.....	111

Chapitre 5

5.1 Ajustements initiaux suggérés en ventilation volumétrique.....	120
5.2 Ajustements initiaux de la ventilation à PC	126
5.3 Ajustements initiaux des paramètres d'oxygénation en ventilation volumétrique et à PC.....	129
5.4 Suggestions de réglages initiaux pour la BPOC et l'asthme.....	140
5.5 Suggestions de réglages initiaux pour le patient présentant un SDRA.....	146
5.6 Suggestions de réglages initiaux pour le patient avec un OAP _c	148

Chapitre 6

6.1 Fréquence respiratoire normale.....	155
6.2 Fréquence cardiaque normale	155
6.3 Pression artérielle normale.....	156
6.4 Température normale	157
6.5 Échelle de sédation de Ramsey.....	158
6.6 Échelle de sédation et d'agitation de Riker	159
6.7 Échelle de Glasgow.....	160
6.8 Description des termes utilisés pour décrire l'état de conscience	161
6.9 Critères d'observation et d'évaluation exhaustive de la mécanique respiratoire	162
6.10 Évaluation des bruits pulmonaires	165
6.11 Paramètres mesurés.....	166
6.12 Reconnaissance d'une auto-PEP.....	175
6.13 Reconnaissance d'une augmentation des R_{va}	177
6.14 Reconnaissance d'une diminution ou d'une augmentation de la C_{sr}	182
6.15 Reconnaissance d'une surdistension pulmonaire.....	183
6.16 Reconnaissance d'une fuite de gaz	185
6.17 Facteurs qui influencent la lecture de la s_pO_2	187
6.18 Facteurs qui influencent la mesure de la C_{stat}	195
6.19 Différentes mesures permettant d'évaluer la P_aO_2	199
6.20 Réglages initiaux des limites d'alarme	207

Chapitre 7

7.1 Facteurs cliniques qui peuvent compromettre le sevrage	218
7.2 Comparaison des valeurs indexées.....	228

Chapitre 8

8.1 Variation des résistances vasculaires pulmonaires en ventilation mécanique.....	250
8.2 Changements cliniques et cardiaques associés à une acidose respiratoire, à l'hypoxie et à l'hyperkaliémie	253
8.3 Changements cliniques et cardiaques associés à une alcalose respiratoire et à l'hypokaliémie	255
8.4 Facteurs qui accroissent le risque d'auto-PEP	259
8.5 Moyens réduisant l'auto-PEP chez les adultes.....	261
8.6 Conditions prédisposant aux barotraumatismes ou aux volutraumatismes.....	268
8.7 Effets respiratoires de l'inhalation d'oxygène à haute concentration (hyperoxie normobarique).....	273
8.8 Dispositifs effractifs qui accroissent le risque d'infection nosocomiale.....	274
8.9 Facteurs prédisposant les patients aux infections nosocomiales et aux pneumonies	274

8.10 Organismes pathogéniques communément isolés lors de pneumonies nosocomiales.....	275
8.11 Effets de la malnutrition chez les patients ventilés mécaniquement.....	277
8.12 Évaluation de l'état alimentaire.....	277

Chapitre 9

9.1 Effets de la sous-sédation et de la sursédation.....	286
9.2 Échelle de sédation de Ramsay.....	288
9.3 Échelle de sédation et d'agitation (Riker).....	288
9.4 Échelle de comportement de la douleur.....	289
9.5 Métabolites associés aux agents utilisés en soins critiques.....	295

Chapitre 10

10.1 Buts de la ventilation mécanique à domicile.....	325
10.2 Principales conditions qui peuvent nécessiter une ventilation à long terme.....	326
10.3 Le ventilateur à domicile « idéal ».....	328
10.4 Indications de l'utilisation de la ventilation à pression positive non effractive.....	331
10.5 Complications associées à la VPPNE.....	336

Chapitre 11

11.1 Facteurs aggravant les apnées du prématuré.....	343
11.2 Contrôle des paramètres de ventilation en mode PPC.....	357
11.3 Contrôle des paramètres de ventilation en mode PA.....	359
11.4 Contrôle des paramètres de ventilation en VOIS – Pression contrôlée.....	360
11.5 Contrôle des paramètres de ventilation en VOIS – Pression contrôlée + PA.....	362
11.6 Contrôle des paramètres de ventilation en VOI.....	362
11.7 Contrôle des paramètres de ventilation VAC – Pression contrôlée.....	365
11.8 Ajustements initiaux de la ventilation en PC en néonatalogie.....	367
11.9 Exemples d'ajustement du débit en fonction du poids.....	367
11.10 Ajustements initiaux des paramètres d'oxygénation.....	372
11.11 Comparaison des valeurs normales des signes vitaux des nouveau-nés et des enfants.....	374
11.12 Corrélations entre la $P_{tc}O_2$ et la P_aO_2	377
11.13 Valeurs de gaz artériel acceptables pour les soins du nouveau-né sous ventilation mécanique.....	379
11.14 Tension artérielle selon le poids à la naissance.....	380
11.15 Paramètres réglés et paramètres mesurés sur un ventilateur à vocation néonatale.....	381
11.16 Réglages initiaux des limites d'alarme.....	381
11.17 Obstacles au sevrage.....	384
11.18 Critères de mise en œuvre du sevrage.....	385
11.19 Stades de la rétinopathie.....	389
11.20 Critères faisant partie des échelles de mesure de la sédation-analgésie chez le nouveau-né et le jeune enfant.....	390

LISTE DES FIGURES

Chapitre 1

1.1	Organisation de l'ouvrage	4
1.2	Spirophore	5
1.3	Poumon d'acier	6
1.4	Mécanisme d'une inspiration spontanée	13
1.5	Mécanisme de l'inspiration mécanique	14
1.6	Partage du travail respiratoire entre le patient et le ventilateur	15
1.7	Concepts des stratégies de ventilation mécanique et de sédation-analgésie en soins critiques	19

Chapitre 2

2.1	Ventilation et oxygénation.....	24
2.2	Modifications de la cage thoracique pendant une ventilation normale	25
2.3	Exemple d'un mouvement de gaz à l'expiration	26
2.4	Pressions mesurées du système respiratoire pendant une ventilation spontanée.....	27
2.5	Pressions calculées du système respiratoire pendant une ventilation spontanée.....	29
2.6	Comparaison des R_{va} de deux systèmes respiratoires différents	34
2.7	Courbes de forme exponentielle	35

Chapitre 3

3.1	Cinq phases d'un cycle respiratoire	44
3.2	Courbe ventilatoire à phase inspiratoire déclenchée par le temps sur un générateur de débit constant ...	46
3.3	Mécanisme de détection d'une chute de pression.....	47
3.4	Courbe de respiration à phase inspiratoire déclenchée par la pression sur un générateur de débit constant	48
3.5	Mécanismes de détection du débit inspiratoire.....	49
3.6	Courbe de respiration à phase inspiratoire déclenchée par le débit sur un générateur de débit constant .	50
3.7	Courbe de respiration à phase inspiratoire déclenchée par le volume sur un générateur de débit constant	52
3.8	Organisation schématique des différentes phases inspiratoires	52
3.9	Courbes de pression-temps, débit-temps et volume-temps d'un générateur de débit constant.....	54
3.10	Modifications produites par l'augmentation des R_{va} et la diminution de la C_{sr} sur les courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'un générateur de débit constant.....	55
3.11	Courbes de pression-temps, volume-temps et débit-temps d'un générateur de débit non constant (débit décroissant ou sinusoïdal).....	56
3.12	Modifications produites par l'augmentation des R_{va} et la diminution de la C_{sr} sur les courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'un générateur de débit non constant.....	57
3.13	Courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'un générateur de pression constante.....	59
3.14	Modifications produites par l'augmentation des R_{va} et la diminution de la C_{sr} sur les courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'un générateur de pression constante	60
3.15	Courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'un générateur de pression non constante (pression croissante)	61
3.16	Courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'un ventilateur dont l'inspiration se termine par l'atteinte d'un volume pré-régulé (volumétrique)	63

3.17	Courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'un ventilateur dont l'inspiration se termine par l'atteinte d'un temps préréglé (ventilateur à pression contrôlée).....	63
3.18	Courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'une ventilation dont l'inspiration se termine par l'atteinte d'un débit préréglé (pression assistée).....	64
3.19	Courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'une ventilation à pression positive avec plateau inspiratoire.....	65
3.20	Distinction entre phase expiratoire et temps expiratoire.....	66
3.21	Courbes pression-temps, débit-temps et volume-temps d'une ventilation avec PEP.....	67
3.22	Détermination de la classification du ventilateur utilisé.....	69

Chapitre 4

4.1	Partage du travail respiratoire entre le ventilateur et le patient.....	72
4.2	Courbe ventilatoire d'un mode PPC.....	74
4.3	Effets de la PPC sur la C_{sr}	76
4.4	Courbes ventilatoires d'une ventilation à pression assistée.....	77
4.5	Courbes ventilatoires d'une VOIS – volumétrie.....	80
4.6	Courbes ventilatoires d'une VOIS – pression contrôlée.....	81
4.7	Courbes ventilatoires d'une VOIS-PA en mode volumétrique.....	84
4.8	Courbes ventilatoires d'une VOIS-PA en pression contrôlée.....	85
4.9	Courbes ventilatoires d'une VAC – volumétrie.....	87
4.10	Courbes ventilatoires d'une VAC – pression contrôlée.....	88
4.11	Courbes ventilatoires du mode VC – volumétrie.....	91
4.12	Courbes ventilatoires du mode VC – PC.....	92
4.13	Courbes ventilatoires du mode à pression contrôlée et à ratio $1/E$ inversé.....	94
4.14	Courbes ventilatoires en mode PPV.....	96
4.15	Courbes ventilatoires en mode BiPAP.....	96
4.16	Courbes ventilatoires en ventilation à pression augmentée.....	98
4.17	Représentation graphique d'une boucle d'asservissement.....	100
4.18	Courbes ventilatoires en mode VOIS réglée par la fréquence + PA.....	103
4.19	Courbes ventilatoires de la ventilation à PC réglée par le VC.....	105
4.20	Courbes ventilatoires en mode PA réglée par l'élastance et la résistance.....	108
4.21	Courbes ventilatoires en ventilation PA réglée par le VC.....	110

Chapitre 5

5.1	Subdivisions de la \dot{V}_{min} , de la \dot{V}_A et de la \dot{V}_D	118
5.2	Paramètres ajustables (zones grises) en ventilation volumétrique.....	120
5.3	Débit moyen, T_I , $P_{plateau}$ et $P_{crête}$ en générateur de débit constant et décroissant.....	124
5.4	Paramètres ajustables (zones grises) en ventilation à PC.....	126
5.5	Courbes ventilatoires.....	128
5.6	P_{va} sur des courbes de pression-temps.....	132
5.7	Liens entre les paramètres de la P_{va} et leurs déterminants en ventilation volumétrique.....	132
5.8	Liens entre les paramètres de la P_{va} et leurs déterminants en PC.....	133
5.9	Courbes ventilatoires avec et sans PEP.....	134
5.10	Point d'inflexion sur une courbe volume-pression.....	135
5.11	Effets sur la P_{va} des changements de paramètres.....	136
5.12	Liens entre les paramètres d'oxygénation et de ventilation.....	137

5.13	Structures du système respiratoire.....	138
5.14	Composantes du système respiratoire responsables des différents types d'insuffisance respiratoire...	138
5.15	Auto-PEP	139
5.16	Ventilation volumétrique d'un système respiratoire normal et d'un système respiratoire avec des R_{va} élevées hétérogènes	142
5.17	Effet de l'auto-PEP sur le travail respiratoire	143
5.18	PEP _{réglée} et auto-PEP.....	144

Chapitre 6

6.1	Estimation de l'expansion thoracique.....	163
6.2	Technique des percussions.....	164
6.3	Représentation de la $P_{crête}$ de la $P_{plateau}$ et de la PEP en ventilation volumétrique.....	167
6.4	Illustration de la PEP _{tot} , de la PEP _{réglée} de l'auto-PEP et de leur relation avec la CRF.....	168
6.5	Mesure de la PEP _{tot} et de l'auto-PEP	169
6.6	Mesure de la PEP _{tot} pendant l'effort du patient.....	169
6.7	Courbes pression-temps	171
6.8	Courbes débit-temps.....	172
6.9	Courbes volume-temps.....	173
6.10	Boucles ventilatoires volume-pression	174
6.11	Boucles ventilatoires	174
6.12	Courbes et boucles ventilatoires représentant une auto-PEP.....	176
6.13	Courbes et boucles ventilatoires représentant une augmentation des R_{va}	179
6.14	Courbes et boucles ventilatoires représentant une diminution de la C_{sr}	181
6.15	Courbe pression-temps et boucles volume-pression représentant une surdistension pulmonaire.....	183
6.16	Courbes et boucles ventilatoires représentant une fuite de gaz.....	184
6.17	Courbe de dissociation de l'hémoglobine.....	186
6.18	Capnogramme normal	188
6.19	Capnogrammes anormaux.....	189
6.20	Capnogramme volumétrique normal	190
6.21	Capnogramme volumétrique à différents niveaux de PEP	190
6.22	Capnogramme volumétrique chez un patient en bronchospasme	191
6.23	Capnographes.....	192
6.24	Composantes d'un capnographe.....	192
6.25	Pression exercée sur le volume gazeux pulmonaire.....	194
6.26	Effets de la pression positive sur les structures de la cage thoracique	201
6.27	Transport du CO_2 , des cellules jusque dans les gaz expiratoires.....	203
6.28	Variation du capnogramme volumétrique en fonction de la perfusion	204
6.29	Composantes d'un circuit de ventilation.....	209

Chapitre 7

7.1	Forces requises pour réussir un sevrage	217
7.2	Auto-PEP.....	219
7.3	Effets de l'auto-PEP sur le déclenchement d'une ventilation assistée	220
7.4	Correction de l'auto-PEP par l'ajout d'une PEP.....	221
7.5	Variations de la C_{sr} sans atteinte pathologique.....	222
7.6	Variation de la $P_{crête}$ pour générer un débit à travers des sondes trachéales de différents diamètres	224
7.7	Inégalités du rapport ventilation-perfusion.....	225
7.8	Sevrage de type binaire.....	229

7.9	Support intermittent.....	230
7.10	Support décrémental.....	231
7.11	Interfaces de la VPPNE.....	237
7.12	Ouverture trachéale avec canule	240

Chapitre 8

8.1	Inégalités du rapport ventilation/perfusion	246
8.2	Régions dépendantes et non dépendantes de la gravité d'une personne couchée et debout.....	247
8.3	Effets de la ventilation spontanée et de la ventilation mécanique sur la distribution gazeuse pulmonaire	248
8.4	Augmentation de l'espace mort par la pression positive	248
8.5	Effet de différents niveaux de PEP sur le rapport \dot{V}/\dot{Q}	249
8.6	Courbes de dissociation de l'hémoglobine	252
8.7	Effet de l'auto-PEP sur les volumes pulmonaires.....	257
8.8	Courbes ventilatoires avec auto-PEP	258
8.9	Variations de pression mesurées par le ventilateur et variations de pression alvéolaire	260
8.10	Variation des pressions intrathoraciques en ventilation spontanée.....	264
8.11	Variations de pressions intrathoraciques pendant la ventilation mécanique ou l'application d'une PEP.	265
8.12	Facteurs contribuant à augmenter la rétention liquidienne chez un patient ventilé mécaniquement.....	271

Chapitre 9

9.1	Concept de sédation-analgésie en ventilation mécanique	282
9.2	Sédation-analgésie	284
9.3	Hypnose, analgésie, aréflexie.....	285
9.4	Composantes du système de mesure de l'index bispectral	291
9.5	Tracé d'EEG à différents états de conscience.....	291
9.6	Échelons du BIS associés aux conditions cliniques.....	292

Chapitre 10

10.1	Composantes d'un oscillateur à haute fréquence	301
10.2	Comparaison entre la VHFO et la ventilation mécanique conventionnelle dans l'atténuation de la pression le long de l'arbre bronchique	303
10.3	Influence des différents paramètres sur les échanges gazeux en VHFO	303
10.4	Mécanismes de transport des gaz en VHFO	304
10.5	Courbes volume-pression d'un poumon rempli d'air et d'un poumon rempli de liquide	308
10.6	Tension superficielle d'une bulle de savon.....	309
10.7	Effets du NO sur la vascularisation pulmonaire	312
10.8	Dispositif d'administration de NO	313
10.9	Physiopathologie de l'atélectasie	315
10.10	Effets de la $P_{crête}$ sur les liaisons entre les alvéoles	316
10.11	Manœuvre d'ouverture pulmonaire en cinq étapes.....	317
10.12	Courbe de dissociation de l'hémoglobine en position normale et déplacée vers la droite.....	320
10.13	\dot{V}/\dot{Q} des zones pulmonaires dépendantes et non dépendantes en position couchée.....	322
10.14	\dot{V}/\dot{Q} des zones pulmonaires dépendantes et non dépendantes en position ventrale.....	322
10.15	Montage pour effectuer une insufflation trachéale	324
10.16	Dispositifs de VPPNE permettant l'interface ventilateur-patient	330
10.17	Effets de la pression positive sur les structures des voies aériennes supérieures	333
10.18	Effets de la VPPNE sur la P_{tr}	334

Chapitre 11

11.1	Circulation fœtale	344
11.2	Changements circulatoires à la naissance	345
11.3	Facteurs causant l'insuffisance respiratoire du nouveau-né prématuré	347
11.4	Composantes d'un ventilateur à vocation néonatale	353
11.5	Cheminement des gaz dans le circuit ventilatoire.....	354
11.6	Influence du débit sur la pression dans le circuit ventilatoire.....	355
11.7	Courbes ventilatoires en mode PPC sur un ventilateur à vocation néonatale.....	356
11.8	Effets de la PPC sur la C_{sr}	357
11.9	Courbes ventilatoires en mode PA sur un ventilateur à vocation néonatale.....	358
11.10	Courbes ventilatoires en mode VOIS sur un ventilateur à vocation néonatale	360
11.11	Courbes ventilatoires en mode VOIS-PA sur un ventilateur à vocation néonatale.....	361
11.12	Courbes ventilatoires en mode VOI sur un ventilateur à vocation néonatale.....	363
11.13	Courbes ventilatoires en mode VAC sur un ventilateur à vocation néonatale	364
11.14	Courbes ventilatoires en mode VPCRI	365
11.15	Représentation graphique d'une boucle d'asservissement	366
11.16	Courbes pression-temps avec différents réglages de débit continu	368
11.17	Courbes ventilatoires avec un T_i plus petit, égal et plus grand à τ	369
11.18	$P_{crête}$ et $P_{courante}$	370
11.19	Facteurs affectant la \dot{V}_{min} en ventilation mécanique néonatale.....	371
11.20	P_{va} sur des courbes de pression-temps d'un ventilateur à pression constante.....	373
11.21	Effets d'une modification des différents paramètres sur la P_{va}	373
11.22	Liens entre les paramètres d'oxygénation.....	373
11.23	Indice de Silverman	375
11.24	Composantes d'un circuit de ventilation d'un ventilateur à vocation néonatale.....	382
11.25	Sonde nasale	386
11.26	Cascade de la DBP	388
11.27	Circuit pour ECMO vénoartériel néonatal	392
11.28	Circuit pour ECMO vénoveineux néonatal utilisant un cathéter à double lumière.....	393
11.29	Courbes ventilatoires	396