

Université de Bordeaux

Année 2014

Numéro 3136

**Thèse pour l'obtention du DIPLOME D'ETAT de
DOCTEUR EN MEDECINE**

Spécialité Anesthésie-Réanimation

Présentée et soutenue publiquement par

Elodie MAZOCKY

Elève de l'Ecole du Val-de-Grâce (PARIS)

Née le 1^{er} mars 1986 à Chaumont (Haute-Marne, 52)

Le 2 décembre 2014

**INTERET DE LA MISE EN PLACE D'UN PROTOCOLE DE
SEVRAGE VENTILATOIRE COMPRENANT UNE EVALUATION DE
KINESITHERAPIE DANS LA DECISION D'EXTUBATION EN
REANIMATION**

Etude observationnelle « avant – après »

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur David TRAN-VAN

Rapporteur de thèse :

Monsieur le Professeur Samir JABER

Jury

Monsieur le Professeur François SZTARK

Monsieur le Professeur Frédéric VARGAS

Monsieur le Professeur Bruno FONTAINE

Monsieur le Docteur Nicolas FRITSCH

Président

Jury

Jury

Jury

Ecole du VAL-DE-GRACE

A Monsieur le Médecin Général Inspecteur François PONS

Directeur de l'École du Val-de-Grâce

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

Officier de la Légion d'Honneur

Commandeur de l'Ordre National du Mérite

Récompenses pour travaux scientifiques et techniques - échelon argent

Médaille d'Honneur du Service de Santé des Armées

A Monsieur le Médecin Général Jean-Bertrand NOTTET

Directeur adjoint de l'Ecole du Val-de-Grâce

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

Chevalier des Palmes Académiques

Hôpital d'Instruction des Armées Robert PICQUE

A Monsieur le Médecin Général Fabrice MONCADE

Médecin Chef de l'Hôpital d'Instruction des Armées Robert PICQUE

Spécialiste des Hôpitaux des Armées

Chevalier de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

A notre Président de jury de thèse

Monsieur le Professeur François SZTARK
Professeur des Universités en Anesthésie Réanimation
Praticien Hospitalier
Chef de Service

Nous vous remercions de présider ce jury, pour votre investissement dans notre formation médicale et scientifique et de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à notre travail.

A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Professeur Samir JABER
Professeur des Universités en Anesthésie Réanimation
Vice-Doyen de l'Université de Médecine de Montpellier
Praticien Hospitalier
Chef de Service
Président du comité scientifique de la Société Française d'Anesthésie
Réanimation

Vous nous faites l'honneur d'être le rapporteur de cette thèse malgré vos nombreuses attributions. Nous vous remercions de la gentillesse avec laquelle vous nous avez reçus. Veuillez recevoir l'expression de notre gratitude et de notre respect.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Médecin en Chef David TRAN-VAN
Spécialiste des Hôpitaux des Armées

Qu'il est difficile d'exprimer en quelques lignes le profond respect que j'ai pour ton travail au quotidien dans le service et ton investissement dans notre formation. Tu es un mentor pour chacun des internes qui a la chance de passer entre tes mains. Et les dernières heures de dur labeur pour finir cette thèse n'ont fait que renforcer l'admiration que tu m'inspires. Merci...

A nos Juges

Monsieur le Professeur Frédéric VARGAS
Professeur des Universités en Réanimation Médicale
Praticien Hospitalier

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail en apportant vos compétences et votre esprit critique et nous vous en remercions.

Monsieur le Professeur Bruno FONTAINE
Professeur agrégé de l'Ecole du Val-de-Grâce
Spécialiste des Hôpitaux des Armées
Chef du Pôle Anesthésie Réanimation Urgences

Nous sommes extrêmement fiers de vous compter parmi les membres de notre jury. Vos qualités humaines et votre leadership nous guident au quotidien. Le compagnonnage que vous revendiquez dans notre spécialité et dont vous êtes le premier acteur est un des leitmotivs du service et nous sommes heureux d'avoir choisi votre équipe pour notre formation.

Monsieur le Médecin Principal Nicolas FRITSCH
Spécialiste des Hôpitaux des Armées

Tu nous fais l'honneur d'apporter tes connaissances, tes capacités scientifiques et ta bonne humeur pour juger notre travail. C'est un plaisir de travailler et d'apprendre à ton contact.

Remerciements

A ceux qui sont à l'origine de ce travail : Lisa (souriante et dévouée) et David qui en sont les instigateurs et les premiers acteurs ;
Yves pour les stats, les conseils, le soutien moral, les pitreries et le bureau ;

A tous les autres auprès de qui j'ai eu la chance de me former :

Philippe et Ariane en bas, toujours de bonne humeur et souriants, investis dans la formation chacun à votre manière, rigoureux mais humains, vous êtes des exemples ;

Nicolas Fra. et Christelle en haut, pédagogues et patients ;

Yann, tu vas nous manquer ! Au boulot et en soirée ;

M. Benoit, M. Olive, M. Sergent avec qui j'aurai peut-être la chance de retravailler ;

Kévin et Max bien sûr, dans le service comme en dehors ! Soutien de la première heure dans les moments difficiles de l'internat comme dans les loisirs... Même si nos chemins vont se croiser à nouveau sous peu j'en suis convaincue et la DC aussi, vous me manquez déjà ;

Marie, Henri-Louis, Julien, les copains de galère le week-end de garde ! Paraît-il c'est « cyclique »... Puisse cette équipe vous apporter autant qu'à moi ;

Aux équipes paramédicales du bloc IADE et IBO, de la réa (le sel ne marche pas...) et des urgences de Robert Picqué ! Merci !

A tous ceux que j'ai croisé au CHU, notamment au déchoc (Nicolas Morel, même si ça n'était pas gagné d'avance, Jean-Séb, Guillaume, Cléa...), au vasculaire (une équipe médicale adorable) et au thoracique notamment. A mes co-internes Yann C., Ben, Fred, Simon, Arnaud, Mpanjato, Marion, Hélène, Juliette, Maeva, Emilie, Romain, la fine équipe de réa Sztark avec Mélanie, Anne Payette, Aurélie, Cécile et Marie...

A mes amis de lycée (Simon, les copains de l'Abi, ceux de l'internat), de l'Ecole (aux GB qui m'ont adoptée, aux LS qui ont égayé quelques unes de nos soirées, à ma famille Carrélienne, aux LN, aux filles du Hand, à tous ceux que j'ai croisé en stage mili ou hospitalier et qui nous font grandir), à mes deux préférées (Pierre qui roule et Yoyo, pour toutes ces années à la Boîte, à Paris ou à Bormes, pour les vacances à vos côtés malgré les échecs ces dernières années), de Bordeaux (Lenhoo, tu m'as recueillie à mon arrivée sur Bordeaux, m'as consolé à la fin du premier jour au bloc, tu es une machine de médecine, de sport, un exemple à la Boîte d'investissement et d'abnégation, mais finalement tu es humaine et c'est tout ça qui te rends unique, je ne te remercierai jamais assez).

A mes parents, mon frère, mon Doudou ;

A Mamie, à Nenette et Jean aussi ;

A mes cousins, cousines, oncles et tantes ;

Et à tous ceux que j'ai oubliés... Un grand merci.

Table des matières

Introduction	11
Chapitre I : Rationnel	12
1 – Situation épidémiologique de la ventilation mécanique en réanimation	12
1.1 – Une suppléance d’organe de plus en plus fréquente	12
1.2 – Une mise en œuvre plurielle	12
1.2.1 – Des indications multiples	13
1.2.2 – Des objectifs ventilatoires qui évoluent	13
1.2.3 – Une large palette de modes ventilatoires	13
1.3 – Une surmortalité liée à la durée de ventilation	14
1.4 – La morbidité propre de la ventilation mécanique	15
1.4.1 – Complications infectieuses	15
1.4.1.1 – Pneumopathie acquise sous ventilation mécanique (PAVM)	15
1.4.1.2 – Sinusite nosocomiale	16
1.4.2 – Lésions induites par la ventilation invasive (LIVI)	16
1.4.3 – Dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation (DDIV)	17
1.4.4 – Difficultés de réhabilitation	18
1.4.5 – Coût humain, matériel et financier	19
2 – Le sevrage ventilatoire	20
2.1 – Une étape incontournable en réanimation	20
2.2 – Débuter le sevrage dès que possible	21
2.2.1 – Gestion de la curarisation	22
2.2.2 – Gestion de la sédation	22
2.3 – Sevrage ventilatoire personnalisé	23
2.3.1 – Selon le terrain du patient	23
2.3.2 – Selon le motif de mise sous ventilation mécanique	24
2.3.3 – Classification selon la difficulté du sevrage	24
2.4 – Conséquences liées à l’échec au processus de sevrage ventilatoire	25
2.4.1 – Conséquences liées à l’échec au test de VS	25
2.4.2 – Conséquences liées à l’échec d’extubation	25
3 – Optimiser le sevrage ventilatoire	26
3.1 – Optimiser la condition du patient	26
3.1.1 – Traiter la cause d’assistance respiratoire	26
3.1.2 – Equilibrer les insuffisances d’organe antérieures et acquises	26
3.2 – Optimiser les facteurs de risque d’échec d’extubation	27
3.2.1 – Une origine respiratoire	27
3.2.2 – Une origine cardiaque	28
3.2.3 – Une origine neuromusculaire	28
3.2.4 – Une origine neuropsychologique	29
3.2.5 – Une origine métabolique	29
3.2.6 – Une origine nutritionnelle	29

3.2.7 – Un transport en oxygène optimisé	30
3.2.8 – Un bilan hydrique à l'équilibre	30
3.2.9 – Une approche systématisée	30
3.2 – Optimiser l'administration de la ventilation mécanique	30
3.3.1 – Le mode ventilatoire idéal de sevrage	31
3.3.2 – Les modes ventilatoires actuellement disponibles	31
3.3.2.1 – Mode de transition à valves ouvertes	31
3.3.2.2 – Modes de sevrage	32
3.3.2.2.1 – La ventilation spontanée avec aide inspiratoire (VSAI)	32
3.3.2.2.2 – Modes avec boucle de régulation simple	32
3.3.2.2.3 – Modes avec boucle de régulation complexe	33
3.3.2.2.4 – Modes utilisant une intelligence artificielle	34
3.3.3 – Quel mode utiliser dans le sevrage ventilatoire ?	34
4 – Le test de VS	35
4.1 – Principes du test de VS	35
4.2 – Réalisations du test de VS	36
4.2.1 – Sur tube en T	36
4.2.2 – En VSAI	36
4.2.3 – Avec compensation automatique du tube (CAT)	36
4.2.4 – Quelle méthode privilégier ?	37
4.3 – Polémiques, limites et sécurité du test de VS	37
4.3.1 – Test de VS avec ou sans PEP	37
4.3.2 – Durée du test de VS	38
4.3.3 – Signification et limites du test de VS	38
4.3.4 – Innocuité du test de VS	38
5 – Prédire l'échec de sevrage ventilatoire et d'extubation	39
5.1 – L'évaluation clinique seule	39
5.2 – Indices et examens visant à sensibiliser l'évaluation clinique	40
5.2.1 – Le ratio FR/Vt : Rapid Shallow Breathing Index (RSBI)	40
5.2.2 – Pression d'occlusion à 0,1 s ($P_{0,1}$) et pression inspiratoire maximale (MIP)	40
5.2.3 – Integrative Weaning Index (IWI)	41
5.2.4 – Le CROP index et le CORE index	42
5.2.5 – Un autre modèle prédictif de réintubation	42
5.2.6 – L'apport de l'échographie pulmonaire	43
5.2.7 – L'apport de l'échocardiographie	44
5.2.8 – Les marqueurs biologiques	44
5.2.9 – Activité électrique du diaphragme	44
5.2.10 – Tonométrie gastrique	45
5.2.11 – Le test de fuite	45
5.3 – Controverse	46
6 – Prise en charge post-extubation	47
6.1 – La VNI post-extubation	48
6.2 – La kinésithérapie respiratoire	48
6.2.1 – Le désencombrement bronchique	49
6.2.2 – L'optimisation des capacités respiratoires	49
6.2.3 – La mobilisation précoce en réanimation	49

7 – Axes de réflexions menant à la conception de l'étude	51
---	-----------

Chapitre II : Matériels et méthodes

1 – Objectifs de l'étude	53
---------------------------------------	-----------

2 – Format de l'étude	53
------------------------------------	-----------

3 – Population	54
-----------------------------	-----------

3.1 – Critères d'inclusion	54
----------------------------------	----

3.2 – Critères de non inclusion	54
---------------------------------------	----

3.3 – Considérations éthiques	54
-------------------------------------	----

4 – Méthodes de sevrage ventilatoire et d'extubation	55
---	-----------

4.1 – Construction du protocole de sevrage et d'extubation.....	55
---	----

4.2 – Méthode de sevrage et d'extubation avant introduction du protocole	55
--	----

4.3 – Méthode de sevrage et d'extubation après introduction du protocole	56
--	----

4.3.1 – Protocole de sédation	56
-------------------------------------	----

4.3.1.1 – Entretien de la sédation	56
--	----

4.3.1.2 – Arrêt de la sédation	56
--------------------------------------	----

4.3.2 – Protocole de sevrage ventilatoire	57
---	----

4.4 – Détails de l'évaluation de kinésithérapie pré-extubation	58
--	----

4.4.1 – La fatigue musculaire respiratoire	58
--	----

4.4.2 – L'encombrement bronchique	59
---	----

4.4.3 – L'efficacité de la toux	59
---------------------------------------	----

5 – Définitions	59
------------------------------	-----------

5.1 – Définition de l'échec de sevrage ventilatoire	59
---	----

5.2 – Définition de l'échec d'extubation	60
--	----

6 – Paramètres recueillis	60
--	-----------

6.1 – Critère de jugement principal	60
---	----

6.2 – Autres paramètres recueillis	61
--	----

6.3 – Extraction des données	61
------------------------------------	----

7 – Analyses statistiques	61
--	-----------

Chapitre III : Résultats

1 – Patients inclus	63
----------------------------------	-----------

2 – Données démographiques des deux cohortes	63
---	-----------

2.1 – Caractéristiques des populations de chaque cohorte	63
--	----

2.2 – Comparaison des tests de VS avant extubation	65
--	----

3 – Le taux d'échec d'extubation	66
---	-----------

4 – Critères secondaires de jugement	66
---	-----------

4.1 – Durée de ventilation mécanique jusqu’au premier épisode d’extubation	66
4.2 – Durée de ventilation mécanique totale	66
4.3 – Durée de séjour en réanimation	69
4.4 – Mortalité en réanimation	69
4.5 – Utilisation de la VNI préventive	69
4.5.1 – Echec d’extubation et VNI préventive	69
4.5.2 – Caractéristiques des patients bénéficiant de VNI préventive	69
4.6 – Résultats de l’évaluation de kinésithérapie pré-extubation	70
4.6.1 – Selon l’échec d’extubation ou non	70
4.6.2 – Selon la présence ou non de VNI préventive	71

Chapitre IV : Discussion

1 – « L’effet protocole »

2 – Place la VNI préventive de la détresse respiratoire aiguë post extubation

3 – Biais et limites de l’étude

Conclusion

Bibliographie

Annexes

Serment d’Hippocrate actualisé

Table des figures

<u>Figure 1a</u> : Courbe de survie à 28 jours de Kaplan-Meier selon la durée de ventilation mécanique	14
<u>Figure 1b</u> : Schéma des différentes étapes au cours de la ventilation mécanique pour détresse respiratoire aiguë	21
<u>Figure 1c</u> : Etapes du processus de sevrage ventilatoire et marqueurs prédictifs	47
<u>Figure 3a</u> : Effectif des cohortes « Avant » et « Après »	64
<u>Figure 3d</u> : Représentation de Kaplan-Meier de la durée de ventilation mécanique jusqu'au premier épisode d'extubation	67
<u>Figure 3e</u> : Représentation de Kaplan-Meier de la durée totale de ventilation mécanique	68

Table des tableaux

<u>Tableau 2a</u> : Adaptation des débits massiques au niveau de sédation	56
<u>Tableau 2b</u> : Pré-requis avant test de ventilation spontanée	57
<u>Tableau 2c</u> : Critères définissant l'échec de sevrage ventilatoire	60
<u>Tableau 2d</u> : Critères définissant l'échec d'extubation	60
<u>Tableau 3b</u> : Caractéristiques des 2 populations étudiées	65
<u>Tableau 3c</u> : Caractéristiques des tests de VS avant extubation des patients des deux cohortes	65
<u>Tableau 3f</u> : Echec d'extubation suivant la présence ou non de VNI préventive pour chaque cohorte	69
<u>Tableau 3g</u> : Caractéristiques des patients bénéficiant de VNI	70
<u>Tableau 3h</u> : Devenir des patients de la cohorte « Après » selon qu'ils ont reçu ou non une VNI post-extubation	70
<u>Tableau 3i</u> : Evaluation de kinésithérapie pré-extubation dans la cohorte « Après » selon l'échec d'extubation	71
<u>Tableau 3j</u> : Evaluation de kinésithérapie pré-extubation de la cohorte « Après » suivant la présence ou non de VNI préventive	71

Table des annexes

<u>Annexe 2a</u> : Critères <i>STROBE Statement</i>	93
<u>Annexe 2b</u> : Avis favorable du comité d'éthique local de l'HIA R. PICQUE	95
<u>Annexe 2c</u> : Avis favorable du Comité de Protection des Personnes SOOM III	96
<u>Annexe 2d</u> : Document d'information remis à la personne de confiance	97
<u>Annexe 2e</u> : Score de Ramsay et BPS	98
<u>Annexe 2f</u> : Fiche du protocole de sédation affiché dans chaque chambre	99
<u>Annexe 2g</u> : Score MRC	102
<u>Annexe 2h</u> : Fiche bilan EKPE	103

Introduction

L'assistance respiratoire en urgence est une suppléance d'organe courante en réanimation, de plus en plus fréquemment utilisée et pour des situations variées. Cependant, le clinicien prend peu à peu conscience des complications qu'elle engendre et de la morbi-mortalité qui en découle. Pour les minimiser, le premier levier d'action est de diminuer la durée de ventilation mécanique en désolidarisant le patient au plus tôt du respirateur.

Sa libération passe par le sevrage ventilatoire qui doit permettre au patient de recouvrer son autonomie respiratoire. Ce processus en deux étapes consiste d'abord en l'indépendance du patient vis-à-vis du respirateur puis en la possibilité d'enlever la sonde endo-trachéale. Chacune de ces étapes peut être mise en échec et est dépendante de nombreux facteurs qu'il faut envisager précocement dès le recours à la ventilation invasive. Il s'agit donc d'optimiser l'administration de la sédation à la phase aiguë, puis l'état clinique du patient avec ses comorbidités antérieures et acquises pendant le séjour en réanimation et l'administration de la ventilation avant d'effectuer un test de VS.

Pourtant, il persiste un risque d'échec d'extubation, y compris au terme d'un sevrage ventilatoire bien conduit et d'un test de VS réussi. En effet, plusieurs paramètres sont incriminés : l'encombrement des voies aériennes, la capacité à se désencombrer, la polypnée. Ces critères facilement évaluables par le kinésithérapeute au lit du patient permettraient d'affiner la prédiction de cet échec pour diminuer les complications qui lui sont imputables.

C'est dans cette optique que nous avons mené une étude observationnelle « avant-après » permettant de tester l'hypothèse selon laquelle un protocole de sevrage ventilatoire avec évaluation de kinésithérapie diminuerait le taux d'échec d'extubation dans notre service de réanimation.

Chapitre I : Rationnel

Quels sont les déterminants qui influent sur le sevrage ventilatoire et la réussite de l'extubation ?

1 – Situation épidémiologique de la ventilation mécanique en réanimation

1.1 – Une suppléance d'organe de plus en plus fréquente

Quelle qu'en soit le motif, le patient de réanimation nécessite souvent la mise sous ventilation mécanique. A. Esteban a fait un état des lieux de la ventilation invasive en réanimation en Espagne. Le 20 janvier 1992, sur 47 unités de réanimation majoritairement polyvalentes, 46 % des patients étaient ventilés depuis plus de 24 heures. Il s'agissait principalement d'hommes (66 %), avec un score de gravité APACHE II moyen à 17,9 +/- 0,4. La mortalité globale était de 34 % et était corrélée au score de gravité APACHE II > 20 (1). La même étude de prévalence a été conduite le 27 novembre 1996, par le même auteur, à l'échelle internationale (2). Sur 412 unités de réanimation nord et sud-américaines et européennes, 39 % des patients étaient sous ventilation mécanique, avec un score APACHE II médian à 19.

En France, l'utilisation de la ventilation invasive est de plus en plus fréquente. Réa-RAISIN est un réseau national de surveillance des infections nosocomiales en réanimation adulte. Il édite annuellement un rapport qui comprend notamment la prévalence de l'exposition à l'intubation (3). En 2004, sur 14 752 patients de 116 unités de réanimation, 59,2 % étaient intubés. Il s'agissait surtout d'hommes avec un âge moyen de 61 ans, un score IGS II moyen à 39,4 et une mortalité globale de 16,8 %. En 2011, le même réseau a étudié 27 722 patients sur 184 unités de réanimation : 66,2 % d'entre eux étaient intubés, avec un âge moyen de 63 ans, un IGS II moyen à 43,9 et une mortalité globale à 19,5 %.

1.2 – Une mise en œuvre plurielle

La ventilation invasive évolue et connaît diverses indications, des modes ventilatoires de plus en plus nombreux et complexes et même des objectifs de ventilation différents.

1.2.1 – Des indications multiples

Les motifs de mise sous ventilation mécanique en réanimation sont multiples : détresse respiratoire aiguë d'origine pulmonaire, cardiaque, métabolique, neurologique ou obstructive, protection des voies aériennes, état de choc. En 1994, la cohorte espagnole (1) comptaient principalement des décompensations de BPCO (21,1 %), des polytraumatisés (16,1 %) et des sepsis (14 %), tandis qu'une cohorte anglaise de 2011 (4) comprenait une majorité de sepsis dans ses bras « ventilation prolongée » et « ventilation non prolongée » à hauteur de 37,6 % et 14 % respectivement, suivie par les traumatismes, les causes digestives (pancréatite, perforation gastro-intestinale), l'arrêt cardio-respiratoire et l'intoxication médicamenteuse volontaire.

Ces indications n'ont pas toutes la même implication. Certaines sont statistiquement associées à une surmortalité : coma, contexte post-opératoire, sepsis, SDRA (5).

1.2.2 – Des objectifs ventilatoires qui évoluent

Sous ventilation mécanique, les objectifs concernant l'hématose ont également été modifiés. En 2013, A. Esteban a colligé les résultats de 3 études réalisées en 1998, 2004 et 2010 afin d'étudier l'évolution de la mortalité liée à la ventilation mécanique (6) : 18 302 patients ont été étudiés dans 40 pays et 927 services. La mortalité globale était inférieure en 2010 par rapport à 1998, respectivement de 28% et 31%, malgré un taux de complications liées à la ventilation similaire. Le volume courant appliqué diminuait de 8,8 ml/kg en 1998 à 6,9 ml/kg de poids réel en 2010 et la PEP augmentait de 4,2 à 7 cmH₂O en 2010. Les recherches sur la ventilation protectrice et les objectifs de ventilation calculés par rapport au poids théorique (PIT) ont beaucoup fait progresser les cliniciens en terme de mortalité à l'instar de la gestion du patient atteint de SDRA (7).

1.2.3 Une large palette de modes ventilatoires

Les modes ventilatoires se sont aussi beaucoup diversifiés au gré des progrès technologiques. Ainsi, en 1998 (2), 47 % des patients étaient ventilés en volume contrôlé, 6 % en ventilation assisté contrôlée intermittente (VACI), 15 % en ventilation spontanée avec aide inspiratoire (VSAI), 25 % en alternance entre VSAI et VACI, 7 % d'autres modes. Il existait de grandes variations entre les pays, notamment en Uruguay qui utilisait largement le mode VACI, seul ou en alternance avec la VSAI. A l'inverse, le

Chili, l'Argentine et l'Espagne utilisaient en majorité le mode volume contrôlé, respectivement 72 %, 68 % et 62%.

Le choix varie selon l'indication de la ventilation mécanique, sa durée, sa phase de sevrage ou non. Actuellement, il existe de nouveaux modes ventilatoires pour la phase de sevrage ventilatoire. Ils sont en pleine expansion mais la VSAI reste prédominante pour le sevrage. Leurs avantages et inconvénients seront discutés ultérieurement.

1.3 – Une surmortalité liée à la durée de ventilation

En réanimation, les patients ventilés meurent plus que les patients non ventilés. Cette différence peut en partie être due à leur gravité. Chez les malades sous ventilation, leur survie dépend surtout de la durée de ventilation. Dans l'étude internationale menée en 1998, Esteban (5) retrouvaient une corrélation quasi linéaire entre durée de ventilation mécanique et survie à 28 jours (figure 1a).

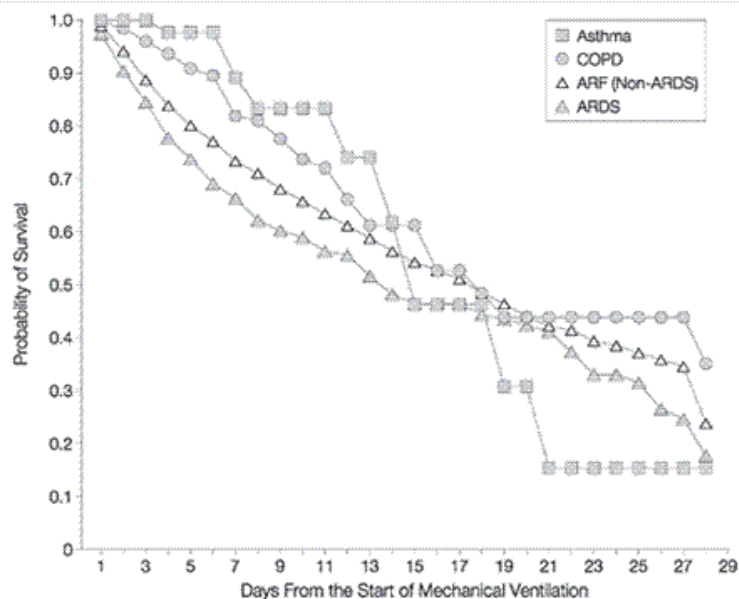


Figure 1a : Courbe de survie à 28 jours de Kaplan-Meier selon la durée de ventilation mécanique Esteban JAMA 2002

En 2011, Lone et Walsh (4) ont montré que les patients ventilés de manière prolongée, c'est-à-dire plus de 21 jours, avaient une mortalité hospitalière augmentée de 33,8 % à 40,3 %. Ces patients représentaient 4,5 % de leur cohorte et étaient plus vieux, plus graves et porteurs de plus de comorbidités que les patients ventilés moins de 21 jours.

Bien que vitale, la ventilation mécanique est donc pourvoyeuse d'une augmentation de mortalité, proportionnelle à la durée d'exposition. C'est le résultat de complications spécifiques de cette technique.

1.4 – La morbidité propre de la ventilation mécanique

Ces complications sont au premier plan d'ordre infectieux et mécanique, mais également en lien avec l'alitement prolongé et le séjour en milieu à haute densité de soins que la ventilation mécanique requière.

1.4.1 – Complications infectieuses

Les complications infectieuses les plus fréquentes et imputables à la ventilation invasive sont les pneumopathies acquises sous ventilation mécanique (PAVM) et les sinusites nosocomiales.

1.4.1.1 – Pneumopathie acquise sous ventilation mécanique

La PAVM est l'infection nosocomiale la plus fréquente en réanimation, devant l'infection urinaire, l'infection liée au cathéter et la bactériémie. En 2011 en France, l'incidence cumulée était de 14,92 PAVM pour 1000 jours d'exposition et une incidence cumulée de 12,76 PAVM pour 100 patients exposés (3). La mortalité attribuable à la PAVM est cependant discutée. Elle est très variable selon la littérature : 10% selon une analyse de 58 essais en 2011 (8) mais seulement de 1,5% selon une étude de la même année (9).

Si la surmortalité n'est pas consensuelle, la littérature montre que la survenue d'une PAVM entraîne une augmentation de la durée de ventilation, de la durée de séjour en réanimation (10) et des coûts financiers (11).

En 2005, des recommandations pour le traitement des PAVM ont été éditées (12) et concernaient la documentation microbiologique et l'antibiothérapie. Le diagnostic peut parfois s'avérer difficile et il semble donc d'autant plus intéressant de prévenir ces épisodes de PAVM avec la mise en place de protocoles. La prévention de ce type infection nosocomiale est elle aussi difficile puisqu'elle implique deux types de facteurs de risque :

- des facteurs de risque modifiables en lien avec la gestion de l'accès aux voies aériennes : protocole de soins de bouche, aspirations sus-glottiques, station semi-

assise à 45 °, protocole d'aspiration endo-trachéale, positionnement de la sonde gastrique...

- des facteurs de risque non modifiables liés au patient lui-même : antécédents infectieux et respiratoires, morphologie, immunodépression, évolution de l'état respiratoire...

Une revue de la littérature de 2012 (13) donnait quelques clés pour en limiter la prévalence :

- diminuer le temps d'exposition à la ventilation invasive : sevrer du respirateur le plus tôt possible, utiliser la VNI, mettre en place des protocoles de sevrage ventilatoire et de sédation
- prévenir la colonisation des voies aériennes : décontamination sélective orale et digestive, limiter les micro-inhalations par le drainage des sécrétions sous-glottiques sus ballonnets.

Elle demeure la principale complication du patient ventilé.

1.4.1.2 – Sinusite nosocomiale

La ventilation mécanique est également un facteur de risque reconnu de sinusite nosocomiale qui serait elle-même pourvoyeuse de PAVM. Elle est dite fréquente, mais son incidence varie très largement dans la littérature, souvent ancienne, du fait de critères diagnostiques très différents. Elle serait comprise entre 18 et 32 % chez le patient intubé selon les recommandations pour la prévention, le diagnostic et le traitement des sinusites de réanimation de 1997 (14). Certains travaux rapportent une incidence statistiquement plus importante chez les malades avec intubation naso-trachéale, sonde naso-trachéale, packing nasal ou tout autre dispositif intra-nasal de moyenne ou longue durée. Il semble donc légitime de privilégier la voie orale lorsque c'est possible.

Cependant, la mortalité attribuable reste très modeste.

Ces complications infectieuses en lien avec l'assistance ventilatoire peuvent s'associer à d'autres atteignant le parenchyme ou le diaphragme.

1.4.2 – Lésions induites par la ventilation invasive (LIVI)

Bien avant les prémices de la ventilation mécanique dans les années 1950 avec le poumon d'acier, il était déjà reconnu que la surpression pulmonaire était néfaste pour l'alvéole. La notion de barotraumatisme est apparue dès 1939 avec Macklin (15) nous expliquant le lien entre surpression pulmonaire et rupture alvéolaire.

Les connaissances sur les LIVI se sont étoffées grâce aux études animales, sur banc d'essai et aux nécropsies mettant en évidence des dommages alvéolaires diffus (16). Tremblay (17) en rapportait en 1998 la première description physiopathologique puis L. Pinhu (18) faisait une revue de littérature dans *Lancet* en 2003 de ce qu'il nomme les « VALI » pour « *Ventilator-Associated Lung Injury* » et en rapporte cinq composants :

- *volutrauma* : dû à la surdistension
- *atelectrauma* : lésions de cisaillement liées au phénomène d'ouverture et de fermeture itérative des alvéoles
- *biotrauma* : dû à l'état pro-inflammatoire local pulmonaire et systémique, pouvant mener à la défaillance multi-viscérale
- *oxygen toxic effects*
- *barotrauma* : dû à la surpression pulmonaire

Les auteurs s'appuyaient notamment sur des notions d'altération du surfactant, de diminution de la compliance pulmonaire, d'inégalité de ventilation régionale et d'interdépendance alvéolaire. Ces constatations sont à l'origine des recommandations de management du SDRA avec le concept de ventilation protectrice par le ARDS-Network (19) en 2000.

1.4.3 – Dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation (DDIV)

La corrélation entre durée de ventilation mécanique et altération musculaire notamment respiratoire est connue depuis les années 1990. Des études sur les rats en 1994 (20) et les babouins en 1997 (21) affirmaient la présence d'une dysfonction diaphragmatique chez ces animaux. S. Powers (22) publiait en 2002 une étude expérimentale animale et montrait qu'il existait une diminution de contractilité diaphragmatique dès 12 heures de ventilation, avec une corrélation linéaire entre force diaphragmatique et durée de ventilation. Cette différence n'était pas présente en ventilation spontanée.

Histologiquement, la DDIV provient d'une désorganisation tissulaire. S. Jaber (23) en 2011 montrait une diminution du calibre des sarcomères de 39 % chez des patients de réanimation ventilés entre 1 et 10 jours consécutifs. Leur degré d'atteinte était même corrélé au temps de ventilation mécanique ($r^2 = 0,8$, $p < 0,001$).

Le diagnostic est actuellement surtout échographique (24, 25) et anamnestique. Son implication clinique est représentée par une difficulté de sevrage ventilatoire et la prévention consiste à nouveau en une durée minimum de ventilation.

La ventilation engendre également des complications moins spécifiques liées à l'alitement prolongé qu'elle impose le plus souvent.

1.4.4 – Difficulté de réhabilitation

Il s'agit principalement des complications de décubitus :

- cardio-vasculaires : maladie veineuse thrombo-embolique, hypotension orthostatique, désadaptation à l'effort
- cutanées : escarres
- de l'appareil locomoteur : amyotrophie, rétractions tendineuses, ostéopénie et anomalie phosphocalcique
- psychologiques et psychiatriques : désorientation, anxiété, dépression, syndrome de stress post-traumatique.

Ces complications sont d'autant plus significatives qu'il s'agit de patients déjà gravement agressés et âgés. Le risque est de s'inscrire dans un cercle vicieux avec allongement de la durée de ventilation, de séjour en réanimation, à l'hôpital et augmentation de la mortalité.

Il est difficile de limiter l'alitement d'un patient intubé, du fait principalement du risque d'extubation accidentelle et des difficultés à mobiliser un patient lourdement équipé. Pourtant, c'est probablement un des points de réhabilitation majeurs à développer à l'avenir.

De plus, la rééducation motrice précoce est un élément majeur pour la réhabilitation du malade, en terme de diminution de la sarcopénie, de réadaptation à l'effort, de diminution des phénomènes inflammatoires liés à l'immobilisme. Ce sont des pratiques déjà courantes dans les unités de sevrage ventilatoire développées en Amérique du Nord mais également en Europe.

Ces unités présentent un intérêt pour le malade d'une part et pour la société d'autre part en terme de coût (4).

1.4.5 – Coût humain, matériel et financier

La ventilation mécanique coûte chère (26) du fait des consommables, des respirateurs, et de la surveillance médicale et para-médicale qu'elle implique, le plus souvent en unité de réanimation.

Cet aspect du séjour en réanimation est largement étudié dans les unités nord-américaines. DP Wagner (27) en 1989 rapportait déjà son expérience économique des patients ventilés de longue durée. Leur attitude pragmatique leur a fait regrouper ces patients en unité de sevrage ventilatoire, avec du personnel spécifiquement formé. Le succès du sevrage ventilatoire était plus fréquent et le coût financier moindre. Par ailleurs, ces unités désengorgent les unités de réanimation traditionnelles pour l'accueil des malades en phase aiguë.

En Europe, N. Lone (4) exposait les données épidémiologiques des patients de réanimation ventilés de longue durée, ainsi que leur devenir. Il proposait une étude médico-économique, largement en faveur d'unités de sevrage ventilatoire régionales, avec une diminution de 8 à 10 % de l'occupation des lits de réanimation traditionnelle, et une réduction de coût de 418 000 euros pour cette région d'Ecosse de 900 000 habitants. Même si ces données sont difficilement extrapolables à l'expérience française, du fait de notre système de santé sensiblement différent et de leur politique d'admission en réanimation bien plus restrictive que la nôtre, cette solution mérite réflexion.

La ventilation mécanique est donc une suppléance d'organe indispensable à la survie de nombreux patients en réanimation. Mais elle est pourvoyeuse d'une mortalité et d'une morbidité propre, en terme de complications infectieuses, parenchymateuse, diaphragmatique et de décubitus. De plus, elle implique un certain coût. Fort de toutes ces constatations, le réanimateur tend à en limiter l'exposition. Il s'agit de diminuer au strict minimum le temps de ventilation mécanique et donc de sevrer au plus tôt le patient du respirateur.

2 – Le sevrage ventilatoire

Dès lors que la phase aiguë est en cours de résolution, il faut envisager de désolidariser le patient du respirateur. Or, le sevrage ventilatoire est un processus en deux étapes successives :

- indépendance vis à vis du support ventilatoire
- ablation de la prothèse endo-trachéale.

Il est le plus souvent facile et rapide, avec une réussite à la première tentative pour 80 % des patients (28). Mais pour les 20 % restants, la reprise de l'autonomie respiratoire est plus longue. Parfois supérieure à 7 jours, elle nécessite plusieurs tentatives. Pour cibler ces patients, le clinicien évalue le patient, ses capacités respiratoires et prévient les causes d'échec de sevrage ou d'extubation.

2.1 – Une étape incontournable en réanimation

En 1996, J. Mancebo (29) donnait une première définition du sevrage ventilatoire. Elle représente la période de transition durant laquelle le patient passe d'une assistance ventilatoire complète à une respiration spontanée. Depuis, de nombreux auteurs l'ont redéfini de manière plus précise et ont tenté de formaliser des recommandations pour en diminuer la durée et augmenter le succès de l'extubation. En 1994, A. Esteban (1) rapportait 41 % du temps total de ventilation mécanique dédié au sevrage ventilatoire.

Plus récemment et faisant écho aux recommandations nord-américaines de la même année (30), la Société de Réanimation en Langue Française a publié en 2001 des recommandations spécifiques au sevrage ventilatoire (31). Il a fallu attendre 2007 et la 6^{ème} conférence de consensus internationale de réanimation (32) unissant the European Respiratory Society (ERS), the American Thoracic Society (ATS), the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM), the Society of Critical Care Medicine (SCCM) et la SRLF pour se référer à des recommandations européennes. Elles sont toujours en vigueur actuellement.

Le temps passé sous ventilation mécanique est ainsi découpé en 5 phases suivies d'une possible réintubation, schématisées dans la figure 1b.

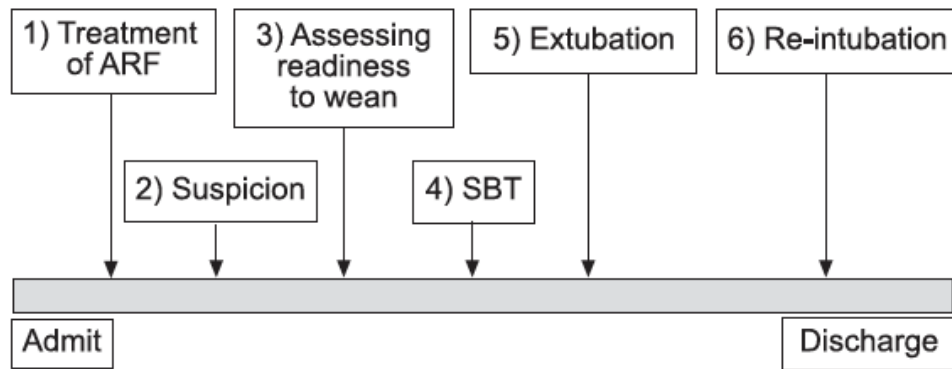


Figure 1b : Schéma des différentes étapes au cours de la ventilation mécanique pour détresse respiratoire aiguë Boles Eur Respir J 2007 (32)

ARF = Acute Respiratory Failure ; SBT = Spontaneous Breathing Test

Dès lors que l'assistance ventilatoire n'est plus indispensable à la survie du patient, le rapport bénéfice / risque s'inverse du fait des complications énoncées ci-dessus. Le processus de sevrage doit être engagé dès que possible.

2.2 – Débuter le sevrage dès que possible

Un patient sur deux victime d'une extubation accidentelle pendant le sevrage ventilatoire ne nécessite pas de réintubation (33). Le sevrage est donc probablement initié trop tardivement, s'exposant inutilement à des complications. Il doit être entrepris dès que le patient possède les pré-requis définis par la 6^{ème} conférence de consensus internationale (32) :

- une évolution favorable de la pathologie ayant mené à l'intubation
- une toux adéquate
- pas ou peu de sécrétions bronchiques
- une stabilité hémodynamique et métabolique
- une oxygénation adéquate
- une mécanique ventilatoire correcte
- un état d'éveil.

Puis dans un second temps, on effectuera un test de VS témoignant de la possibilité de sevrer le malade. Enfin, il sera extubé et on débutera la prise en charge post-extubation. Pour cela, deux traitements de réanimation intimement liés à la ventilation doivent être préalablement stoppés : la curarisation et la sédation-analgésie.

2.2.1 – Gestion de la curarisation

La curarisation parfois nécessaire à la phase critique doit être arrêtée au plus tôt. Elle est en effet elle-même associée à des complications de réanimation telles que la neuromyopathie de réanimation dont elle est un facteur de risque et qui retardera la possibilité d'extubation en limitant notamment la capacité de toux.

La seule molécule ayant l'autorisation de mise sur le marché en réanimation est un curare non dépolarisant : le cisatracurium. Son administration doit être monitorée en continue pour éviter les surdosages et raccourcir le temps de levée de curarisation lorsqu'il n'est plus nécessaire. Or, la décurarisation doit être complète avant la levée de sédation.

2.2.2 – Gestion de la sédation

T. Girard en 2008 (34) rappelait le lien étroit entre sédation et ventilation. En effet, l'état de conscience est un des pré-requis au sevrage et l'objectif de la gestion de la sédation est le passage plus rapide en ventilation spontanée.

Le choix de l'hypnotique au long cours en réanimation se fait entre le propofol et le midazolam, associé à un opioïde. Selon une mise au point parue en 2010 dans Réanimation (35), chacun possède des avantages et des inconvénients : accumulation et longue demi-vie pour la benzodiazépine, syndrome de perfusion du propofol et vasoplégie pour le propofol. Par ailleurs, il n'a pas été montré de différence cliniquement pertinente pour la durée de ventilation mécanique entre ces deux hypnotiques (36). Une sédation dite « coopérative » grâce à la dexmédétomidine permettrait de diminuer le temps de sevrage ventilatoire de 1,9 jour en moyenne (3,7 vs 5,6 jours, $p = 0,01$) par rapport au midazolam dans une étude américaine de RR Riker en 2009 sur 122 malades (37). Cependant cette molécule n'est pas dénuée d'effets secondaires (bradycardie, bloc auriculo-ventriculaire, bradypnée, hypertension artérielle) et sa maniabilité ne convient pas toujours aux situations de réanimation puisqu'on ne peut pas administrer de bolus. Sa place n'est pas encore bien définie et d'autres études doivent documenter son utilisation.

En revanche, le monitoring de la profondeur de sédation-analgésie au sein d'un protocole écrit de gestion de la sédation a largement fait ses preuves pour accélérer le passage en VS : diminution de la durée de ventilation mécanique totale, de la durée de

séjour en réanimation et de l'incidence des PAVM selon l'article princeps de AD Brook en 1999 (38).

Une autre approche consiste à interrompre de façon quotidienne la sédation (34). Il semble que celle-ci ne permette pas de diminuer le temps de sevrage ventilatoire, même si certaines études ont montré un intérêt. Par contre, la posologie totale d'agents anesthésiques étaient plus importante en cumulée. De plus, on décrit de véritables syndromes de sevrage aux benzodiazépines et aux morphiniques, des syndromes de stress post-traumatique (39) et des syndromes dépressifs, pour lesquelles une décroissance progressive adaptée aux objectifs de sédation prescrits semble plus pertinente. Enfin, le patient de réanimation rencontre fréquemment des phases de confusion, sine materia, multifactorielle, sur lesquelles il est difficile d'agir, mais qui peuvent obliger à poursuivre une sédation dans le but d'éviter une mise en danger : auto-extubation, ablation de cathéters, chute.

La gestion de la sédation et de la curarisation prépare le malade au plus tôt à une reprise d'activité diaphragmatique (40). Mais ce n'est qu'un préalable au sevrage en lui-même, propre à chaque patient.

2.3 – Sevrage ventilatoire personnalisée

Tous les patients ne sont pas égaux devant le sevrage ventilatoire. Il est dépendant des comorbidités antérieures, de l'âge physiologique, du motif de mise sous ventilation mécanique, de la durée de ventilation et des complications survenues pendant celle-ci.

2.3.1 – Selon le terrain du patient

Certaines comorbidités d'ordre respiratoire et cardiaque sont des facteurs de risque d'échec de sevrage ventilatoire à elles seules, indépendamment des autres paramètres (1). Ainsi, le patient porteur de BPCO est à risque de durée de sevrage prolongé et d'échec de sevrage (41) et a une mortalité hospitalière plus élevée (42). De manière plus générale, toute atteinte antérieure de la mécanique ventilatoire de cause obstructive ou restrictive entraîne un risque accru d'échec de sevrage.

Le patient insuffisant cardiaque systolique ou diastolique gauche est à risque d'OAP cardiogénique de sevrage au passage en ventilation à pression négative du fait de l'augmentation de post-charge (43). Il semble également que la PA diastolique basse soit un facteur de risque d'échec d'extubation selon une étude rétrospective de T. Miu de

2014 (44). De même, le coronaropathe en phase de sevrage augmente sa consommation myocardique en oxygène et est à risque de syndrome coronarien aigu de type 2.

2.3.2 – Selon le motif de mise sous ventilation mécanique

En contexte de traumatologie, l'échec d'extubation est moins fréquent, de l'ordre de 11 à 17 % (45). Il s'explique par une population plus jeune, porteuse de moins de comorbidité, ne présentant pas systématiquement d'atteinte pulmonaire.

En milieu neuro-réanimatoire, le statut neurologique empêche souvent l'extubation alors même que le support ventilatoire n'est plus nécessaire (46). Selon une étude de Coplin (47) en 2000, l'absence de protection des voies aériennes ne devrait pas constituer un frein à l'extubation puisque dans cette étude de 136 patients cérébro-lésés, 80 % et 91 % des patients présentant un score de Glasgow respectivement inférieur à 8 et 4 étaient extubés avec succès. D'autres études ne soutiennent pas cette théorie (48-50).

En réanimation chirurgicale, des difficultés de sevrage peuvent être imputables au syndrome restrictif post-opératoire dû aux douleurs post-opératoires, au dysfonctionnement diaphragmatique après chirurgie digestive majeure ou bariatrique (51, 52). Des difficultés d'accès aux voies aériennes en post opératoire de chirurgie ORL peuvent également retarder le retrait de la sonde d'intubation.

Il existe donc de nombreux facteurs à prendre en compte dans le sevrage d'un patient et certains sevrages s'avèrent plus difficiles que d'autres a priori.

2.3.3 – Classification selon la difficulté du sevrage

Une classification en 3 groupes de patients avait été déterminée sur l'expérience clinique des experts lors de la 6^{ème} conférence de consensus de 2007 (32) :

- sevrage simple : réussite d'extubation après le premier test de VS
- sevrage difficile : nécessité de 2 à 3 tests de VS ou sevrage ventilatoire de moins de 7 jours
- sevrage prolongé : nécessité de plus de 3 tests de VS ou sevrage ventilatoire de plus de 7 jours.

Or, on rappelle que le sevrage ventilatoire est un processus en deux temps, comprenant le sevrage de l'assistance du respirateur et l'ablation de la sonde d'intubation. Dans le

premier groupe de cette classification, ces deux étapes sont concomitantes. Dans les deux autres groupes, elles sont distinctes et chacune peut être sujette à l'échec.

2.4 – Conséquences liées à l'échec au processus de sevrage ventilatoire

Ainsi l'on définit l'échec de sevrage ventilatoire comme l'échec au test de VS détaillé ci-après et l'échec d'extubation comme la nécessité de réintubation dans les 48 heures suivant l'extubation. La confusion entre ces 2 étapes est grandement entretenue par la littérature (53) alors qu'elles induisent une morbi-mortalité différente.

2.4.1 – Conséquences liées à l'échec au test de VS

L'échec au test de VS en lui-même est associé à peu de complications : un inconfort respiratoire, voire des dysfonctions cardiaques, neurologiques ou respiratoires qui s'améliorent à la simple reprise des paramètres précédant le test. Mais il indique un sevrage difficile voire prolongé porteur de lourdes conséquences pour le patient : le groupe « sevrage prolongé » est porteur d'une mortalité en réanimation significativement plus importante (OR = 15,11, $p = 0,01$) selon une étude rétrospective de A. Tonnelier (54). De même, une cohorte prospective multicentrique de Vienne en 2010 (55) avait étudié la répartition de 257 malades au sein de cette classification : 59% appartenaient au premier groupe, 26% au deuxième, 14% au troisième. Ce dernier était un facteur de risque indépendant de décès en analyse multivariée (OR = 4,89, $p = 0,01$).

2.4.2 – Conséquences liées à l'échec d'extubation

L'échec d'extubation engendre une morbi-mortalité certaine, bien étudiée maintenant (4, 56). Elle se manifeste par :

- une augmentation de la durée de ventilation mécanique
- une augmentation du taux de PAVM
- un déconditionnement musculaire
- une surmortalité
- une augmentation de la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital
- un surcoût.

La tentation serait donc de retarder l'extubation jusqu'à être certain de sa réussite. Or, les mêmes complications surviennent si l'extubation est tardive, du fait de l'exposition aux complications liées à la ventilation mécanique développées dans le paragraphe 1.4.

Il s'agit donc de repérer la « fenêtre d'extubation », au plus tôt par rapport à la pathologie ayant conduit à l'intubation sans être prématurée, avant la survenue de complications infectieuses et mécaniques.

Le sevrage ventilatoire est donc un processus évolutif en deux étapes, indispensable à la réussite de l'extubation en réanimation. Il nécessite une gestion au plus juste de la sédation. Il doit s'adapter à chaque patient selon son terrain et son histoire clinique. Pour éviter les complications liées à l'échec d'extubation, il est primordial d'optimiser la fonction respiratoire du malade.

3 – Optimiser le sevrage ventilatoire

L'objectif est d'amener le patient au test de VS dans les meilleures conditions possibles pour potentialiser son succès : résolution de la cause initiale de mise sous ventilation mécanique, éviction de tous les facteurs de risque d'échec connus, optimisation de toutes les défaillances d'organe et du respirateur pour lui permettre de se réhabiliter.

3.1 – Optimiser la condition du patient

3.1.1 – Traiter la cause d'assistance respiratoire

Il semble évident que si la pathologie initiale ayant mené à l'intubation reste patente, le sevrage ventilatoire risque d'être impossible. En 2005, N. Ambrosino (57) déclarait dans un éditorial de la revue *Chest* que le sevrage ventilatoire difficile était souvent la combinaison d'une pathologie initiale non résolue et d'une maladie cardio-respiratoire ou neurologique sous-jacente.

3.1.2 – Equilibre des insuffisances d'organe antérieures et acquises

Chaque patient est porteur d'une réserve physiologique qui lui est propre. Elle tient compte de son âge physiologique, de son terrain et est évolutive dans le temps, notamment après un passage en réanimation.

Le patient peut présenter deux types de comorbidités :

- des comorbidités antérieures à son hospitalisation en réanimation, qui peuvent causer son admission ou décompenser pendant son hospitalisation :

cardiopathie, insuffisance rénale chronique, insuffisance respiratoire chronique restrictive ou obstructive...

- des comorbidités acquises pendant son séjour : fibrose pulmonaire suivant un épisode de SDRA, chronicisation d'une insuffisance rénale aiguë, insuffisance cardiaque compliquant un syndrome coronarien aigu...

Ces états potentiellement délétères pour le passage en respiration spontanée doivent être à l'équilibre. Pour cela, le traitement habituel doit être repris, quelque soit la voie d'administration.

Une surveillance accrue doit permettre de détecter une décompensation d'organe précocement, de même que toute situation favorisant l'échec d'extubation.

3.2 – Optimiser les facteurs de risque d'échec d'extubation

Les facteurs de risque d'échec d'extubation les plus fréquents sont détaillés dans la conférence de consensus de 2007 (32).

3.2.1 – Une origine respiratoire

Elle peut provenir de différents mécanismes aboutissant à une augmentation du travail respiratoire que le patient ne peut assumer :

- une augmentation de résistance : bronchique sur une bronchoconstriction, des sécrétions abondantes non expectorées, glottique sur un œdème laryngé, ou pharyngée voire buccale sur une macroglossie ou tout processus expansif local
- une diminution de compliance thoracique ou parenchymateuse
- une augmentation de fréquence respiratoire.

La mécanique ventilatoire doit être optimisée.

L'hématose doit aussi être correcte pour que le transport en oxygène dont elle est un des déterminants soit suffisant. Il faut ainsi limiter l'hypoventilation alvéolaire, les inégalités de rapport ventilation / perfusion, les shunts intra-pulmonaires et les troubles de diffusion qui engendrent l'hypoxie.

3.2.2 – Une origine cardiaque

Elle résulte d'une incapacité du myocarde à assurer l'augmentation de travail qu'implique le sevrage ventilatoire, tout élément du transport en oxygène étant égal par ailleurs. Elle peut se manifester par :

- une insuffisance diastolique gauche : OAP cardiogénique
- une insuffisance systolique gauche avec chute de FEVG et choc cardiogénique
- un syndrome coronarien aigu de type 2 par inadéquation entre besoins myocardiques en oxygène et circulation coronaire.

L'échocardiographie transthoracique peut permettre de diagnostiquer une cause cardiaque d'échec (58) par des mesures relativement simples : FEVG visuelle, profil transmitral, atteinte du cœur droit, valvulopathies, mesure du débit cardiaque.

3.2.3 – Une origine neuromusculaire

La défaillance peut se situer à tous les niveaux de la chaîne neuromusculaire :

- central : cortex, tronc cérébral en cas de pathologie ischémique, hémorragique, traumatique, toxique sur une sédation résiduelle
- médullaire, au niveau principalement cervical
- neuropathique
- myopathique et atrophie musculaire

Une entité spécifique de réanimation particulièrement délétère pour le sevrage ventilatoire est la neuromyopathie de réanimation. Cette entité associe une axonopathie périphérique à une myopathie en dehors de tout antécédent neurologique et survenant au cours d'une hospitalisation en réanimation. Elle atteint principalement les ceintures mais peut réaliser à l'extrême un tableau de tétraplégie épargnant la face. Il peut s'associer une hypoesthésie et une aréflexie ostéo-tendineuse. Le diagnostic est suspecté sur l'anamnèse et l'examen clinique par la cotation du score MRC (annexe 2g) inférieur à 48/60. Il peut être confirmé par une exploration électrophysiologique : une diminution de l'amplitude des potentiels d'action moteurs ou sensitifs et des potentiels d'unité motrice petits et polyphasiques (59). Il n'y a pas de traitement spécifique et il convient donc d'éviter l'exposition aux facteurs de risque que sont le déséquilibre glycémique, les corticoïdes et les curares principalement.

3.2.4 – Une origine neuropsychologique

Le syndrome confusionnel, très fréquent en réanimation, peut obliger à maintenir une sédation pour éviter la mise en danger du patient.

L'anxiété, l'agitation, le syndrome dépressif et le syndrome du glissement du vieillard peuvent être des freins au sevrage. Il convient de les prendre en charge le plus tôt possible, car leur traitement médicamenteux ou non comprend un certain délai d'action.

3.2.5 – Une origine métabolique

Tous les ions participant à la contraction musculaire doivent être à niveau : phosphore, magnésium, potassium, calcium. Déjà en 1984, Agusti (60) avait montré la nécessité d'une supplémentation en nutriments non fournis par les nutritions entérales et encore moins parentérales.

Les éléments traces ont aussi une place croissante dans la gestion du malade de réanimation : sélénium, acide ascorbique, vitamines B1, B6, PP... Leur indication précise, posologie et voie d'administration ne sont pas toujours tranchées.

Alcalose et acidose sont également des facteurs de risque d'échec de sevrage, notamment chez le patient BPCO. Une équipe allemande (61) a montré en 2012 que le trou anionique augmenté était associé à l'échec d'extubation chez les patients de réanimation médicale ventilés plus de 48 heures : le seuil de trou anionique corrigé à 8,8 mEq/L avait une sensibilité de 87,5 % et une spécificité de 71,4 % (courbe ROC avec une surface sous la courbe égale à 0,808, $p = 0,009$).

3.2.6 – Une origine nutritionnelle

La dénutrition et la fonte musculaire rendent la mécanique ventilatoire moins performante. Elles peuvent être présentes dès l'admission, ou survenir en cours de séjour du fait de troubles digestifs ou d'alimentation non physiologique. La prise en charge nutritionnelle fait l'objet de recommandations formalisées d'experts françaises (62) et doit être une des priorités en réanimation.

A l'inverse, le surpoids est pourvoyeur d'un syndrome restrictif plus marqué, une diminution de la compliance thoracique et une diminution de la CRF.

3.2.7 – Un transport en oxygène optimisé

Le dernier composant du transport en oxygène à optimiser est le taux d'hémoglobine. Il n'existe pas de seuil transfusionnel spécifique à la phase de sevrage ventilatoire, leurs bénéfices étant à mettre en balance avec le risque transfusionnel, maîtrisé mais non nul.

3.2.8 – Un bilan hydrique à l'équilibre

Les patients de réanimation sont très fréquemment en inflation hydrosodée, du fait d'une augmentation de perméabilité capillaire importante, d'une pression oncotique abaissée, d'un remplissage vasculaire agressif à la phase aiguë, d'une insuffisance rénale... Plusieurs travaux ont montré que le patient en surcharge avec une balance hydrique journalière positive était plus à risque d'échec d'extubation (63-65). Pendant le sevrage ventilatoire, il faut probablement s'astreindre à amener le patient à son poids de base.

3.2.9 – Une approche systématisée

Pour penser à tous ces déterminants dans la préparation du malade au sevrage, une équipe néerlandaise a proposé une approche systématisée : « ABC approach » (66). A l'instar de l'adage en traumatologie, elle permet de lister tous les items énoncés ci-dessus :

- A pour « Airway and lung fonction »
- B pour « Brain dysfonction »
- C pour « Cardiac dysfonction »
- D pour « Diaphragm and respiratory muscles »
- E pour « Endocrine and metabolic dysfonction ».

Parallèlement à l'optimisation des facteurs de risque propres au malade, l'administration de la ventilation doit être adaptée à chacun.

3.3 – Optimiser l'administration de la ventilation mécanique

Le parc de respirateurs est actuellement relativement vaste, de même que les modes ventilatoires proposés par chacun. Si le choix en phase aiguë de défaillance ventilatoire est assez restreint entre pression et volume contrôlé, l'éventail est bien plus large dès qu'il s'agit de remettre en charge le diaphragme.

3.3.1 – Le mode ventilatoire idéal de sevrage

L'administration de la ventilation doit allier un respirateur performant à un mode ventilatoire régulièrement adapté au patient et à la progression de son sevrage.

Le respirateur doit être simple, ergonomique et posséder des caractéristiques pneumatiques fiables : faible espace mort et faible compliance du système ou capacité de compensation, réactivité, qualité de pressurisation, précision du monitoring et des volumes et débit délivrés (67).

Le mode ventilatoire idéal doit permettre d'assurer une ventilation minute tout en autorisant une activité diaphragmatique assistée dont on peut modifier la charge en fonction de la réhabilitation respiratoire du malade. Il doit par ailleurs limiter les asynchronies et les LIVI.

Il n'existe pas de système parfait. De quoi disposons-nous actuellement ?

3.3.2 – Les modes ventilatoires actuellement disponibles

3.3.2.1 – Modes de transition à valves ouvertes

En phase d'éveil, le diaphragme récupère une activité qui n'est pas encore suffisante pour assurer une ventilation efficace, mais qui engendre une inadaptation au respirateur en mode contrôlé et un inconfort pour le malade.

L'intérêt des modes de transition réside dans la capacité du système à autoriser une inspiration à n'importe quel moment du cycle du respirateur. Il s'agit principalement du mode APRV (Airway Pressure Released Ventilation). La ventilation minute est assurée par le réglage de deux niveaux de pressions et le temps d'application de chacun car c'est un mode non cyclé et sans aide. Il n'y a donc pas d'asynchronie ou de lutte contre le respirateur. Le patient conserve une activité diaphragmatique pour en limiter la dysfonction (DDIV) grâce à l'ouverture permanente des valves inspiratoire et expiratoire.

Deux études de Putensen ont retrouvé une amélioration de la compliance pulmonaire, du rapport ventilation/perfusion et de l'hématose sur la PaO₂ et la SvO₂ et une diminution des durées de ventilation mécanique et de séjour hospitalier, par rapport à des modes en pression contrôlée (68, 69).

S'il permet de réduire l'inconfort en phase d'éveil, il ne suffit pas à la réhabilitation ventilatoire du patient conscient.

3.3.2.2 – Modes de sevrage

3.3.2.2.1 – La Ventilation Spontanée avec Aide Inspiratoire (VSAI)

L'aide inspiratoire est un mode assisté en pression, cyclé sur un signal de débit à chaque inspiration décelé par le respirateur (« trigger inspiratoire »). On peut régler :

- le trigger inspiratoire : la sensibilité du respirateur à détecter l'effort du patient
- la pente de pressurisation : la rapidité avec laquelle le système est mis en pression
- le niveau d'aide inspiratoire : détermine le V_t et le travail respiratoire assumé par le patient
- le cyclage ou trigger expiratoire : début de l'expiration, régulant le temps inspiratoire
- la PEP.

Il semble particulièrement adapté à la phase de sevrage ventilatoire puisque le patient est autonomisé avec diminution progressive du niveau d'aide inspiratoire. Cependant, il n'est pas parfait. Il peut exister des asynchronies, c'est-à-dire des inadéquations patient-respirateur. Or, ces dernières sont associées à une durée de ventilation prolongée (70), un sevrage ventilatoire plus difficile et des altérations de la qualité du sommeil. L'attention doit donc être portée sur la détection des efforts inefficaces, des inspirations prolongées, des doubles déclenchements et des autodéclenchements.

Ce mode nécessite d'être présent au lit du patient pour adapter régulièrement les réglages du respirateur afin de conserver les objectifs d'hématose et de décarboxylation, en conciliant le confort du patient et sa rééducation ventilatoire. Pour garantir une ventilation minimale, certains prescripteurs optent pour un mode avec boucle de régulation.

3.3.2.2.2 – Modes avec boucle de régulation simple

Il existe des boucles de régulation simple sur un seul paramètre, dits « duals modes » :

- avec régulation inter-cycle : volume contrôlé à régulation de pression (VCRP) et Autoflow, ventilation à pression adaptative (Adaptative Pressure Ventilation), aide inspiratoire adaptée à la pression d'occlusion à 0,1 s...
- avec régulation intra-cycle : Volume-Assured Pressure Support...

Tous ces modes permettent de rester dans les objectifs fixés par le prescripteur, en mode pression contrôlée, avec volume minimum garanti et adaptation selon les cycles précédents d'un paramètre ventilatoire. Ces modes n'ont pas fait la preuve de leur utilité et sont peu utilisés en pratique courante.

3.3.2.2.3 – Modes avec boucles de régulations complexes

D'autres modes avec des boucles de régulation complexe adaptent plusieurs paramètres :

- ASV : *Adaptative Support Ventilation* (Hamilton°, Suisse) : la proportion du travail musculaire respiratoire assuré par le respirateur en proportion de la ventilation minute idéale du patient est réglable, le respirateur adaptant seul la pression d'aide à administrer en fonction de la mesure continue de la compliance statique et de la résistance du système
- PAV : *Proportional Assisted Ventilation* (respirateurs Dräger° et Respironics°) : à compliance et résistance du système constantes et connues, le respirateur ajuste automatiquement l'aide qu'il administre selon l'effort inspiratoire que développe le patient à chaque cycle pour assurer une proportion réglable du travail respiratoire
- NAVA : *Neurally Adjusted Ventilation Assist* (Servo-i, Maquet°, Allemagne) : l'aide fournie par le respirateur est réglée par le prescripteur sur la mesure électrique de l'activité diaphragmatique.

Ces systèmes impliquent un certain coût : logiciel supplémentaire à l'achat, matériel consommable cher. Cependant, ils permettent une bonne ventilation alvéolaire avec activité diaphragmatique et sont pourvoyeurs de moins d'asynchronies (71, 72).

Le mode NAVA notamment fait l'objet de publications dans le sevrage ventilatoire et semble associer à moins d'échec de sevrage ventilatoire en réanimation pédiatrique

(73). Il n'existe à notre connaissance aucune étude chez l'adulte montrant une diminution du taux d'échec d'extubation en réanimation.

3.3.2.2.4 – Modes utilisant une intelligence artificielle

Enfin, il existe des boucles complexes avec intelligence artificielle (SmartCare°, Intellivent°...). Selon un algorithme complexe et protégé, ces systèmes modifient tous les paramètres de ventilation de manière automatique pour rester dans une zone de confort du malade tout en diminuant l'assistance apportée par le respirateur, jusqu'au sevrage ventilatoire complet.

De nombreuses études, sur banc d'essai ou en clinique, ont tenté de démontrer la supériorité de l'un par rapport aux autres, sans succès. En 2012, une comparaison de 3 modes automatiques sur banc d'essai a retrouvé une équivalence dans leur performance pour reconnaître un échec ou un succès de sevrage (74). En revanche, ils ont montré une diminution du temps de sevrage par rapport au clinicien seul, surtout si l'unité manque de personnel soignant. Ainsi, N. Clavieras (75) en 2013 a comparé le mode VSAI géré par le clinicien au mode automatisé Intellivent°. Ce dernier permettait une plus grande variabilité de l'aide administrée au cours du nyctémère et améliorait l'hématose en terme de rapport PaO_2/FiO_2 . Cette étude n'a pas évalué le taux d'échec d'extubation.

3.3.3 – Quel mode utiliser dans le sevrage ventilatoire ?

Un mode est aujourd'hui à proscrire : le mode VACI. Il propose une ventilation minute de base sur des cycles contrôlés fixes et la possibilité d'une activité diaphragmatique en récompensant les efforts inspiratoires par une aide réglable. Or, ce mode a montré une augmentation de la durée de sevrage ventilatoire et une surmortalité (41, 76).

Pour les autres modes, il n'y a pas de recommandation formelle. Notre équipe a fait le choix d'un mode de sevrage ventilatoire habituel en VSAI pour plusieurs raisons. C'est un mode courant et maîtrisé de tous. Il offre une adaptabilité correcte puisque l'ensemble des paramètres est modifiable par le prescripteur, pour s'adapter au patient à poumon sain ou non, restrictif ou obstructif. Il est fourni sur la majorité des respirateurs de réanimation modernes, sans surcoût à l'achat, sans nécessité de matériel supplémentaire. De plus, les praticiens du service adaptent plusieurs fois par jour les réglages du respirateur chez les patients en phase de sevrage ventilatoire dans le but de

limiter les asynchronies et de faire progresser le sevrage en diminuant l'aide inspiratoire.

Le sevrage ventilatoire est une étape délicate qui passe par l'optimisation de tous ses composants : le patient avec sa pathologie initiale et ses défaillances d'organes anciennes et acquises, les facteurs de risque d'échec et l'administration de la ventilation régulièrement adaptée. La dernière étape du sevrage consiste en la réalisation d'un test de VS, lequel devra attester que le patient peut s'affranchir de l'assistance respiratoire.

4 – Le test de VS

Le test de VS vise à déterminer si le patient peut se passer ou non de l'assistance respiratoire. De nombreux essais l'ont étudié (41, 77, 78). Il a évolué dans sa réalisation pour augmenter sa sensibilité et s'adapter à chaque patient. Sujet à polémiques et malgré ses limites, il reste communément utilisé.

4.1 – Principes du test de VS

L'objectif est d'évaluer la capacité du patient à assurer une ventilation minute suffisante sans assistance en maintenant en place la sonde d'intubation. Le travail respiratoire est augmenté du fait de la résistance à l'écoulement de l'air en l'absence d'aide inspiratoire. Ceci est proportionnel à la longueur de la prothèse trachéale et inversement proportionnel à son diamètre interne, en tenant compte du degré d'obstruction lié aux sécrétions déposées. Cependant, il semble assez représentatif du travail à fournir après extubation. Il peut durer de 30 à 120 minutes selon les auteurs.

L'échec au test de VS est défini par la survenue de manifestations en lien avec l'hypoxie ou une mécanique ventilatoire insuffisante avec hypercapnie :

- détresse respiratoire aiguë : désaturation, polypnée, dyspnée, mise en jeu des muscles respiratoires accessoires avec tirage sus-claviculaire et intercostal, balancement thoraco-abdominal
- dysfonction hémodynamique : hypotension artérielle, hypertension artérielle, tachycardie
- dysfonction neurologique : encéphalopathie respiratoire, agitation, anxiété.

Dans ce cas, le patient est reventilé. Il survient en moyenne chez 21 % des patients testés selon la conférence de consensus européenne de 2007 (32) qui s'appuie sur 6 grands essais regroupant 2486 patients.

En cas de succès, c'est-à-dire en l'absence de tous ces signes, le patient est candidat à l'extubation avec un risque d'échec d'extubation de l'ordre de 13 % (32).

4.2 – Réalisation du test de VS

Il peut être réalisé de diverses manières.

4.2.1 – Sur tube en T

Le patient est débranché du respirateur et on abouche à la sonde d'intubation une pièce en T ou tube en T. Celui-ci permet l'humidification, le filtrage de l'air ambiant inspiré et l'administration d'un débit d'oxygène adapté aux besoins du patient. Le travail respiratoire semble un peu supérieur à celui obtenu en ventilation spontanée, même si les résultats sont très variables d'une étude à l'autre (79, 80). Ce test est plus spécifiquement réalisé chez le cardiopathe à risque d'OAP cardiogénique après extubation, du fait de l'absence de pression positive intra-thoracique qui protège la fonction VG. Une étude de Cabello en 2010 a montré que la dysfonction VG était plus importante chez le patient au tube en T qu'en VSAI. De plus, 80 % des patients dont la pression artérielle pulmonaire d'occlusion a augmenté pendant le test avaient des antécédents cardiaques (81).

4.2.2 – En VSAI

Le patient reste branché au respirateur mais les réglages sont modifiés pour que le faible niveau d'aide inspiratoire appliquée serve uniquement à compenser la charge de travail induite par valve inspiratoire du respirateur et la sonde d'intubation. Plusieurs études ont comparé le travail respiratoire développé avec différentes valeurs d'aide inspiratoire entre 0 et 8 cmH₂O (79, 82). Il semble qu'un test réalisé en VSAI avec une aide inspiratoire entre 7 et 8 cmH₂O soit équivalent à un test sur tube en T. A. Esteban a comparé deux populations dont le sevrage ventilatoire a été validé par un test de VS (77) soit au tube en T soit en VSAI. Il n'y avait aucune différence en terme d'échec d'extubation.

4.2.3 – Avec compensation automatique du tube trachéal (ACT)

Le respirateur applique en permanence une pression positive tout au long du cycle pour compenser la résistance à l'écoulement de l'air due au système. Il semble cependant que ce mode ait tendance à surestimer les capacités du malade dans le test de VS (83) et il n'est recommandé actuellement que pour les malades avec une sonde de diamètre particulièrement petit.

4.2.4 – Quelle méthode privilégier ?

En 2011, Bien (84) a comparé ces 3 techniques de test de VS. Le test au tube en T semble le plus pertinent pour discriminer les patients en échec d'extubation. Cette équipe avait déjà démontré dans un précédent essai (85) que la prédiction de l'échec d'extubation grâce à la variabilité des index RSBI, V_t , débit inspiratoire de pointe et durée du cycle respiratoire était meilleure que celle réalisée avec ces mêmes tests en valeur brute. En comparant les 3 techniques de test de VS, ils ont retrouvé une meilleure corrélation entre variabilité des index et succès de l'extubation pendant le test sur tube en T qu'en VSAI ou en ACT. Néanmoins, aucun autre travail n'a confirmé ces résultats à notre connaissance.

Notre équipe a fait le choix d'un test de VS systématique en VSAI avec aide inspiratoire à 7 cmH₂O et PEP entre 0 et 5 cmH₂O parce qu'il permet de conserver une humidification et un réchauffement optimaux ainsi que la poursuite du monitoring des volumes et pressions pendant l'épreuve. Il est associé à un test sur tube en T chez les cardiopathes gauches.

4.3 – Polémiques, limites et sécurité du test de VS

Le test de VS est sujet à plusieurs polémiques concernant l'utilisation de la PEP, sa durée, sa sécurité et sa fiabilité.

4.3.1 – Test de VS avec ou sans PEP

L'ouverture permanente de la glotte sur la prothèse endotrachéale ferait diminuer la CRF et serait associée à des désaturations par dérecrutement. Certaines équipes préconisent donc l'utilisation d'une PEP pendant le test de VS. Un faible niveau de PEP de l'ordre de 5 cmH₂O maintiendrait la CRF au même niveau qu'après l'extubation (86).

Ses détracteurs y voient plusieurs inconvénients. Sur le plan ventilatoire, elle pourrait favoriser le succès d'un test de VS chez un patient bronchopathe non encore sevré de ventilation. De même, sur le plan hémodynamique, le maintien d'une pression positive favoriserait un cœur gauche défaillant ou au contraire serait délétère sur l'hypertension artérielle pulmonaire selon une étude de Cabello (81). Ceci limiterait l'intérêt du test de VS en fin de sevrage ventilatoire.

Actuellement, les recommandations n'ont pas tranché et autorisent un niveau de PEP entre 0 et 5 cmH₂O.

4.3.2 – Durée du test de VS

Un test trop court manquerait de sensibilité ; un test trop long fatiguerait inutilement un patient soit en échec qui doit être reventilé, soit en réussite qui va être extubé. Certaines équipes recommandent d'allonger le test de VS chez le patient âgé et le patient difficile à sevrer (87). Cependant, d'autres travaux ont montré que l'échec au test de VS survenait le plus souvent dans les 30 premières minutes (77, 78). De plus, en 2002, une étude comparant deux durées de test de VS de 30 ou 120 minutes n'a pas retrouvé de différence en terme de succès d'extubation (32, 88, 89). Les recommandations actuelles imposent une durée de 30 à 120 minutes.

4.3.3 – Signification et limites du test de VS

Le taux d'échec d'extubation après réussite à un test de VS est de l'ordre de 13 % (32). En effet, il permet l'évaluation de la première étape du sevrage, à savoir l'indépendance du patient vis-à-vis de l'aide du respirateur. Or, d'autres éléments sont à évaluer avant l'ablation de la prothèse trachéale. Ces éléments ne sont pas pris en compte par le test de VS, notamment trois critères qui semblent être particulièrement associés à l'échec d'extubation (48) : score de Glasgow inférieur ou égal à 10, sécrétions bronchiques modérées à importantes et hypercapnie au moment de l'extubation. Le test de VS semble donc nécessaire mais pas suffisant avant de décider de l'extubation.

4.3.4 – Innocuité du test de VS

Dans une revue de littérature parue en 2012, J. Sellarés (53) posent la question de l'innocuité du test de VS. Les patients qui y échouent développent un stress cardiovasculaire (90) et systémique inflammatoire (91) par une libération d'inter-

leukine 6 qui est un modulateur important de la réponse au stress, notamment chez le patient BPCO. Comme l'explique l'auteur, il faut mesurer la balance bénéfice/risque du test de VS. Si l'on estime qu'il peut avoir des conséquences délétères pour le patient, alors les méthodes de prédiction de l'échec de sevrage prennent tout leur sens, en plus de ceux de l'échec d'extubation. Si à l'inverse on considère qu'il est relativement inoffensif, alors les seuls marqueurs prédictifs importants sont ceux de l'échec d'extubation. Cette question fait actuellement débat chez les auteurs.

Le test de VS est donc l'épreuve la plus communément réalisée pour évaluer les capacités du malade à assurer une ventilation suffisante sans aide extérieure. Sa réussite fait envisager l'extubation. Mais cette décision doit intégrer d'autres éléments que le test de VS ne prend pas en compte. La prédiction de l'échec d'extubation devient un des challenges de réanimation.

5 – Prédire l'échec de sevrage ventilatoire et d'extubation

L'intérêt de prédire le succès de l'extubation ne fait plus de doute à la lumière des complications détaillées précédemment. Déjà en 1973, S. Sahn (92) recherchait des critères prédictifs de réussite d'extubation en réanimation. Il avait déterminé que le patient qui était capable de doubler sa ventilation minute pouvait être extubé avec un risque faible d'échec. Quels sont actuellement les moyens à notre disposition ?

5.1 – L'évaluation clinique seule

Dans l'évaluation d'échec d'extubation, le jugement du clinicien n'est ni spécifique, ni sensible (93). En 1996, Ely (94) a étudié l'impact d'un test de VS de 2 heures sur la durée de ventilation, comparé à l'évaluation clinique seule de praticiens expérimentés : elle a pu être diminuée de 6 à 4,5 jours. Des algorithmes se développent en combinant des critères cliniques, gazométriques et du ventilateur pour augmenter la sensibilité et la spécificité. Ainsi, l'équipe de K. Burns a développé une checklist de 26 critères visant à détecter les patients prêts au sevrage. Au delà d'un score à 50, le taux d'échec d'extubation était de 96 %, contre 73 % pour les patients porteurs d'un score inférieur à 50. Or, elle n'est pas applicable dans toutes les unités de réanimation médico-chirurgicales et ne semble donc pas suffisante pour un screening pertinent (95).

D'autres marqueurs plus objectifs que la clinique seule sont nécessaires, même pour un praticien expérimenté.

5.2 – Indices et examens visant à sensibiliser l'évaluation clinique

Ils sont très nombreux. Un groupe de travail a été formé en 2001 pour étudier leur impact (30, 96). Soixante-six ont été recensés. Nous développons ici les plus intéressants.

5.2.1 – Le ratio FR/Vt : Rapid Shallow Breathing Index (RSBI)

En 1991, Yang et Tobin (97) ont développé un index prédictif de l'échec de sevrage, facilement mesurable et applicable chez tous les patients en quantifiant la survenue d'une polypnée durant le test de VS sur tube en T par le ratio de la fréquence respiratoire (nombre de cycles par minute) sur le volume courant en litre. Le seuil prédictif d'un échec était de 105 cycle/min/L, avec une aire sous la courbe ROC de 0,89.

Depuis, il a été étudié dans pas moins de 26 publications (98). Certaines équipes ont testé d'autres seuils : Capdevilla en 1995 (99) a évalué le seuil de 60 cycles/min/L avec une aire sous la courbe ROC à 0,72. D'autres l'ont intégré dans divers protocoles.

Sa principale limite est qu'il a été depuis utilisé indifféremment comme test prédictif d'échec de sevrage ou d'extubation, à l'image de l'amalgame réalisé avec tous ces tests.

La variation du RSBI entre le début et la fin du test de VS semble même être plus fine pour prédire l'échec du test de VS que sa valeur absolue (85). Segal (100) a déterminé qu'une augmentation de plus de 20 % du RSBI sur un test de VS de 2 heures ou de plus de 5 % sur un test de 30 min était associée à un échec d'extubation. De plus, cette variation était valable quelque soit la valeur de départ y compris au dessus de 105.

Malgré quelques études négatives (101, 102), il est à l'heure actuelle le test le plus largement utilisé et le plus fiable.

5.2.2 – Pression d'occlusion à 0,1s ($P_{0,1}$) et pression inspiratoire maximale (MIP)

La pression d'occlusion des voies aériennes à 0,1s ($P_{0,1}$) doit permettre d'évaluer l'activité des centres respiratoires. Une valeur inférieure à 4 cmH₂O prédit un succès de sevrage avec une sensibilité et une spécificité très variables selon les études (99, 101).

Cette mesure n'est disponible que sur certains respirateurs. De plus, elle peut être prise en défaut dans de nombreux cas (103) : hyperinflation pulmonaire, diminution de force inspiratoire...

La pression inspiratoire maximale (ou force inspiratoire négative) teste la force musculaire respiratoire de manière isolée en faisant réaliser au patient un effort inspiration maximum à « airway » clos durant maximum 20 s. Une MIP > - 15 cmH₂O traduit une impossibilité de ventilation spontanée. La mesure est réalisée directement sur certains respirateurs ou par l'intermédiaire d'un manomètre relié à la sonde d'intubation. La durée de la mesure varie beaucoup selon les centres, entre 5 et 20 s. Il est donc difficile de trouver un seuil utile en clinique pour ce paramètre.

Grâce à une valve bidirectionnelle, on peut mesurer la pression expiratoire maximale qui a également une valeur pronostique.

Ces deux mesures sont souvent combinées en un ratio P_{0,1}/MIP visant à augmenter la sensibilité de chacun. Une seule étude (99) a montré la supériorité de ce ratio par rapport aux autres tests étudiés, avec une aire sous la courbe ROC à 0,99. Cette étude présentait l'avantage de s'intéresser à la réussite d'extubation. Cependant, ce ratio combine les limites de chacune des mesures.

5.2.3 – Integrative Weaning Index (IWI)

L'*Integrative Weaning Index* permet une évaluation de la mécanique ventilatoire, de l'oxygénation et la polypnée en combinant la compliance respiratoire statique, la saturation artérielle en oxygène et le ratio FR/Vt selon la formule suivante :

$$IWI = (C_{stat} \times SaO_2) / (FR/Vt)$$

Avec C_{stat} = compliance statique

SaO₂ = saturation artérielle en oxygène

FR = fréquence respiratoire

Vt = volume courant

Une valeur supérieure à 25 est associée à un succès de sevrage. Cet index a été comparé au RSBI dans une étude de 2004 (104) sur 216 patients avec une aire sous la courbe ROC supérieure (0,96 vs 0,85, p = 0,003). Ces résultats encourageants n'ont pour le moment été confirmés par aucun autre travail. Les principales limites de cet index se situent dans le calcul de la compliance statique. En effet, elle était mesurée en ventilation contrôlée, alors que le patient ne déclenche aucun mouvement inspiratoire, en divisant

le volume courant par la différence entre la pression de plateau et la PEP. L'IWI n'est pas applicable à partir du moment où le sevrage est engagé et est donc d'une utilité modeste.

5.2.4 – Le CROP index et le CORE index :

Yang et Tobin ont décrit un autre index en 1991 :

$$\text{CROP} = (\text{Cdyn} \times \text{MIP} \times (\text{PaO}_2/\text{PAO}_2))/\text{FR}$$

Pour *Compliance, Rate, Oxygenation and Pressure*, avec :

Cdyn : compliance dynamique

MIP : pression inspiratoire maximale

PaO₂ : pression artérielle en oxygène

PAO₂ : pression alvéolaire en oxygène

FR : fréquence respiratoire.

Il a l'avantage d'intégrer une mesure de la force musculaire. Le seuil était fixé à 13. L'aire sous la courbe ROC était de 0,78. Cet index comporte lui aussi quelques limites. Il est plus difficile à calculer au lit du patient puisqu'il faut obtenir la compliance dynamique et la MIP. Peu de travaux s'y sont intéressés et son utilisation quotidienne reste confidentielle.

Une équipe française (105) a publié en 2011 un nouvel index, dit CORE, inspiré du CROP, défini par :

$$\text{CORE} = (\text{Cdyn} \times (\text{MIP} / \text{P}_{0,1}) \times (\text{PaO}_2/\text{PAO}_2))/\text{FR}$$

Pour *Compliance, Oxygenation, Respiration and Effort*, avec P_{0,1}: pression d'occlusion à 0,1 s.

Cette étude l'a comparé au RSBI, au CROP index et à la P_{0,1}. Le CORE avait la meilleure aire sous la courbe à 1 (0,92 – 1). Sa principale faiblesse, au delà de sa complexité de calcul, est qu'il a été testé pour démontrer la réussite du test de VS et non d'extubation.

5.2.5 – Un autre modèle prédictif de réintubation

Un travail prospectif nord-américain de 2014 (44) sur 2007 patients propose deux formules construites pour déterminer spécifiquement la probabilité d'échec d'extubation. La première prédit l'échec d'extubation précoce, c'est-à-dire dans les 24 premières heures. Elle intègre le score SAPS II, le nombre d'aspirations trachéales des

24 heures précédant l'extubation, la saturation périphérique en oxygène et le volume minute pendant le test de VS. L'aire sous la courbe ROC était égale à 0,68.

La seconde doit prédire le risque d'échec d'extubation à n'importe quel moment de l'hospitalisation en réanimation, en intégrant le score SAPS II, le nombre de tests de VS antérieurs à l'extubation, la pression artérielle diastolique avant le test de VS, le nombre d'aspirations trachéales des 24 heures précédentes et la ventilation minute pendant le test de VS. L'aire sous la courbe était cette fois égale à 0,71.

Ces modèles possèdent plusieurs avantages. Les critères utilisés sont simples, facilement accessibles. La deuxième formule s'intéresse à la réintubation durant tout le séjour en réanimation et non plus avant la 48^{ème} heure qui est finalement un seuil arbitraire pour la réussite de l'extubation.

5.2.6 – L'apport de l'échographie pulmonaire

L'échographie est un outil de plus en plus utilisé en réanimation du fait de son innocuité et de sa facilité d'utilisation au lit du malade pour l'évaluation cardiovasculaire, neurologique ou pulmonaire. Dans ce domaine, elle permet l'analyse du parenchyme pulmonaire, de la plèvre et de la contraction diaphragmatique.

Le parenchyme pulmonaire est bien analysé en mode bidimensionnel ou temps-mouvement avec une sonde basse fréquence. Il s'agit de différencier un poumon normalement aéré (lignes A), d'un poumon mal aéré (lignes B multiples) voire consolidé (bronchogramme aérique dynamique). De même, on peut estimer la perte de recrutement après modification des paramètres ventilatoires en SDRA par exemple (106) ou durant un test de VS. Une équipe française en 2012 (107) a établi un score mettant en évidence le dérecrutement pendant le test de VS en étudiant chaque espace intercostal des régions antérieure, latérale et postérieure de chaque hémichamps pulmonaire. Chaque fenêtre était cotée de 0 (normale) à 3 (consolidée). Le tout réalisait un score sur 36. Au delà de 17 à la fin du test de VS, le risque d'échec d'extubation était élevé ; en dessous de 12, il était considéré comme faible. Cependant, 25 % des patients ayant réussi le test de VS avaient un score entre 13 et 17. Un tiers de ceux-ci a du être réintubé et l'examen échographique n'a pas permis de différencier les deux populations. La plèvre est également bien investiguée par cette technique. On détecte des épanchements gazeux ou liquidiens en mode temps-mouvement (108) qui peuvent entraver le sevrage.

Enfin, il est possible d'analyser la fonction diaphragmatique (109). Grâce à une sonde de 3,5 à 5 MHz positionnée sous l'hémicage thoracique sur la ligne médio-claviculaire ou la ligne axillaire antérieure, on visualise le tiers postérieur de chaque hémidiaphragme. Il est ainsi possible de mesurer l'excursion diaphragmatique et la vitesse de contraction (110). Cette technique est fiable, reproductible et connaît peu de limites (qualité de la fenêtre acoustique, angle de mesure).

5.2.7 – L'apport de l'échocardiographie

L'échocardiographie transthoracique peut être prédictive du risque d'échec de sevrage ventilatoire (43, 111). Moschietto a montré qu'une analyse en Doppler tissulaire du flux transmitral pouvait prédire l'échec de sevrage avec une spécificité de 95,8% et une sensibilité de 75% pour une valeur seuil de E/E' à 14,5. Cependant, l'échec de sevrage était défini comme l'échec d'extubation à 48 heures ou l'échec au test de VS.

5.2.8 – Les marqueurs biologiques

Des marqueurs biologiques ont été étudiés pour prédire l'échec de sevrage du fait d'avantages importants : disponibilité, simplicité, reproductibilité, caractère non invasif. Par exemple, le *Brain Natriuretic Peptide* (BNP) est une hormone plasmatique sécrétée par les myocytes ventriculaires en réponse à l'étirement myocardique. Une étude de 2008 a montré qu'une variation du taux de BNP plasmatique supérieure à 20 % entre le début et la fin du test de VS pouvait prédire l'échec d'extubation de cause cardiaque, avec notamment une valeur prédictive positive de 97 % et une aire sous la courbe ROC de 0,93 (112). Ce travail pouvait être discuté sur plusieurs points. En premier lieu, le test de VS durait 120 min, ce qui est considéré par certains auteurs comme trop long (78). D'ailleurs, une étude de 2006 utilisant un test de VS d'une heure seulement avec un design similaire ne montrait pas de différence significative entre les succès et échecs de sevrage sur le BNP (113). D'autre part, l'augmentation du taux de BNP plasmatique n'est pas spécifique d'une défaillance cardiaque : faux positifs dus à un relargage d'interleukine 6 dans le sepsis ou à une insuffisance rénale. Enfin, elle ne donne aucun renseignement sur le mécanisme de la défaillance cardiaque : dysfonction VG systolique ou diastolique ou dysfonction droite. Elle nécessite donc d'autres examens pour impliquer une modification dans la gestion du sevrage.

5.2.9 – Activité électrique du diaphragme

L'électromyogramme diaphragmatique permet d'enregistrer l'activité électrique (EADi) du principal muscle respiratoire. Elle est proportionnelle au V_t via la régulation des centres respiratoires. M. Dres (114) a montré en 2012 que l'EADi est significativement plus basse chez les patients réussissant le test de VS que chez les patients en échec. Cette différence était présente avant, pendant et après le test. En revanche, la variation de celle-ci n'était pas significative. Cependant, la discrimination n'était pas meilleure que le RSBI. De même, le rapport EADi/ V_t avait une aire sous la courbe identique au RSBI.

Cette mesure nécessite un mode ventilatoire particulier qui n'est pas proposé par tous les respirateurs, ainsi qu'une sonde gastrique spécifique pour recueillir le signal. Mais elle peut être un argument de plus notamment chez le patient difficile à sevrer chez qui ce mode ventilatoire présente un intérêt évident (115).

5.2.10 – Tonométrie gastrique

Le pH et la capnie gastrique pendant le sevrage ventilatoire ont fait l'objet de nombreuses études, le plus souvent anciennes. La muqueuse digestive étant très sensible à l'hypoxie, toute redistribution sanguine en sa défaveur pendant une épreuve de VS sera détectée via une sonde gastrique. Il s'agissait donc de mesurer la variation du pH et de la capnie entre le début et la fin du test de VS sur les sécrétions gastriques. Hurtado en 2001 a montré que les patients en échec de sevrage développaient une acidose gastrique significative (116). Cette démonstration rejoint celle de Jubran en 1998 sur la diminution progressive de la saturation veineuse mêlée en oxygène chez les patients échouant au test de VS (117) : si le travail respiratoire est entièrement assumé par le malade et qu'il n'a pas les ressources pour augmenter le transport en oxygène, il redistribue le débit cardiaque au détriment des reins, du tube digestif ou de la peau et augmente l'extraction tissulaire en oxygène.

La tonométrie gastrique impose une vidange gastrique avant le test. Or, elle est souvent diminuée voire abolie chez les patients de réanimation. De plus, elle oblige à un arrêt de la nutrition entérale à chaque mesure, ce qui favorise la dénutrition. Enfin, elle ne débouche pas sur des mesures précises de correction du sevrage.

5.2.11 – Test de fuite

Le test de fuite peut être réalisé pour évaluer la résistance des voies aériennes supérieures avant extubation (118). L'objectif est de repérer les patients à risque de dyspnée laryngée. La prévention consiste en l'administration d'une corticothérapie systémique pendant 48h. Le test est réalisé en dégonflant le ballonnet de la sonde d'intubation et en mesurant la fuite entre volume inspiré et volume expiré sur le respirateur. Une fuite supérieure à 10 % indique que le diamètre de la sonde d'intubation est inférieur à celui de la trachée. Ce test est cependant peu sensible et peu spécifique.

5.3 – Controverse

Aucun de ces index n'est suffisant à lui seul pour prédire sans faillir le succès ou non de l'extubation au lit du malade. Le marqueur prédictif de l'échec d'extubation idéal doit être sensible, spécifique, rapide, réalisable au lit du patient, nécessiter peu de matériel et s'appliquer à toute population de réanimation. Or, rien de ce qui a été décrit précédemment ne réunit ces caractéristiques et leur infortune est due à plusieurs éléments.

Tout d'abord, ils ne sont envisageables que pour les patients dont le sevrage s'avère « difficile » ou « prolongé ». Pour ceux appartenant au groupe « sevrage simple », les tests ou scores décrits ne sont ni sensibles ni spécifiques (119) car la probabilité de succès pré-test est élevée.

Ensuite, ils n'ont pas été évalués sur les mêmes objectifs : parfois sur l'échec de sevrage, parfois sur l'échec d'extubation, le plus souvent sur un critère composite mélangeant ces deux étapes. Il conviendrait plutôt de d'identifier plusieurs types de tests comme illustré sur la figure 1c:

- des marqueurs d'échec au test de VS si l'on considère qu'ils sont nécessaires,
- des marqueurs de sevrage difficile ou prolongé : les patients ainsi identifiés pourraient bénéficier d'un sevrage différent passant par exemple par la trachéotomie ou par l'optimisation plus poussée de pathologies chroniques ou aiguës ;
- des marqueurs de d'échec d'extubation.

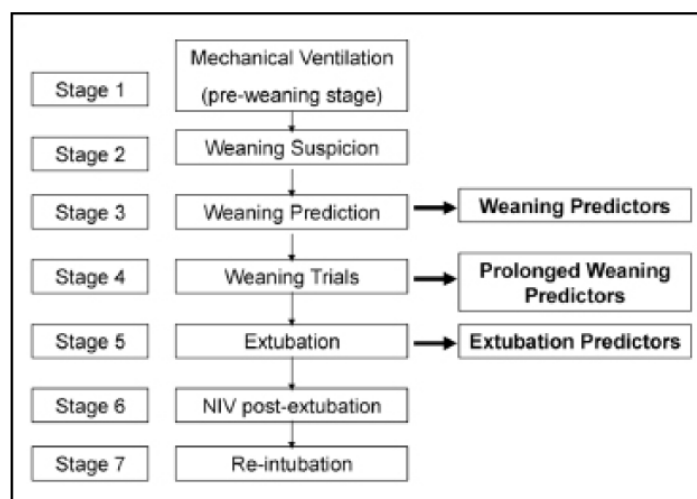


Figure 1c : Etapes du processus de sevrage ventilatoire et marqueurs prédictifs

Sellarés 2012 Minerva Medica (53)

Malheureusement, ils ne sont pas classifiés comme tel et il est parfois ardu de faire la part des choses dans la littérature.

Certains auteurs dont la *task force* conduite par Neil MacIntyre (30, 96) recommandent même de ne pas les utiliser au quotidien. Il suffirait de se contenter d'un screening journalier des pré-requis à la VS, d'un test de VS bien conduit et d'évaluer la possibilité d'enlever la prothèse endo-trachéale. Or, cette possibilité a fait l'objet de peu d'études pour le moment alors qu'elle semble cruciale parce qu'elle conditionne au moins en partie la prise en charge post-extubation.

De nombreux tests, index et scores sont décrits pour prédire le succès du sevrage ventilatoire. Peu sont pertinents pour une utilisation quotidienne. Pire, peu s'intéressent à la prédiction du succès d'extubation qui est le véritable souci du réanimateur. Pourtant, au-delà de ce résultat même, ils pourraient permettre de personnaliser la prise en charge post-extubation qui est indissociable de sa réussite.

6 – Prise en charge post-extubation

Le sevrage ne s'arrête pas au moment de l'extubation. Si le malade possède les capacités pour assurer une ventilation seule, il doit aussi être capable de protéger ses voies aériennes et de drainer ses sécrétions bronchiques. La suite de la prise en charge est donc décisive pour le succès de l'extubation et s'articule en deux techniques complémentaires : la VNI et la kinésithérapie.

6.1 – La VNI post-extubation

L'objectif est de prévenir l'épuisement des muscles respiratoires, les atelectasies et d'améliorer le rapport ventilation/perfusion. Elle présente plusieurs avantages. N'étant pas administrée via une sonde d'intubation, elle est porteuse de beaucoup moins de complications notamment infectieuses ou traumatiques des voies aériennes. Elle ne nécessite pas de sédation. Le patient a la capacité de tousser et dispose d'une voie orale. Cependant, il n'y a pas de protection des voies aériennes et le patient doit être relativement coopérant pour la tolérer.

La VNI après extubation a été étudiée dans trois grandes indications : en cas d'échec de sevrage comme un pont à la libération complète de toute ventilation et comme mesure préventive ou curative de détresse respiratoire aiguë post-extubation. La conférence de consensus européenne (32) n'a retenu aucune de ces indications. Elle apporte quand même une nuance pour une population bien sélectionnée de patients BPCO ou hypercapniques dans le cadre d'une phase de « *weaning in progress* ».

Depuis 2007, cette technique a fait l'objet de beaucoup d'études. Au delà des classiques indications de la décompensation de BPCO et de l'OAP cardiogénique, elle semble trouver une place croissante notamment en prévention de l'échec d'extubation chez les patients à risque en réanimation ou en post-opératoire de chirurgie abdominale lourde, bariatrique ou thoracique. L'élément clé reste le choix de la population cible pouvant en bénéficier. Une récente revue de 16 études (120) sur la VNI de sevrage conclut à une diminution de mortalité dans le groupe interventionnel, une diminution des échecs de sevrage et une diminution des PAVM. Ces résultats étaient encore plus marqués dans la sous-population des patients BPCO.

Elle intervient en complément de la prise en charge par le kinésithérapeute.

6.2 – La kinésithérapie respiratoire

Par son expertise et la prise en charge débutée avant l'extubation, le kinésithérapeute est capable d'agir sur trois composants majeurs de la réussite de l'extubation de manière personnalisée : l'amélioration des capacités ventilatoires du malade, le désencombrement bronchique et la rééducation motrice précoce.

6.2.1– Le désencombrement bronchique

Le drainage spontané des sécrétions bronchiques est souvent altéré chez le malade de réanimation du fait principalement d'une mécanique de toux déficiente mais aussi d'une rhéologie du mucus anormale, de mouvements ciliaires anarchiques ou d'une structure des voies aériennes supérieures défavorables (œdème, chirurgie, morphologie...)(121). La kinésithérapie permet ainsi une meilleure « toilette bronchique » indispensable pour limiter l'incidence des pneumopathies nosocomiales et la réintubation. Pour cela, il utilise plusieurs techniques : augmentation du flux expiratoire par une manœuvre de pression thoraco-abdominale synchronisée à la phase expiratoire du patient, toux à glotte ouverte ou fermée, appareil d'insufflation et d'exsufflation mécanique (type Cough assist®) et ventilation à percussion intra pulmonaire (Percussionnaire®). Elles nécessitent la coopération du patient pour être efficaces pendant la séance mais aussi en dehors.

Une fois l'arbre bronchique drainé, le kinésithérapeute s'emploie à améliorer les capacités respiratoires du malade extubé.

6.2.2 – Optimisation des capacités respiratoires

Il peut agir sur de nombreux aspects de la mécanique ventilatoire. Il entretient une compliance thoracique maximale par le travail diaphragmatique grâce à la ventilation dirigée abdomino-diaphragmatique. Son renforcement peut s'effectuer aussi à l'aide d'un Threshold IMT ®. Le travail des volumes et des débits pulmonaires (prévention des atélectasies) s'effectuera lors d'un travail spirométrique permettant un feed back visuel grâce à un Triball ® ou un Voldyne® par exemple.

6.2.3 – La mobilisation précoce en réanimation

La fonte musculaire, l'enraidissement, la désadaptation à l'effort, l'hypotension orthostatique ou encore la neuromyopathie de réanimation sont autant d'entraves à la réhabilitation du malade. Le kinésithérapeute peut agir dès le début de l'hospitalisation pour limiter les conséquences de l'alitement. Il a même été démontré un effet anti-inflammatoire de la kinésithérapie précoce (122). Des recommandations d'experts des sociétés savantes de réanimation, kinésithérapie et médecine physique et réadaptation ont été formalisées en 2013 (123) concernant la mobilisation précoce en réanimation. Celle-ci doit débuter dans les 24 à 48h après l'admission et se poursuivre tout le long du séjour en réanimation, pour tous les patients, sédatisés ou conscients, hors contre-indication. Elle concerne le kinésithérapeute mais aussi l'équipe de réanimation pour la sécurisation des dispositifs invasifs et le monitoring. Elle s'appuie sur une palette de techniques :

- mobilisation analytique passive, active-aidée, active : mobilisation de chaque articulation dans chaque degré de liberté,
- renforcement musculaire : travail actif (contre pesanteur) ou actif contre résistance (manuelle ou poids),
- électrostimulation musculaire transcutanée,
- travail moteur: mobilisation passive ou travail actif d'endurance grâce au cyclo ergomètre à bras par exemple permettant un travail aérobie,
- travail d'équilibre : proprioception, renforcement musculaire statique,
- postures spécifiques pour l'antalgie et la prévention des attitudes vicieuses,
- plan de verticalisation,
- aide à la mobilisation partielle ou totale,
- bord de lit,
- mise au fauteuil active ou passive,
- marche.

L'objectif est le maintien des amplitudes articulaires, de la trophicité et la contractilité musculaire, récupérer l'endurance, améliorer la proprioception et l'équilibre, prévenir les attitudes vicieuses, le déconditionnement à l'effort, les complications de décubitus, favoriser la reprise d'autonomie et la déambulation. Les bénéfices attendus sont une augmentation de la force et de la masse musculaire, une diminution des durées de

ventilation mécanique, de séjour en réanimation et à l'hôpital, une amélioration de la fonction physique et de la qualité de vie (124).

L'ensemble de ces techniques nécessite l'expertise d'un kinésithérapeute formé à la réanimation et sa présence quotidienne.

La prise en charge post-extubation est primordiale pour la réussite de celle-ci notamment chez les patients dont le sevrage a été difficile ou prolongé. Elle s'appuie sur deux techniques : la VNI préventive et la kinésithérapie. La VNI n'a pour l'heure qu'une place modeste dans les recommandations de 2007 mais de récents travaux l'ont étudiée en relais de la ventilation invasive dans une population ciblée en prévention de la détresse respiratoire aiguë post-extubation. Le kinésithérapeute est un pilier du sevrage ventilatoire par son action tout au long du séjour en réanimation pour le maintien des capacités respiratoires, le désencombrement et la réhabilitation motrice précoce.

7 – Axes de réflexions menant à la conception de l'étude

La ventilation invasive est donc une suppléance d'organe fréquente et vitale mais associée à des complications significatives. Afin de les minimiser, la durée d'exposition doit être la plus courte possible. Pour cela, la sédation, qui est impérative à la phase initiale, doit être titrée pour permettre un réveil rapide à l'arrêt de celle-ci. De plus, le sevrage ventilatoire doit être débuté le plus précocement possible grâce à la recherche de pré-requis. Il s'agit d'une phase d'autonomisation ventilatoire qui évolue en deux étapes successives :

- une première où le patient devient indépendant de l'assistance du respirateur parce que sa mécanique ventilatoire et son hématoxémie sont correctes
- une deuxième où il ne nécessite plus de prothèse endo-trachéale parce qu'il protège ses voies aériennes et se désencombre seul.

La capacité du patient à se sevrer du respirateur est correctement évaluée par la réalisation d'un test de VS standardisé. En cas d'échec, le patient est re-ventilé et les conséquences qui en découlent sont peu importantes, même si l'on s'oriente alors vers

un sevrage probablement plus compliqué. En revanche, la capacité du patient à être extubé est plus difficile à évaluer et a finalement été peu étudiée. Pourtant, le taux d'échec d'extubation décrit dans la littérature reste important (de l'ordre de 10 à 30%) et ses conséquences peuvent grever lourdement le pronostic du patient. Aucun test suffisamment performant n'existe à ce jour pour prédire l'échec d'extubation et seuls des facteurs de risque ont été décrits, tels que la fatigue musculaire respiratoire, l'encombrement bronchique et la baisse de la capacité à tousser. Il s'agit d'éléments que le kinésithérapeute de réanimation peut facilement évaluer au lit du patient afin de fournir des données complémentaires utiles pour la prise de décision d'extubation et/ou l'optimisation de tel ou tel paramètre.

Fort de ces éléments, une réflexion impliquant l'ensemble des soignants de notre service, a été menée à propos du sevrage ventilatoire des patients ventilés plus de 48 heures, dans le but de diminuer le risque d'échec d'extubation et la morbi-mortalité qui lui est liée. Elle a conduit à la rédaction et l'application d'un protocole de sevrage et d'extubation basé sur une gestion rationalisée et uniformisée de la sédation et de la prise en charge ventilatoire ainsi que sur une évaluation de kinésithérapie pré extubation. L'étude que nous présentons s'intègre logiquement dans la démarche qualité entreprise et a pour objectif de tester l'efficacité de la mise en place de ce protocole sur le taux d'échec d'extubation.

Chapitre II : Matériels et méthodes

1 – Objectifs de l'étude

L'objectif principal était de vérifier l'hypothèse de travail selon laquelle la mise en place d'un protocole de sevrage et d'extubation comprenant une évaluation de kinésithérapie permettait de diminuer le taux d'échec d'extubation dans notre service de réanimation polyvalente.

Les objectifs secondaires étudiés étaient :

- l'étude de la durée de ventilation mécanique jusqu'au premier épisode d'extubation : temps en jour entre la première intubation et la première extubation,
- l'étude de la durée de ventilation mécanique totale : durée en jours entre la première intubation et la dernière extubation du séjour ou jusqu'au décès sous ventilation invasive, qu'il s'agisse d'un échec d'extubation ou d'une réintubation à distance pour un autre événement durant le séjour,
- l'étude de la durée d'hospitalisation en réanimation,
- l'étude de la mortalité en réanimation,
- la description de la population bénéficiant de VNI préventive dans les deux cohortes,
- l'étude des résultats de l'évaluation de kinésithérapie pré-extubation dans la cohorte « Après ».

2 – Format de l'étude

Il s'agissait d'une étude observationnelle de type « avant – après », monocentrique conduite dans le service de réanimation polyvalente de l'Hôpital d'Instruction des Armées Robert PICQUE (Villenave d'Ornon, France) de 9 lits.

Elle comparait deux cohortes :

- une cohorte rétrospective (groupe « **Avant** ») qui comprenait les patients dont le sevrage ventilatoire et l'extubation avaient été menés selon une méthode

« libre », laissée à l'appréciation du médecin responsable entre le 1^{er} janvier 2009 et le 21 mars 2011,

- une cohorte prospective (groupe « **Après** ») qui regroupait les patients bénéficiant du protocole de sevrage et d'extubation développé ci-après, depuis son introduction le 22 mars 2011 jusqu'au 30 septembre 2013.

Le design de l'étude répondait aux critères de validité interne d'une étude observationnelle dits *STROBE Statement* ([Annexe 2a](#)).

3 – Population

3.1 – Critères d'inclusion

Tous les patients admis dans notre service de réanimation entre le 1^{er} janvier 2009 et le 30 septembre 2013 et qui avaient bénéficié d'une ventilation invasive pendant plus de 48 heures consécutives via une sonde endo-trachéale étaient inclus dès l'intubation initiale dans le service ou dès l'arrivée dans le service du patient déjà intubé

3.2 – Critères de non inclusion

Les patients mineurs, refusant la séance de kinésithérapie, non consentants à la participation au protocole, porteurs de troubles cognitifs ou de déficits neurologiques, non coopérants, ne répondant pas aux ordres simples, ventilés sur un autre abord que la sonde endo-trachéale, décédés avant extubation et ayant déjà participé à l'étude n'étaient pas inclus.

3.3 – Considérations éthiques

L'étude a été enregistrée auprès de l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament (ANSM) le 29 janvier 2013 sous le référentiel 2013-A00150-45.

Le comité d'éthique local de l'Hôpital d'Instruction des Armées Robert PICQUE a émis un avis favorable concernant le protocole de cette étude le 26 novembre 2012 ([Annexe 2b](#)), de même que le Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-Mer (CPP SOOM III) le 27 février 2013 ([Annexe 2c](#)).

Le patient étant le plus souvent à l'inclusion dans l'incapacité de consentir pleinement du fait de l'effet résiduel des agents sédatifs, de l'état d'agression systémique ou de l'impossibilité de parler. C'est la personne de confiance qui donc était informée par écrit

à l'inclusion du patient (Annexe 2d) et son consentement oral était recueilli. Le patient ou la personne de confiance pouvait retirer son consentement à tout moment.

4 – Méthodes de sevrage ventilatoire et d'extubation

4.1 – Construction du protocole de sevrage et d'extubation

Un groupe de travail s'est formé au sein de l'équipe médicale et paramédicale de réanimation afin d'optimiser les problématiques de sevrage ventilatoire et d'extubation en janvier 2011. Il était composé d'un anesthésiste – réanimateur sénior, d'un kinésithérapeute et de 4 infirmiers du service. Le groupe s'est appuyé sur une revue de la littérature comportant des études de méthodologie robuste et des recommandations françaises et internationales. Il a établi un protocole de sevrage ventilatoire comportant deux volets :

- la gestion de la sédation par l'équipe infirmière,
- la conduite du sevrage ventilatoire et de l'extubation par l'équipe médicale et le kinésithérapeute.

Il a été soumis à la validation du chef de service de réanimation, du chef de Fédération Anesthésie Réanimation Urgences Chirurgie Ambulatoire, de la cellule qualité de l'établissement et du médecin chef de l'hôpital. Tous les professionnels du service ont bénéficié d'une formation théorique par le référent du groupe de travail par présentation assistée par ordinateur et d'une formation pratique au lit du malade avec assistance au quotidien dans la mise en œuvre du protocole durant une période d'essai de 6 semaines. L'équipe a rendu un retour sur expérience permettant l'amélioration de la formation délivrée. Le protocole a enfin été mis en œuvre le 22 mars 2011 pour inclusion des malades en prospectif.

4.2 – Méthode de sevrage et d'extubation avant introduction du protocole

Pendant la phase rétrospective, en l'absence de protocole, le réanimateur décidait seul des agents anesthésiques employés, du moment de leur arrêt, du mode ventilatoire et de ses réglages, du début du sevrage ventilatoire marqué par le passage en VSAI et du test de VS. Il était alors réalisé en VSAI (AI = 7 cmH₂O, PEP = 0 à 5 cmH₂O) ou sur pièce en T, pour une durée de 60 à 120 min.

A la fin du test, le médecin responsable décidait ou non de l'extubation. En cas d'échec au test, le patient était reventilé avec les paramètres le précédant. En cas d'extubation, une

oxygénothérapie de relais était mise en place selon des objectifs de SpO₂ prédéfinis, parfois alternée avec une VNI intermittente à la discrétion du réanimateur.

4.3 – Méthode de sevrage et d’extubation après introduction du protocole

4.3.1 – Protocole de sédation

Le protocole est affiché dans chaque chambre du service ([Annexe 2f](#)).

4.3.1.1 – Entretien de la sédation

La sédation du malade comprenait un hypnotique (midazolam ou propofol) et un morphinique (sufentanil), dont les posologies de départ étaient fixées comme suit selon le protocole de sédation géré par l’infirmier en charge du malade :

- propofol 2% et sufentanil 5 µg/ml : débit à 1ml/h par 10 kg de poids
- midazolam 1 mg/ml et sufentanil 5 µg/ml : débit à 1 ml/h par 10 kg de poids.

Toutes les deux heures, le niveau de sédation et d’analgésie était évalué selon le score de Ramsay et le BPS ([Annexe 2e](#)) tant que la sédation était maintenue.

Il pouvait être nécessaire d’y ajouter une curarisation : cisatracurium 5 mg/ml et un débit massique à 0,5 ml/h par 10 kg de poids. La sédation était alors optimisée selon le monitoring par l’index bispectral (BIS) et la curarisation par un curaromètre à l’abducteur du pouce (« *Train of Four* » (TOF) : train de quatre stimulations par deux heures).

Le débit massique de l’hypnotique, du morphinique et du curare était ainsi adapté aux niveaux de sédation et de curarisation prescrits ([Tableau 2a](#)).

Tableau 2a : Adaptation des débits massiques au niveau de sédation			
Midazolam/Propofol	Sufentanil	Cisatracurium	Adaptation du débit
BIS > 60 ou Ramsay < 2	BPS > 4	TOF = 3-4/4	Augmentation de 1 ml/h
BIS = 30 - 60 ou Ramsay = 3	BPS = 4	TOF = 1-2/4	Pas de modification
BIS < 30 ou Ramsay > 3	BPS < 4	TOF = 0/4	Diminution de 1 ml/h

4.3.1.2 – Arrêt de la sédation

Tous les jours, les pré-requis à l’arrêt de la sédation étaient recherchés :

- évolution favorable de la pathologie aiguë

- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 120 \text{ mmHg}$
- $\text{PEP} < 8 \text{ cmH}_2\text{O}$
- hémodynamique stable
- amines en sevrage
- curares stoppés

Lorsqu'ils étaient tous présents, la sédation était arrêtée. Si le malade était sédaté depuis plus de 5 jours, qu'il recevait plus de 5 mg/h de midazolam et/ou plus de 20 µg/h de sufentanil, la sédation était progressivement sevrée en diminuant de 1 ml/h toutes les deux heures jusqu'à l'arrêt complet. Sinon, elle était arrêtée brutalement.

4.3.2 – Protocole de sevrage ventilatoire

Le sevrage ventilatoire débutait après recueil de tous les pré-requis définis dans le tableau 2b.

Tableau 2b : Pré-requis avant test de ventilation spontanée

FR : fréquence respiratoire, Vt : volume courant, Pas : pression artérielle systolique
6^{ème} conférence de consensus européenne en réanimation (2007)

Evolution favorable de la pathologie aiguë amenant à l'intubation

Toux adéquate

Absence de sécrétions endo-trachéales excessives

Stabilité clinique

Hémodynamique

FC < 140/min

Pas entre 90 et 160 mmHg

Peu ou pas d'amine vasopressive

Métabolique

Hématose adéquate

Sa O₂ > 90 %

Ou FiO₂ < 0,4

Ou $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150 \text{ mmHg}$

Et $\text{PEP} < 8 \text{ cmH}_2\text{O}$

Mécanique ventilatoire adéquate

Vt > 5 ml/kg

FR < 35 /min

FR/Vt < 105 /min/L

Pas d'acidose respiratoire significative

Etat de conscience adéquat

Pas de sédation excessive

Etat neurologique stable

La phase de réveil s'accompagnait de modifications ventilatoires par la reprise d'une autonomie diaphragmatique progressive, avec passage d'un mode assisté contrôlé en pression ou en volume au mode APRV voire directement en VSAI. Les paramètres à régler étaient adaptés régulièrement pour satisfaire les objectifs d'oxygénation et de décarboxylation avec un volume courant de 5 à 8 ml/kg de poids prédit.

Le patient réalisait quotidiennement une épreuve de VS (AI = 7 cmH₂O, PEP = 0 à 5 cmH₂O, sans modification de FiO₂), d'une durée de 60 min. Il était placé en position demi-assise (30 à 45°). Sur décision médicale, un test de tube en T pouvait être effectué en complément, sans remplacer le test de VS en VSAI.

Au cours du test de VS, le kinésithérapeute était sollicité pour réaliser une évaluation de kinésithérapie pré-extubation, détaillée ci-après.

L'extubation était décidée par le médecin responsable après réussite au test de VS et en tenant compte de l'évaluation kinésithérapique. La prescription de l'oxygénothérapie de relais pouvait être associée à une VNI intermittente préventive de la détresse respiratoire post-extubation à la discrétion du réanimateur.

4.4 – Détails de l'évaluation de kinésithérapie pré-extubation (EKPE)

L'EKPE évaluait successivement au lit du malade trois paramètres : la fatigue musculaire respiratoire, l'encombrement bronchique et l'efficacité de la toux (annexe 2h).

4.4.1 – La fatigue musculaire respiratoire

La fatigue musculaire respiratoire était évaluée au cours du test de VS par :

- la mesure de la FR (en min⁻¹), cotée de 2 (jusqu'à 16 min⁻¹) à 0 (plus de 25 min⁻¹)
- la mesure du ratio FR/Vt (en min⁻¹.L⁻¹) dans les 5 premières minutes du test de VS
- la cotation du score MRC (Annexe 2g) : il s'agissait d'évaluer la force motrice de chaque segment de membre, de 0 (pas de contraction) à 5 (force normale contre résistance), réalisant un total de 60 points. Au delà de 48/60, il n'y avait pas de neuromyopathie de réanimation. On admettait que la fatigue diaphragmatique était corrélée à ce score périphérique.

4.4.2 – L'encombrement bronchique

L'encombrement bronchique était caractérisé par :

- l'auscultation pulmonaire réalisée par le kinésithérapeute, avant et après la séance qu'il effectuait pendant le test de VS, cotée de 2 (auscultation libre) à 0 (bruits avant et après la séance de kinésithérapie)
- le nombre d'inspirations bronchiques productives sur les 24 heures précédant le test de VS, cotée de 2 (moins de 5 aspirations bronchiques par 24h) à 0 (plus de 12 aspirations bronchiques par 24h).

4.4.3 – L'efficacité de la toux

L'efficacité de la toux était objectivée par la mesure du débit expiratoire de pointe de toux (en L/min). Le kinésithérapeute expliquait les trois phases de la toux au malade : phase inspiratoire ample, augmentation de la pression intra-thoracique par contraction du diaphragme, des abdominaux et des muscles intercostaux et enfin expulsion de l'air à grande vitesse. Il désadaptait le respirateur de la sonde d'intubation au niveau du raccord annelé et abouchait un Peak-flow électronique (Piko 1 Ferrari^o) à la sonde d'intubation via un filtre antibactérien humidificateur (Humid-Vent Filter Compact S^o référence 19402T). Trois mesures de débit expiratoire de pointe de toux étaient réalisées. Entre chaque mesure et à la fin, le patient était raccordé au respirateur et on effectuait si nécessaire un complément d'explication sur la technique. La meilleure des trois mesures était retenue.

5 - Définitions

L'échec de sevrage ventilatoire et l'échec d'extubation ont été définis dans la 6^{ème} conférence de consensus européenne en réanimation de 2007 (32).

5.1 – Définition de l'échec de sevrage ventilatoire

L'échec de sevrage ventilatoire correspondait à un échec au test de VS chez les patients sous ventilation invasive. Il était défini par les critères colligés dans le tableau 2c.

Tableau 2c : Critères définissant l'échec de sevrage ventilatoire

FR : fréquence respiratoire, Vt : volume courant, PAs : pression artérielle systolique
6^{ème} conférence de consensus européenne en réanimation (2007)

Anxiété
Agitation
Trouble de conscience
Hypersudation
Cyanose
Signes de détresse respiratoire : mise en jeu des muscles accessoires, dyspnée
Hypoxémie : $\text{PaO}_2 < 50 - 60 \text{ mmHg}$ sous $\text{FiO}_2 > 0,5$ ou $\text{SpO}_2 < 90 \%$
Hypercapnie : $\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$ ou une augmentation de plus de 8 mmHg
Acidose respiratoire : $\text{pH} < 7,32$ ou une diminution $> 0,07$
Tachypnée : $\text{ratio FR/Vt} > 105$
Polypnée : $\text{FR} > 35/\text{min}$ ou une augmentation de plus de 50%
Tachycardie : $\text{FC} > 140/\text{min}$ ou une augmentation de plus de 20 %
Arythmie cardiaque
Hypertension artérielle : PAs $> 180 \text{ mmHg}$ ou une augmentation de plus de 80 %
Hypotension artérielle : PAs $< 90 \text{ mmHg}$

5.2 – Définition de l'échec d'extubation

L'échec d'extubation était défini par la nécessité de réintubation endo-trachéale dans les 48 heures suivant l'extubation, devant l'apparition des critères rapportés dans le tableau 2d.

Tableau 2d : Critères définissant l'échec d'extubation

FR : fréquence respiratoire, Vt : volume courant, PAs : pression artérielle systolique
6^{ème} conférence de consensus européenne en réanimation (2007)

Polypnée : $\text{FR} > 25/\text{min}$ pendant 2 heures
Tachycardie : $\text{FC} > 140/\text{min}$ ou augmentation de plus de 20 %
Epuisement respiratoire : $\text{SaO}_2 < 90 \%$, $\text{PaO}_2 < 80 \text{ mmHg}$ sous $\text{FiO}_2 > 0,5$
Hypercapnie : $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ ou augmentation de plus de 20 %
Acidose : $\text{pH} < 7,30$

6 – Paramètres recueillis

6.1 – Critère de jugement principal

Le critère principal était la réussite de l'extubation à la 48^{ème} heure.

6.2 – Autres paramètres recueillis

Les paramètres suivants étaient récupérés pour chacun des patients des deux cohortes :

- données démographiques : âge, sexe, taille, poids, indice de masse corporelle, IGS II à l'admission en réanimation, antécédents d'insuffisance cardiaque, de coronaropathie, d'insuffisance respiratoire chronique, de BPCO, de syndrome d'apnée obstructif du sommeil, contexte post-opératoire immédiat ou récent responsable de son admission en réanimation
- données du test de VS : FiO_2 , FR, Vt, ratio FR/Vt, PEP, gazométrie artérielle précédant le test (pH, PaCO_2 , PaO_2 , $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, bicarbonates, SaO_2)
- données diverses relatives à la ventilation mécanique : délai depuis l'arrêt de la sédation, durée de ventilation mécanique jusqu'au premier épisode, durée de ventilation mécanique totale
- durée d'hospitalisation en réanimation
- résultats du sevrage : résultat au test de VS, décision d'extubation
- oxygénothérapie de relais (lunettes ou masque à oxygène) ou mise en place de VNI préventive.

Pour la cohorte « Après », on colligeait également :

- données de l'EKPE (annexe 2h)
- données du test de VS au début et à la fin de celui-ci (mêmes paramètres recueillis que pour la cohorte « Avant »)
- gazométrie artérielle supplémentaire après le test de VS (mêmes paramètres recueillis que la gazométrie précédant le test).

6.3 – Extraction des données

Pour la cohorte « Avant », les données étaient extraites du dossier médical personnel archivé sous format papier et informatique de manière rétrospective.

Pour la cohorte « Après », elles étaient recueillies au lit du malade et sur le dossier médical informatisé de manière prospective.

7 – Analyses statistiques

Les variables continues ont été décrites par leur moyenne et leur écart-type puis comparées grâce à un test t de Student. Les variables binaires et qualitatives ont été

décrites par leur proportion en pourcentage et comparées par le test de χ^2 ou le test exact de Fischer. Lorsque la proportion de données manquantes était supérieure à 10%, la catégorie était signalée par un signe §.

La proportion cumulée de malades sevrés définitivement de ventilation au cours du temps pour chaque cohorte a été représentée par une courbe de survie de type Kaplan Meier. Le test de comparaison non paramétrique de Log-Rank était utilisé pour comparer les courbes de survie.

Les analyses étaient réalisées à partir du logiciel JMP® 10 (SAS Institute, Cary, NC) et étaient exprimées avec un seuil de significativité bilatéral retenu pour $p < 0,05$.

Nous n'avons pas réalisé d'analyse statistique pour comparer les populations recevant une VNI préventive dans chacune des cohortes du fait de populations de sous-groupes et des faibles effectifs de chacun.

Chapitre III : Résultats

1 – Patients inclus

La cohorte « Avant » comprenait 85 malades. Cent deux malades ont été inclus de manière prospective dans la cohorte « Après ». Les effectifs de chacune des cohortes sont schématisés dans la figure 3a.

2 – Données démographiques des deux cohortes

2.1 – Caractéristiques des populations de chaque cohorte

Le tableau 3b résume les données démographiques, le recrutement, les antécédents et le motif de recours à la ventilation mécanique pour les patients des deux cohortes.

La cohorte « Avant » comprenait 6 patients (7 %) atteints de neuromyopathie de réanimation contre 19 patients (19 %) diagnostiqués dans la cohorte « Après » ($p = 0,02$).

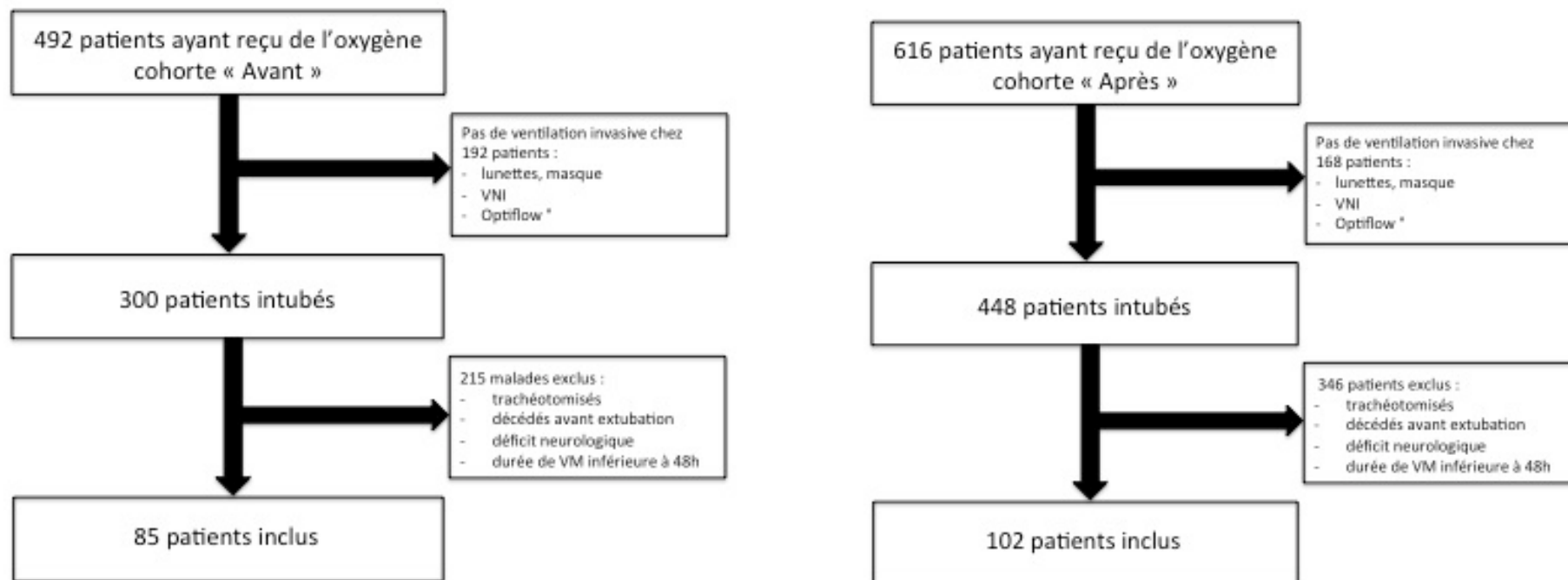


Figure 3a : Effectif des cohortes « Avant » et « Après »

Tableau 3b : Caractéristiques des 2 populations étudiées

CS : Choc Septique ; IRA : Insuffisance. Respiratoire Aiguë ; PAC = Pneumopathie Aiguë Communautaire ;

	Cohorte « Avant » n = 85	Cohorte « Après » n = 102	p
Données démographiques			
Age moyenne ans (ET)	68,3 (13,4)	67,5 (15,4)	0,68
Sexe H/F	52/33	66/36	0,61
IGS II moyenne points (ET)	61 (16)	56,8 (17,3)	0,08
IMC moyenne kg/m ² (ET)	28,4 (7,4) §	27,4 (6)	0,53
Recrutement			
Chirurgical urgent n (%)	20 (24)	38 (37)	0,06
Médical n (%)	65 (76)	64 (63)	0,06
Antécédents			
BPCO n (%)	26 (31)	34 (33)	0,69
SAOS n (%)	10 (12)	5 (5)	0,08
Insuffisance respiratoire n (%)	11 (13)	16 (16)	0,59
Coronaropathie n (%)	13 (15)	11 (11)	0,36
Insuffisance cardiaque n (%)	15 (18)	24 (24)	0,32
Motif de mise sous VM			
CS extra pulmonaire n (%)	19 (22)	22 (22)	1
IRA/BPCO n (%)	13 (15)	20 (20)	0,56
PAC n (%)	9 (11)	14 (14)	0,65
OAP n (%)	4 (5)	5 (5)	1
Coma n (%)	17 (20)	11 (11)	0,1
IRA post-opératoire n (%)	12 (14)	4 (4)	0,02
Autre n (%)	11 (13)	26 (25)	0,04

§ Données manquantes supérieures à 10%

2.2 – Comparaison des tests de VS avant extubation

Les caractéristiques des tests de VS effectués par les patients de chaque cohorte sont détaillées dans le tableau 3c.

**Tableau 3c : Caractéristiques des tests de VS avant extubation
des patients des 2 cohortes**

	Cohorte « Avant » n = 85	Cohorte « Après » n = 102	p
FR/Vt moyenne /min/L (ET)	66,4 (27,3)	63,6 (35)	0,56
FiO ₂ moyenne % (ET)	36 (7,8)	35,6 (7,8)	0,73
PaO ₂ /FiO ₂ moyenne mmHg (ET)	277 (90)	250 (82)	0,04
pCO ₂ moyenne mmHg (ET)	40,4 (7,3)	40 (8,4)	0,75
HCO ₃ ⁻ moyenne mmol/l (ET)	26,2 (3,9) §	27,1 (5,2)	0,25
pH moyenne (ET)	7,43 (0,05)	7,44 (0,05)	0,12

§ Données manquantes supérieures à 10%

Le test de VS était réalisé plus tôt dans la cohorte « Après » : en moyenne 2,65 jours après l'arrêt des sédations contre 3,96 jours dans la cohorte « avant » (p = 0,004).

3 – Le taux d'échec d'extubation

Le taux d'échec d'extubation était de 31% dans la cohorte « Avant » contre 11% dans la cohorte « Après » (p=0,007).

4 – Critères secondaires de jugement

4.1 – Durée de ventilation mécanique jusqu'au premier épisode d'extubation

La durée moyenne de ventilation mécanique jusqu'au premier épisode d'extubation était de 7,95 jours +/- 5,9 dans la cohorte « Avant » contre 6,13 jours +/- 4,3 (p = 0,02).

La figure 3d représente la proportion cumulée de patients non sevrés de ventilation invasive à la première tentative d'extubation pour chaque cohorte. Les courbes de survie étaient statistiquement différentes (p = 0,01).

4.2 – Durée de ventilation mécanique totale

La durée de ventilation mécanique totale sur l'ensemble du séjour en réanimation était de 14,8 jours +/- 14,3 dans le groupe « avant » contre 12,3 jours +/- 19,9 dans le groupe « après » (p = 0,055). La figure 3e représente la proportion de patients non sevrés de ventilation invasive au cours du temps pour chaque cohorte. Les courbes de survie étaient statistiquement différentes (p = 0,02).

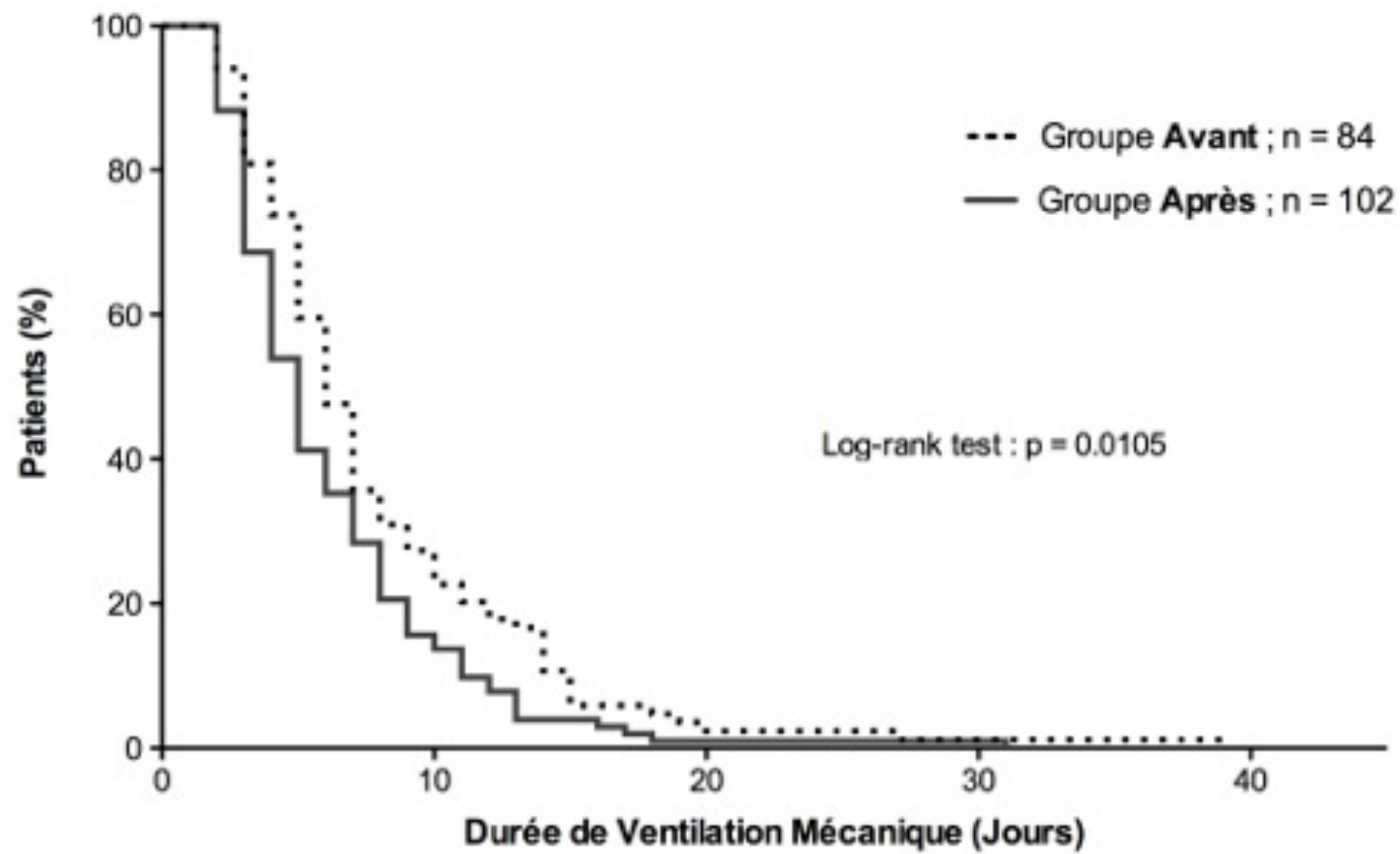


Figure 3d : Représentation de Kaplan-Meier de la durée de ventilation mécanique jusqu'au premier épisode d'extubation

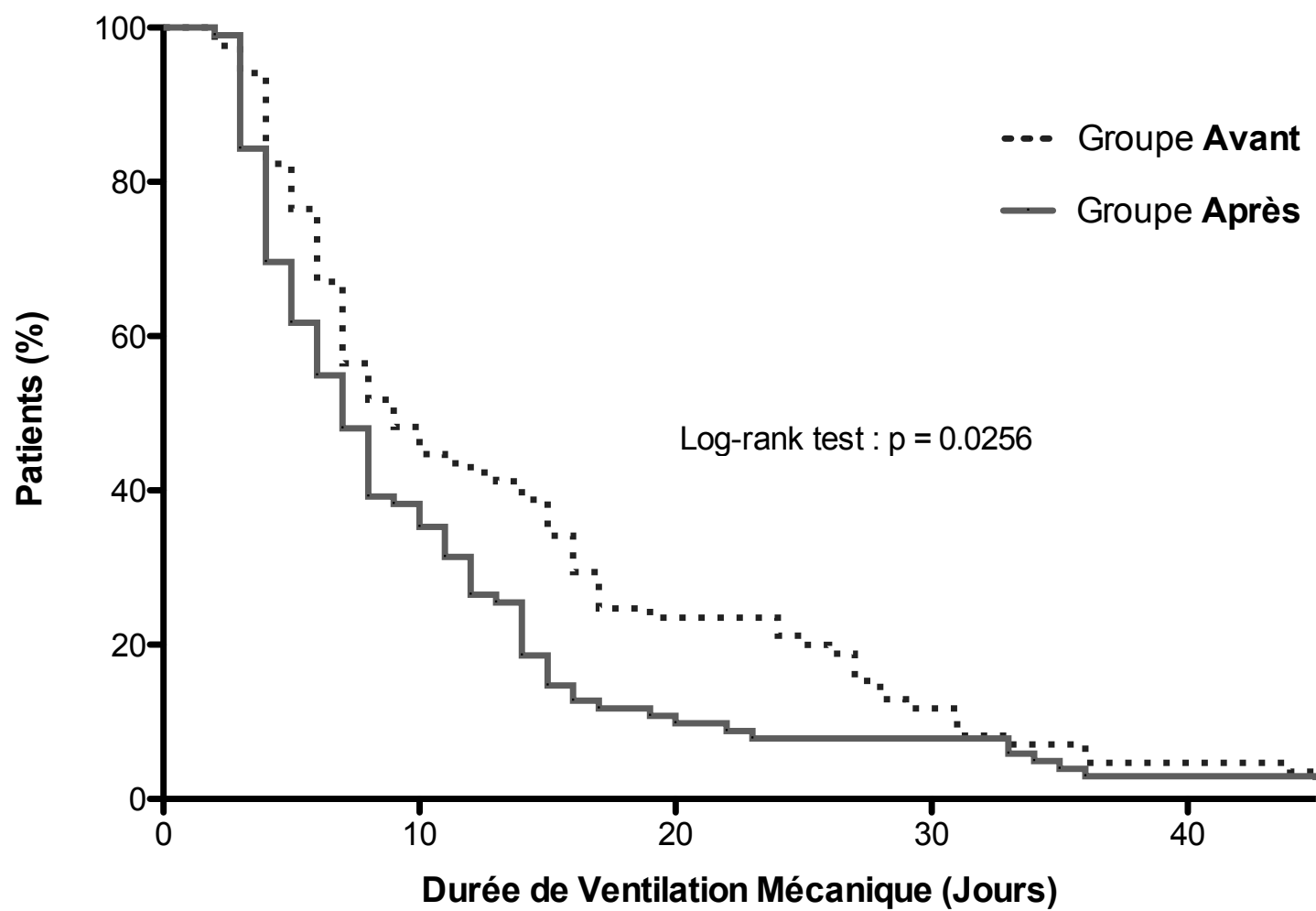


Figure 3e : Représentation de Kaplan-Meier de la durée totale de ventilation mécanique

4.3 – Durée de séjour en réanimation

La durée de séjour moyenne en réanimation était de 20,5 jours +/- 19,1 dans la cohorte « Avant » contre 18,1 jours +/- 22,2 dans la cohorte « Après ». La différence n'était pas statistiquement différente ($p = 0,4$).

4.4 – Mortalité en réanimation

Seize patients (19%) sont décédés au cours de leur séjour en réanimation dans la cohorte « Avant » contre 13 (13%) dans la cohorte « Après ». La différence n'était pas statistiquement significative ($p = 0,26$).

4.5 – Utilisation de la VNI préventive

Dans la cohorte « Avant », 49% des patients ont bénéficié de VNI préventive post-extubation contre 61% dans la cohorte « Après ».

4.5.1 – Echec d'extubation et VNI préventive

Le tableau 3f rapporte le taux d'échec d'extubation selon la cohorte et l'utilisation ou non de VNI préventive.

Tableau 3f : Taux d'échec d'extubation suivant la présence ou non de VNI préventive pour chaque cohorte		
VNI + : patient ayant reçu une VNI préventive ; VNI - : patient n'ayant pas reçu de VNI préventive		
	Cohorte « Avant »	Cohorte « Après »
VNI -	23%	7,5%
VNI +	38%	13%

4.5.2 – Caractéristiques des patients bénéficiant de VNI préventive

Les caractéristiques des patients de chaque cohorte ayant bénéficié de VNI sont résumées dans le tableau 3g.

Tableau 3g : Caractéristiques des patients bénéficiant de VNI

IRA : Insuffisance Respiratoire Aiguë ; IRC : Insuffisant Respiratoire Chronique ; PAC : Pneumopathie Aiguë Communautaire ; pCO₂ : capnie au moment de l'extubation

		« Avant »	« Après »
Terrain	Insuffisance Cardiaque n (%)	10 (67)	17 (71)
	Coronaropathie n (%)	9 (69)	11 (100)
	IRC n (%)	7 (63)	13 (81)
	BPCO n (%)	18 (69)	27 (79)
	SAOS n (%)	8 (80)	5 (100)
	Post-opératoire n (%)	7 (35)	18 (90)
Motif VM	CS extrapulmonaire n (%)	7 (37)	10 (45)
	IRA/BPCO n (%)	8 (62)	18 (90)
	PAC n (%)	5 (56)	10 (71)
	OAP n (%)	2 (50)	3 (60)
	Coma n (%)	8 (47)	4 (36)
	IRA post-opératoire n (%)	7 (58)	2 (50)
	Autre n (%)	5 (45)	15 (58)
pCO₂ > 45 mmHg n (%)		13 (62)	16 (80)

Dans la cohorte « Après », les patients bénéficiant de VNI préventive et ceux n'en bénéficiant pas avaient un devenir résumé dans le [tableau3h](#).

Tableau 3h : Devenir des patients de la cohorte « Après » selon qu'ils ont reçu ou non une VNI post-extubation

VNI + : patient ayant reçu une VNI ; VNI - : patient n'ayant pas reçu une VNI

	VNI -	VNI +
Mortalité n (%)	6 (15)	10 (16)
Durée hospitalisation en réa moyenne en j (ET)	12,6 (12)	21,6 (26,3)
Durée VM 1^{er} épisode moyenne en j (ET)	5,6 (3,6)	6,5 (4,8)
Durée VM totale moyenne en j (ET)	8,3 (9,7)	15 (24)

4.6 – Résultats de l'évaluation de kinésithérapie pré-extubation

4.6.1 – Selon l'échec d'extubation ou non

Le [tableau 3i](#) résume les résultats de l'EKPE pour la cohorte « Après » selon l'échec ou le succès d'extubation.

**Tableau 3i : Evaluation de kinésithérapie pré-extubation dans la cohorte
« Après » selon l'échec d'extubation**

DEPT : Débit Expiratoire de Pointe de Toux ; ET : écart-type

	Echec d'extubation	Succès d'extubation
Fatigue musculaire respiratoire		
Polypnée médiane	0	1
FR/Vt moyenne (ET)	91,7 (48,8)	60,5 (31,9)
Score MRC moyenne (ET)	42,4 (7,7)	44,9 (10,9)
Encombrement des voies aériennes		
Auscultation médiane	1	1
Encombrement bronchique médiane	2	1
Efficacité de la toux		
DEPT moyenne (ET)	36,9 (22,7)	50,6 (55,9)

4.6.2 – Selon la présence ou non de VNI préventive

Le tableau 3j résume les résultats de l'EKPE selon que les patients ont reçu ou non une VNI dans la cohorte « Après ».

**Tableau 3j : Evaluation de kinésithérapie pré-extubation de la cohorte « Après »
suivant la présence ou non de VNI préventive**

VNI + : patient ayant reçu une VNI préventive ; VNI - : patient n'ayant pas reçu de VNI préventive ; DEPT : Débit Expiratoire de Pointe de Toux ; ET : écart-type

	VNI -	VNI +
Fatigue musculaire respiratoire		
Polypnée médiane	1	0
FR/Vt moyenne (ET)	48,8 (25)	73 (37)
Score MRC moyenne (ET)	46,7 (11)	43,2 (10)
Encombrement des voies aériennes		
Auscultation médiane	1	1
Expectoration médiane	2	1
Efficacité de la toux		
DEPT moyenne (ET)	48 (22)	49,8 (67)

Chapitre IV : Discussion

Dans le cadre de la démarche qualité, chaque service est appelé à rationaliser et uniformiser ses pratiques sous la forme de protocoles dont l'efficacité doit être évaluée. Nous avons choisi de nous intéresser à la période du sevrage ventilatoire des patients de réanimation, qui est un sujet d'actualité et à forts enjeux.

L'étude observationnelle « Avant - Après » que nous avons menée, montre que la mise en place d'un protocole de sevrage et d'extubation comprenant une évaluation kinésithérapique pré extubation avait permis de diminuer significativement le taux d'échec d'extubation de 31 à 11% ainsi que les durées de ventilation mécanique dans notre service de réanimation polyvalente. La cohorte « Avant » retrouvait un taux d'échec d'extubation qui peut paraître élevé, mais se situant à la limite supérieure de ceux décrits dans la littérature selon une revue d'études observationnelles et interventionnelles (125) publiée en 2012. En revanche, les patients de la cohorte « Après » connaissaient un taux d'échec d'extubation de 11%, proche du taux considéré comme idéal (124). Compris entre 5 et 10%, ce taux correspondrait selon les auteurs à des pratiques d'extubation optimisées, intervenant ni trop tôt ni trop tard.

Ce progrès important du taux d'échec d'extubation et des durées d'exposition à la ventilation invasive a été constaté après l'observation de périodes suffisamment longues. Il s'agit d'un élément déterminant qui pourrait améliorer significativement le pronostic de nos patients. Il a été obtenu après une intervention correspondant à la mise en place d'un protocole encadrant nos pratiques au cours de la période de sevrage ventilatoire, de l'extubation et de la période post extubation.

1 – « L'effet protocole »

D'une manière générale, l'instauration d'un protocole entraîne des avantages attendus communément résumés sous le terme « effet protocole ». Ils sont liés à l'uniformisation des pratiques au sein d'une équipe. Les buts sont d'optimiser la continuité des soins en

se basant sur des recommandations d'experts et d'apporter plus d'objectivité aux décisions.

Dans le sevrage ventilatoire, les auteurs d'une revue de la Cochrane library recommandaient en 2011 la mise en place d'un protocole après avoir fait le point sur les bénéfices à en attendre. Comme dans notre étude, cela avait permis d'obtenir une diminution de la durée de ventilation invasive et de la durée du sevrage ventilatoire. D'autres auteurs avaient aussi retrouvé une baisse de la durée de séjour en réanimation (126). Ces bénéfices étaient d'autant plus significatifs que le protocole concernait la gestion de la sédation et de la ventilation qui sont intimement liées (34).

Cependant, un des facteurs les plus importants de la réussite du protocole de sevrage est l'adhésion de l'ensemble de ses acteurs, c'est-à-dire des médecins mais surtout de l'ensemble des soignants. Dans notre cas, il s'est appuyé sur l'implication du trinôme réanimateurs, infirmiers et kinésithérapeutes sur lequel repose le sevrage ventilatoire, l'extubation et la prise en charge post extubation (127). L'efficacité de cette stratégie multi disciplinaire (128, 129) reposerait sur l'expertise combinée de tous les intervenants (surveillance, évaluation ...) (130) et sur la possibilité d'adapter en continue les traitements, qu'il s'agisse de sédation ou de support ventilatoire.

Auparavant, la plupart des protocoles était gérée par les médecins eux-mêmes (131). Néanmoins, dans le sevrage ventilatoire, plusieurs études (75, 132) ont montré qu'un système informatisé de sevrage ventilatoire était plus performant que le réanimateur au lit du patient parce qu'il avait une réactivité plus importante pour modifier ses paramètres, soit plusieurs fois par heure. Selon une revue de la littérature de 2014 (133), cette différence de performance n'était pas retrouvée quand les paramètres étaient régulièrement adaptés grâce à un protocole écrit, géré par les soignants au lit du patient. Cela a été confirmé par certains travaux qui montrent aussi d'excellents résultats en terme de sevrage grâce à des protocoles gérés par les infirmiers (129, 134).

En plus de la réalisation des soins courants de kinésithérapie respiratoire et mobilisatrice au cours du sevrage ventilatoire ou de la période post extubation, le rôle du kinésithérapeute pourrait être de participer à l'évaluation du candidat à l'extubation.

Dans notre protocole, il mettait à profit ses compétences cliniques pour mieux apprécier la mécanique ventilatoire et l'état d'encombrement du patient. Cette évaluation de kinésithérapie pré extubation n'a jamais été décrite auparavant. Elle constitue un des éléments essentiels de notre protocole.

L'EKPE présente tout d'abord l'intérêt de s'affranchir du sentiment clinique. Même après un test de VS réussi, tous les patients ne sont pas forcément extubés. En effet, dans cette décision lourde de conséquences, une part de subjectivité peut modifier la conduite à tenir du réanimateur en fonction de son expérience et de son vécu. Lorsque le patient est devenu indépendant du respirateur, l'EKPE permettrait d'objectiver de façon fiable et reproductible la possibilité d'enlever ou non la prothèse endo-trachéale. Dans notre travail, sans pouvoir conclure à une différence entre les deux groupes en l'absence de tests statistiques, les patients en échec d'extubation avaient un débit de pointe de toux était en moyenne de 36,9 contre 50,6 L/min chez les patients extubés avec succès. De même, ils avaient un score MRC moyen à 42,4 contre 44,9 et un RSBI moyen à 91,7 contre 60,5. Ce sont des données fiables, objectives et reproductibles de l'état respiratoire du patient.

De plus, les trois paramètres évalués dans l'EKPE pointent les points à surveiller ou à optimiser en vue de l'extubation du patient ou afin d'éviter son échec. En fonction de son évaluation, le kinésithérapeute modifie la fréquence, les objectifs et les techniques employées pendant les séances pour optimiser les capacités respiratoires et motrices. En outre, il les signale au réanimateur qui pourra lui aussi modifier sa prise en charge. Si le patient n'est pas extubé, ce sont des leviers sur lesquels jouer avant de le proposer à l'extubation alors que l'indépendance du respirateur est acquise (53). S'il est extubé, l'EKPE pourra éventuellement mettre en évidence des paramètres de faiblesse, voire être un argument supplémentaire pour décider ou non d'une VNI préventive. Car même si elle n'est pas encore recommandée d'une manière générale (32), de plus en plus de travaux suggèrent un intérêt de cette technique à condition de cibler la population bénéficiaire.

En effet, en s'appuyant sur une littérature riche et récente, le kinésithérapeute évalue au lit du patient trois paramètres reconnus comme étant des causes habituelles d'échec

d'extubation : l'encombrement bronchique, la fatigue musculaire respiratoire et la capacité de toux.

L'encombrement des voies aériennes est un facteur reconnu d'échec d'extubation (135) car il engendre une augmentation du travail respiratoire, diminue les capacités d'échange à l'étage alvéolaire et est source d'infection. Il est apprécié dans l'EKPE par l'auscultation pendant la séance de kinésithérapie et par une évaluation semi-quantitative des aspirations bronchiques des 24 heures précédant le test (50). Cette façon de quantifier l'encombrement bronchique a été utilisée dans une étude récente de 2014 (44). Les patients réintubés avaient 8,4 aspirations journalières contre 6,6 chez les non réintubés avec une différence significative. D'autres travaux ont utilisé le volume aspiré journalier (136) ou encore la distance sur laquelle s'étalent les sécrétions dans la sonde d'aspiration. Nous avons choisi le nombre d'aspirations pour son caractère simple afin d'assurer l'adhésion des soignants au protocole.

La fatigue musculaire respiratoire est mesurée par la fréquence respiratoire et le RSBI (97). En effet, la polypnée est le premier mécanisme mis en jeu lors d'une dysfonction respiratoire. L'augmentation du RSBI témoigne d'une ventilation à haute fréquence et petits volumes. Il a été mesuré au respirateur car sa valeur n'est pas différente de celle mesurée par un spiromètre (137).

De plus, le score MRC permet une estimation de la force musculaire diaphragmatique grâce à sa corrélation avec la force musculaire périphérique testée chez 116 patients en cours de sevrage respiratoire (135). Cette mesure est facilement accessible et mesurable.

La force de toux détermine la capacité du malade à se désencombrer seul (136, 138). Elle est appréciée par la mesure du débit expiratoire de pointe de toux (DEPT). En dessous d'un certain seuil, le risque d'échec d'extubation est beaucoup plus important. La valeur choisie dans cette évaluation s'inspire de l'étude de Beuret en 2009 où la population testée correspondait à celle habituellement rencontrée dans notre service (138) : chez 130 patients de réanimation, un DEPT inférieur à 35 L/min était associé à un taux d'échec d'extubation de 24 % contre 3,5% lorsqu'il était supérieur à 35 L/min. Cependant, il existe des limites à ce test. Il doit être interprété en fonction du contexte

propre à chaque patient car il existe plusieurs facteurs confondants pouvant faire varier le seuil. Par exemple, en cas d'encombrement supérieur à 2,5 ml/h, Smina a montré que le seuil associé à l'échec d'extubation passait à 60 L/min (136). De plus, l'état cognitif du patient et son niveau d'éveil peuvent modifier la qualité de réalisation du DEPT. En cas de mauvaise compréhension de la technique ou de difficulté à synchroniser la toux avec l'application du peak flow sur la sonde d'intubation, les résultats peuvent être sous estimés et donc difficilement interprétables.

L'EKPE est toutefois assez simple et rapide pour un kinésithérapeute de réanimation. Elle s'intègre parfaitement dans la séance de kinésithérapie quotidienne du patient. Elle est faite au lit du patient et nécessite peu de matériel. De plus, elle est sûre car elle n'a entraîné aucune complication (130).

Ceci implique cependant que l'EKPE soit être réalisée par un kinésithérapeute compétent et disposant d'un temps d'activité en réanimation suffisant. Comme le stipule le décret n° 2002-466 du 5 avril 2002 du Code de Santé Publique, un kinésithérapeute doit être dédié à la réanimation. Il doit être formé aux techniques de kinésithérapie respiratoire et maîtriser les appareils de ventilation : respirateur de ventilation invasive et non invasive, assistant de toux, dispositifs d'oxygénation divers. Ainsi, par son expérience et son expertise dans la réhabilitation motrice et respiratoire, il participe pleinement à la prise en charge du sevrage ventilatoire au sein du trinôme.

2 – Place la VNI préventive de la détresse respiratoire aiguë post extubation

Les indications de mise en place et les modalités de la VNI préventive post extubation n'étaient pas précisées dans le protocole mis en place dans notre service. Cependant, les résultats montrent que la proportion de patients ayant bénéficié de VNI préventive semblait plus importante dans la cohorte où le taux d'échec d'extubation était le plus faible. Dans notre étude, il est toutefois impossible de dire s'il existe une association significative entre la VNI post extubation et le risque d'échec, car la méthodologie n'avait pas été construite pour répondre à cette question. En effet, la VNI préventive n'était qu'un élément intervenant au sein de notre protocole, dont la prescription était laissée à l'appréciation du réanimateur. De plus, nous avons choisi de ne réaliser aucune analyse

comparative statistique dans ce sous groupe de patients où les effectifs pouvaient être faibles.

Cependant, l'étude de la littérature récente pourrait permettre d'éclairer la discussion concernant la place de la VNI dans les suites d'une extubation en réanimation. Il semble exister une controverse qui a été alimentée par des études relativement anciennes. En effet, pour certains, la VNI préventive concrétise l'impossibilité pour le patient de se désolidariser d'un support ventilatoire. C'est la position des auteurs de la conférence de consensus de 2007 toujours en vigueur, qui qualifient le sevrage de ces patients de « *in progress* » (32). Les détracteurs de la technique s'appuient entre autres sur une étude d'A. Esteban de 2004 (139) qui, même si elle ne concerne pas le sevrage ventilatoire, rapportait une surmortalité pour les patients bénéficiant de VNI curative par rapport à ceux qui étaient immédiatement réintubés pour traiter une détresse respiratoire aiguë post-extubation. En fait, il s'agissait probablement d'un retard à l'intubation de ces patients puisqu'ils étaient réintubés 12h en moyenne après le diagnostic d'échec d'extubation contre 2h30 pour le groupe « réintubation ».

A l'inverse, des études récentes montrent que la VNI préventive amène un bénéfice en terme de diminution du taux de réintubation (140, 141) et de diminution de la mortalité en réanimation et hospitalière (141). Elle pourrait même devenir une réelle technique de sevrage ventilatoire à part entière. Une étude de faisabilité de 2012 (142) avait comparé une technique de sevrage classique à une extubation précoce avec sevrage sous VNI chez 20 patients tout venants. Les auteurs ont montré que le groupe interventionnel avait en moyenne 20 jours libres de ventilation invasive à 28 jours contre 10 jours dans le groupe contrôle, sans complication.

En 2014, une revue de la Cochrane Library (120) a analysé les résultats de 16 études où les auteurs concluaient à une diminution de mortalité et de l'incidence de PAVM sans augmentation du taux d'échec d'extubation. Les patients étaient toujours dépendants d'un support ventilatoire mais bénéficiaient de celui qui offre le moins de complications, notamment infectieuses, pour une même efficacité de sevrage. A l'image de ces résultats qui étaient d'autant plus probants dans les sous-groupes de patients hypercapniques ou

BPCO, il semble maintenant claire que la VNI préventive de l'échec d'extubation aurait un intérêt et une indication chez des patients sélectionnés (143-145). Il s'agit :

- des insuffisants cardiaques chroniques
- des patients hypercapniques au moment de l'extubation (146)
- des patients porteurs de terrain complexe et polypathologique
- des patients avec une toux faible et inefficace
- des patients ayant subi un sevrage ventilatoire long avec au moins un échec à un test de VS
- des patients obèses.

A cette liste, on peut ajouter le contexte post-opératoire lourd (51). Sur des études réalisées en post-opératoire immédiat de chirurgie digestive (147, 148), cardiaque (149, 150), thoracique (151, 152) et bariatrique (153, 154), la VNI permettait, selon les critères principaux de jugement utilisés, une diminution de détresse respiratoire aiguë post-extubation ou d'atélectasies radiologiques. Dans ces indications, elle agit en luttant contre le syndrome restrictif et en limitant le retentissement de la dysfonction diaphragmatique (52) afin d'améliorer le recrutement alvéolaire et de diminuer le travail respiratoire.

Dans notre étude, il semble que la VNI ait été utilisée plus fréquemment mais, conformément aux données ci dessus, de manière plus ciblée après la mise en place de notre protocole. En effet, la majorité des patients porteurs de comorbidités respiratoires, cardiaques ou issus d'un contexte post-opératoire bénéficiaient de VNI préventive, ce qui n'était pas le cas dans la cohorte « Avant ». De même, 80% des patients hypercapniques au moment de l'extubation recevaient une VNI préventive dans la cohorte « Après » contre 62% dans la cohorte « Avant ». Concernant le motif de mise sous ventilation mécanique, les patients bénéficiant le plus souvent de VNI préventive dans la cohorte « Après » étaient les décompensations de BPCO (90%) et des pneumopathies aiguës communautaires (71%).

Cette amélioration de la pertinence de la prescription de la VNI préventive pouvait être liée d'une part à l'actualisation des connaissances des praticiens dans ce domaine à l'occasion de la mise en place du protocole, et d'autre part à une meilleure évaluation des patients extubés grâce à l'EKPE. Cette évaluation aurait alors permis de dépister

plus clairement les patients ayant une altération de la mécanique ventilatoire avec une toux insuffisante, pour qui le maintien d'un support ventilatoire non invasif semblait bénéfique. A ce propos, le tableau 3j montre que, même si les patients de la cohorte « après » bénéficiant de VNI préventive avaient un DEPT sensiblement équivalent à ceux n'en bénéficiant pas, leur FR/Vt et leur score MRC semblaient moins bons. De plus, il s'agissait probablement de patients plus graves compte tenu de leur évolution décrite dans les tableaux f et h, avec une proportion d'échec d'extubation, une taux de mortalité, une durée d'hospitalisation en réanimation et des durées de ventilation paraissant plus importantes.

Dans notre étude, la VNI préventive semblait donc avoir été utilisée plus souvent dans la cohorte « après » mais avec des indications plus pertinentes, grâce notamment à l'évaluation de la mécanique ventilatoire par le kinésithérapeute. Il n'est cependant pas possible de dire si la VNI préventive a contribué significativement aux bénéfices observés après la mise en place du protocole de sevrage et d'extubation.

3 – Biais et limites de l'étude

Le premier biais pourrait concerner les populations incluses. Nous avons inclus au total 187 patients, répartis sur 2 cohortes. Il n'existait pas de différence en ce qui concerne les principaux facteurs de risque d'échec d'extubation, tels que la gravité des patients, la présence de terrains cardiaques ou respiratoires ou l'intubation dans les suites d'une chirurgie lourde (140).

Des différences ont toutefois été observées :

- Le motif de mise sous ventilation mécanique différait sur deux points. Il y avait moins d'insuffisance respiratoire aiguë post-opératoire dans le groupe « Après » : 4 % contre 14 % dans le groupe « Avant ». Ceci peut peut-être s'expliquer par une classification plus spécifique dans la cohorte « Après » de l'étiologie de l'insuffisance respiratoire aiguë post-opératoire. Le motif « autre » était plus fréquent dans la cohorte « Après » à 25 % contre 13 % dans la cohorte « Avant ». On y retrouvait principalement des chocs hémorragiques et des arrêts cardio-circulatoires, plus fréquents que précédemment. Pour autant, la proportion de recrutement médical ou chirurgical n'était pas significativement différente entre les deux cohortes.

- La cohorte « Après » comprenait un nombre significativement plus grand de neuromyopathies de réanimation que la cohorte « Avant ». Ceci s'explique par le fait que dans la cohorte « Après », le score MRC était systématiquement calculé. Ainsi, beaucoup ont un score inférieur à 48, seuil diagnostique pour la neuromyopathie de réanimation (NMR), alors qu'elle n'était pas cliniquement suspectée par le praticien en charge du malade. Dans la cohorte « Avant », elle n'était recherchée que sur demande du réanimateur.
- Les patients effectuaient un test de VS dans chaque cohorte. Les caractéristiques respiratoires avant extubation étaient semblables sur la gazométrie artérielle, à l'exception du rapport PaO_2/FiO_2 : les patients de la cohorte « Avant » avaient un rapport supérieur à ceux de la cohorte « Après ». Cependant, dans les deux cas, il restait supérieur à 200 mmHg et n'explique donc pas la différence de résultat. Cependant, aucune de ces différences ne nous ont semblé cliniquement suffisantes pour expliquer à elles seules le bénéfice obtenu sur le taux d'échec d'extubation.

Une autre limite rencontrée dans cette étude concernait son design. Il s'agissait d'une étude de cohorte type « avant-après », comprenant donc une partie rétrospective. Elle impliquait un travail sur dossier papier et informatique. Néanmoins, le biais d'attrition semblait modéré puisqu'on rapportait peu de données manquantes sur les critères étudiés. Dans son principe même, nous ne pouvions affirmer aucun lien de causalité. Elle retrouvait uniquement une association statistique, permettant de proposer ultérieurement un essai prospectif de poids statistique supérieur pour en vérifier le lien de cause à effet. Enfin, nous n'avons pas réalisé d'analyse de sous-groupes pour les éléments concernant la VNI préventive du nombre modeste de patients de chacun.

Il s'agissait de plus d'une étude uni-centrique, réalisée dans un service de réanimation polyvalente de 9 lits. Ainsi, il est impossible d'éliminer un biais de sélection dans les résultats présentés ainsi qu'un « effet centre ». Cependant, on remarque que les deux populations avaient une distribution équivalente en terme d'antécédents majeurs : insuffisance respiratoire, cardiaque, coronaropathie, BPCO, SAOS. Le biais de sélection semblait limité.

Par ailleurs, l'équipe médicale et paramédicale était déjà hautement impliquée dans la pratique de la ventilation invasive ou non invasive. Elle s'intéressait déjà aux problématiques du sevrage ventilatoire : un kinésithérapeute formé en ventilation était dédié à la réanimation, les pratiques antérieures à la mise en place des protocoles et évaluations suivaient les recommandations en vigueur (32) et certains réanimateurs du service avaient complété leur formation par des diplômes universitaires en ventilation mécanique. Mais elle a quand-même permis d'asseoir nos compétences et de remettre en cause nos pratiques. Tel le principe énoncé par Shewhart en 1931 (155), et schématisé par Deming dans les années 1950, ce travail nous a permis d'étudier nos pratiques professionnelles pour en faire progresser la qualité en proposant des modifications dans la gestion de la sédation, de la conduite de l'autonomisation respiratoire et la standardisation du test de VS. Cette évaluation s'inscrit dans la nécessaire démarche qualité mise en œuvre par le Collège Français des Anesthésistes Réanimateurs.

Enfin, ce travail apportait une étude positive supplémentaire pour l'intérêt des protocoles de sevrage et de ventilation, grâce au trinôme réanimateur – kinésithérapeute – infirmier. Il a en outre mis en lumière le travail du kinésithérapeute et la faisabilité d'une évaluation de kinésithérapie pour objectiver les conditions respiratoires du patient et pointer les éléments à surveiller.

Ainsi, il s'agissait d'un travail pilote qui doit faire réaliser une étude prospective de plus grand poids statistique autour de l'instauration du protocole de sédation et de sevrage et de l'évaluation de kinésithérapie pré-extubation pour optimiser l'extubation en réanimation et la mise en place choisie d'une VNI préventive.

Conclusion

L'instauration d'un protocole de sevrage ventilatoire comprenant une évaluation de kinésithérapie pré extubation a permis de diminuer significativement le taux d'échec d'extubation des patients ventilés plus de 48h consécutives dans notre service de réanimation polyvalente.

D'une part, cette amélioration de nos pratiques a été possible grâce à la standardisation combinée de la titration de la sédation par l'infirmier et du sevrage ventilatoire par le réanimateur et le kinésithérapeute. Ce trinôme travaille conjointement dans le cadre d'un protocole de service dès l'instauration de la ventilation invasive jusqu'à la sortie de réanimation.

D'autre part, l'évaluation de kinésithérapie pré-extubation nous permet de personnaliser la prise en charge péri-extubation en réalisant une analyse de la mécanique ventilatoire du patient. Elle concourt à la décision ou non d'extubation et fait envisager une prise en charge post-extubation personnalisée.

Ce travail laisse entrevoir deux perspectives de travail. La prédiction de l'échec d'extubation par l'EKPE pourrait être affinée grâce à la pondération de chaque critère permettant, au terme de l'évaluation, de décider s'il est raisonnable ou non d'extuber le patient.

L'EKPE pourrait également être un outil de sélection des patients devant bénéficier de VNI préventive de détresse respiratoire aiguë post-extubation en complément du terrain, du motif de recours à la ventilation invasive et de l'anamnèse du sevrage. Si la littérature n'est pas encore unanime, la VNI préventive pourrait être un des moyens de diminution supplémentaire de l'échec d'extubation.

Bibliographie

1. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest*. 1994 Oct;106(4):1188-93.
2. Esteban A, Anzueto A, Alia I, Gordo F, Apezteguia C, Palizas F, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000 May;161(5):1450-8.
3. Surveillance des infections nosocomiales en réanimation adulte, Réseau REA-Raisin.
4. Lone NI, Walsh TS. Prolonged mechanical ventilation in critically ill patients: epidemiology, outcomes and modelling the potential cost consequences of establishing a regional weaning unit. *Crit Care*. 2011;15(2):R102.
5. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alia I, Brochard L, Stewart TE, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA*. 2002 Jan 16;287(3):345-55.
6. Esteban A, Frutos-Vivar F, Muriel A, Ferguson ND, Penuelas O, Abaira V, et al. Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013 Jul 15;188(2):220-30.
7. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998 Feb 5;338(6):347-54.
8. Melsen WG, Rovers MM, Koeman M, Bonten MJ. Estimating the attributable mortality of ventilator-associated pneumonia from randomized prevention studies. *Crit Care Med*. 2011 Dec;39(12):2736-42.
9. Bekaert M, Timsit JF, Vansteelandt S, Depuydt P, Vesin A, Garrouste-Orgeas M, et al. Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: a reappraisal using causal analysis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011 Nov 15;184(10):1133-9.
10. Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Apr 1;165(7):867-903.
11. Safdar N, Dezfulian C, Collard HR, Saint S. Clinical and economic consequences of ventilator-associated pneumonia: a systematic review. *Crit Care Med*. 2005 Oct;33(10):2184-93.
12. American Thoracic S, Infectious Diseases Society of A. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Feb 15;171(4):388-416.
13. Bouadma L, Wolff M, Lucet JC. Ventilator-associated pneumonia and its prevention. *Curr Opin Infect Dis*. 2012 Aug;25(4):395-404.
14. Talmor M, Li P, Barie PS. Acute paranasal sinusitis in critically ill patients: guidelines for prevention, diagnosis, and treatment. *Clin Infect Dis*. 1997 Dec;25(6):1441-6.
15. Macklin C. Transport of air along sheaths of pulmonic blood vessels from alveoli to mediastinum. *Arch Intern Med*. 1939;64:913-26.
16. Tremblay LN, Slutsky AS. Ventilator-induced lung injury: from the bench to the bedside. *Intensive Care Med*. 2006 Jan;32(1):24-33.

17. Tremblay LN, Slutsky AS. Ventilator-induced injury: from barotrauma to biotrauma. *Proc Assoc Am Physicians*. 1998 Nov-Dec;110(6):482-8.
18. Pinhu L, Whitehead T, Evans T, Griffiths M. Ventilator-associated lung injury. *Lancet*. 2003 Jan 25;361(9354):332-40.
19. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med*. 2000 May 4;342(18):1301-8.
20. Le Bourdelles G. Effects of mechanical ventilation on diaphragmatic contractile properties in rats. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149:1539-44.
21. Anzueto A. Effects of prolonged controlled mechanical ventilation on diaphragmatic function in healthy baboons. *Crit Care Med*. 1997;25:1187-90.
22. Powers SK, Shanely RA, Coombes JS, Koesterer TJ, McKenzie M, Van Gammeren D, et al. Mechanical ventilation results in progressive contractile dysfunction in the diaphragm. *J Appl Physiol* (1985). 2002 May;92(5):1851-8.
23. Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet JP, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011 Feb 1;183(3):364-71.
24. Kim WY, Suh HJ, Hong SB, Koh Y, Lim CM. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2011 Dec;39(12):2627-30.
25. Baldwin CE, Paratz JD, Bersten AD. Diaphragm and peripheral muscle thickness on ultrasound: intra-rater reliability and variability of a methodology using non-standard recumbent positions. *Respirology*. 2011 Oct;16(7):1136-43.
26. Dasta JF, McLaughlin TP, Mody SH, Piech CT. Daily cost of an intensive care unit day: the contribution of mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2005 Jun;33(6):1266-71.
27. Wagner DP. Economics of prolonged mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*. 1989 Aug;140(2 Pt 2):S14-8.
28. Eskandar N, Apostolakos MJ. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Clin*. 2007 Apr;23(2):263-74, x.
29. Mancebo J. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 1996 Sep;9(9):1923-31.
30. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, Jr., Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest*. 2001 Dec;120(6 Suppl):375S-95S.
31. Richard C, et al. XXIème conférence de consensus en réanimation et médecine d'urgence. *Réanimation*. 2001;10:699-705.
32. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2007 May;29(5):1033-56.
33. Epstein SK, Nevins ML, Chung J. Effect of unplanned extubation on outcome of mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000 Jun;161(6):1912-6.
34. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JW, Schweickert WD, Pun BT, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2008 Jan 12;371(9607):126-34.
35. Gros A, Le Tulzio Y. Sédation et sevrage de la ventilation mécanique. *Réanimation*. 2010;19:43-9.

36. Sauder P, Andreoletti M, Cambonie G, Capellier G, Feissel M, Gall O, et al. [Sedation and analgesia in intensive care (with the exception of new-born babies). French Society of Anesthesia and Resuscitation. French-speaking Resuscitation Society]. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2008 Jul-Aug;27(7-8):541-51.
37. Riker RR, Shehabi Y, Bokesch PM, Ceraso D, Wisemandle W, Koura F, et al. Dexmedetomidine vs midazolam for sedation of critically ill patients: a randomized trial. *JAMA.* 2009 Feb 4;301(5):489-99.
38. Brook AD, Ahrens TS, Schaiff R, Prentice D, Sherman G, Shannon W, et al. Effect of a nursing-implemented sedation protocol on the duration of mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 1999 Dec;27(12):2609-15.
39. Jubran A, Lawm G, Duffner LA, Collins EG, Lanuza DM, Hoffman LA, et al. Post-traumatic stress disorder after weaning from prolonged mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2010 Dec;36(12):2030-7.
40. Calzia E, Dembinski R. Preserving spontaneous breathing during mechanical ventilatory support: an old yet fascinating story. *Crit Care.* 2013 Nov 19;17(6):1013.
41. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekik N, et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994 Oct;150(4):896-903.
42. Pilcher DV, Bailey MJ, Treacher DF, Hamid S, Williams AJ, Davidson AC. Outcomes, cost and long term survival of patients referred to a regional weaning centre. *Thorax.* 2005 Mar;60(3):187-92.
43. Moschietto S, Doyen D, Grech L, Dellamonica J, Hyvernats H, Bernardin G. Transthoracic Echocardiography with Doppler Tissue Imaging predicts weaning failure from mechanical ventilation: evolution of the left ventricle relaxation rate during a spontaneous breathing trial is the key factor in weaning outcome. *Crit Care.* 2012 May 14;16(3):R81.
44. Miu T, Joffe AM, Yanez ND, Khandelwal N, Dagal AH, Deem S, et al. Predictors of reintubation in critically ill patients. *Respir Care.* 2014 Feb;59(2):178-85.
45. Planin N, Becker P, van Aswegen H. The use of a weaning and extubation protocol to facilitate effective weaning and extubation from mechanical ventilation in patients suffering from traumatic injuries: a non-randomized experimental trial comparing a prospective to retrospective cohort. *Physiother Theory Pract.* 2013 Apr;29(3):211-21.
46. Lazaridis C, DeSantis SM, McLawhorn M, Krishna V. Liberation of neurosurgical patients from mechanical ventilation and tracheostomy in neurocritical care. *J Crit Care.* 2012 Aug;27(4):417 e1-8.
47. Coplin WM, Pierson DJ, Cooley KD, Newell DW, Rubenfeld GD. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standard weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000 May;161(5):1530-6.
48. Mokheles B, Tulaimat A, Gluckman TJ, Wang Y, Evans AT, Corbridge TC. Predicting extubation failure after successful completion of a spontaneous breathing trial. *Respir Care.* 2007 Dec;52(12):1710-7.
49. Namen AM, Ely EW, Tatter SB, Case LD, Lucia MA, Smith A, et al. Predictors of successful extubation in neurosurgical patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001 Mar;163(3 Pt 1):658-64.
50. Salam A, Tilluckdharry L, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. *Intensive Care Med.* 2004 Jul;30(7):1334-9.
51. Jaber S, Michelet P, Chanques G. Role of non-invasive ventilation (NIV) in the perioperative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2010 Jun;24(2):253-65.

52. Chiumello D, Chevillard G, Gregoretti C. Non-invasive ventilation in postoperative patients: a systematic review. *Intensive Care Med.* 2011 Jun;37(6):918-29.
53. Sellares J, Ferrer M, Torres A. Predictors of weaning after acute respiratory failure. *Minerva Anesthesiol.* 2012 Sep;78(9):1046-53.
54. Tonnelier A, Tonnelier JM, Nowak E, Gut-Gobert C, Prat G, Renault A, et al. Clinical relevance of classification according to weaning difficulty. *Respir Care.* 2011 May;56(5):583-90.
55. Funk GC, Anders S, Breyer MK, Burghuber OC, Edelmann G, Heindl W, et al. Incidence and outcome of weaning from mechanical ventilation according to new categories. *Eur Respir J.* 2010 Jan;35(1):88-94.
56. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest.* 1997 Jul;112(1):186-92.
57. Ambrosino N. Weaning and respiratory muscle dysfunction: the egg-chicken dilemma. *Chest.* 2005 Aug;128(2):481-3.
58. Caille V, Amiel JB, Charron C, Belliard G, Vieillard-Baron A, Vignon P. Echocardiography: a help in the weaning process. *Crit Care.* 2010;14(3):R120.
59. Jaffar Khan TBH, Mark M. Rich. Mechanisms of neuromuscular dysfunction in critical illness. *Crit Care Clin.* 2008;24(1):165-x.
60. Agustí AG, Torres A, Estopa R, Agustívidal A. Hypophosphatemia as a cause of failed weaning: the importance of metabolic factors. *Crit Care Med.* 1984 Feb;12(2):142-3.
61. Saugel B, Rakette P, Hapfelmeier A, Schultheiss C, Phillip V, Thies P, et al. Prediction of extubation failure in medical intensive care unit patients. *J Crit Care.* 2012 Dec;27(6):571-7.
62. Lefrant JY, Cano NJ, Ichai C, Preiser JC, Tamion F. Nutrition artificielle en réanimation. *Ann Fr Anesth Reanim.* [Recommandations formalisées d'experts]. 2014;33:202-18.
63. Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A, Epstein SK, Arabi Y, Apezteguia C, et al. Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial. *Chest.* 2006 Dec;130(6):1664-71.
64. Martini RP, Deem S, Brown M, Souter MJ, Yanez ND, Daniel S, et al. The association between fluid balance and outcomes after subarachnoid hemorrhage. *Neurocrit Care.* 2012 Oct;17(2):191-8.
65. Epstein CD, Peerless JR. Weaning readiness and fluid balance in older critically ill surgical patients. *Am J Crit Care.* 2006 Jan;15(1):54-64.
66. Heunks LM, van der Hoeven JG. Clinical review: the ABC of weaning failure--a structured approach. *Crit Care.* 2010;14(6):245.
67. Thille WL, Richard JC, Brochard L. Evolution des ventilateurs de réanimation. *Réanimation.* 2007;17:12-20.
68. Putensen C, Mutz NJ, Putensen-Himmer G, Zinserling J. Spontaneous breathing during ventilatory support improves ventilation-perfusion distributions in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999 Apr;159(4 Pt 1):1241-8.
69. Putensen C, Zech S, Wrigge H, Zinserling J, Stuber F, Von Spiegel T, et al. Long-term effects of spontaneous breathing during ventilatory support in patients with acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001 Jul 1;164(1):43-9.
70. Thille AW, Rodriguez P, Cabello B, Lellouche F, Brochard L. Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2006 Oct;32(10):1515-22.

71. Roze H, Lafrikh A, Perrier V, Germain A, Dewitte A, Gomez F, et al. Daily titration of neurally adjusted ventilatory assist using the diaphragm electrical activity. *Intensive Care Med.* 2011 Jul;37(7):1087-94.
72. Piquilloud L, Vignaux L, Bialais E, Roeseler J, Sottiaux T, Laterre PF, et al. Neurally adjusted ventilatory assist improves patient-ventilator interaction. *Intensive Care Med.* 2011 Feb;37(2):263-71.
73. Piastra M, De Luca D, Costa R, Pizza A, De Sanctis R, Marzano L, et al. Neurally adjusted ventilatory assist vs pressure support ventilation in infants recovering from severe acute respiratory distress syndrome: nested study. *J Crit Care.* 2014 Apr;29(2):312 e1-5.
74. Morato JB, Sakuma MTA, Ferreira JC, Caruso P. Comparison of 3 modes of automated weaning from mechanical ventilation: A bench study. *Journal of Critical Care.* 2012;27(6):741.e1-e8.
75. Clavieras N, Wysocki M, Coisel Y, Galia F, Conseil M, Chanques G, et al. Prospective randomized crossover study of a new closed-loop control system versus pressure support during weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology.* 2013 Sep;119(3):631-41.
76. Hess D. Ventilator modes used in weaning. *Chest.* 2001 Dec;120(6 Suppl):474S-6S.
77. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernandez R, Solsona JF, Vallverdu I, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997 Aug;156(2 Pt 1):459-65.
78. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998 Dec;158(6):1855-62.
79. Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology.* 1991 Nov;75(5):739-45.
80. Straus C, Louis B, Isabey D, Lemaire F, Harf A, Brochard L. Contribution of the endotracheal tube and the upper airway to breathing workload. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998 Jan;157(1):23-30.
81. Cabello B, Thille AW, Roche-Campo F, Brochard L, Gomez FJ, Mancebo J. Physiological comparison of three spontaneous breathing trials in difficult-to-wean patients. *Intensive Care Med.* 2010 Jul;36(7):1171-9.
82. Nathan SD, Ishaaya AM, Koerner SK, Belman MJ. Prediction of minimal pressure support during weaning from mechanical ventilation. *Chest.* 1993 Apr;103(4):1215-9.
83. Cohen J, Shapiro M, Grozovski E, Fox B, Lev S, Singer P. Prediction of extubation outcome: a randomised, controlled trial with automatic tube compensation vs. pressure support ventilation. *Crit Care.* 2009;13(1):R21.
84. Bien MY, Shui Lin Y, Shih CH, Yang YL, Lin HW, Bai KJ, et al. Comparisons of predictive performance of breathing pattern variability measured during T-piece, automatic tube compensation, and pressure support ventilation for weaning intensive care unit patients from mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2011 Oct;39(10):2253-62.
85. Bien MY, Hseu SS, Yien HW, Kuo BI, Lin YT, Wang JH, et al. Breathing pattern variability: a weaning predictor in postoperative patients recovering from systemic inflammatory response syndrome. *Intensive Care Med.* 2004 Feb;30(2):241-7.

86. Hess DR. Ventilator modes: where have we come from and where are we going? *Chest*. 2010 Jun;137(6):1256-8.
87. Kang-Cheng Su C-CT, Kun-Ta Chou, Chong-Chen Lu, Yung-Yang Liu, Chun-Sheng Chen, Yu-Chung Wu, Yu-Chin Lee, Diahn-Warng Perng. Spontaneous breathing trial needs to be prolonged in critically ill and older patients requiring mechanical ventilation. *Journal of Critical Care*. 2012;27(3):324.e1-e7.
88. Perren A, Domenighetti G, Mauri S, Genini F, Vizzardì N. Protocol-directed weaning from mechanical ventilation: clinical outcome in patients randomized for a 30-min or 120-min trial with pressure support ventilation. *Intensive Care Med*. 2002 Aug;28(8):1058-63.
89. Esteban A, Alia I, Tobin MJ, Gil A, Gordo F, Vallverdu I, et al. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999 Feb;159(2):512-8.
90. Lemaire F, Teboul JL, Cinotti L, Giotto G, Abrouk F, Steg G, et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology*. 1988 Aug;69(2):171-9.
91. Sellares J, Loureiro H, Ferrer M, Amaro R, Farre R, Torres A. The effect of spontaneous breathing on systemic interleukin-6 during ventilator weaning. *Eur Respir J*. 2012 Mar;39(3):654-60.
92. Sahn SA, Lakshminarayan S. Bedside criteria for discontinuation of mechanical ventilation. *Chest*. 1973 Jun;63(6):1002-5.
93. Blackwood B, Alderdice F, Burns K, Cardwell C, Lavery G, O'Halloran P. Use of weaning protocols for reducing duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2011;342:c7237.
94. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med*. 1996 Dec 19;335(25):1864-9.
95. Burns SM, Fisher C, Tribble SE, Lewis R, Merrel P, Conaway MR, et al. The relationship of 26 clinical factors to weaning outcome. *Am J Crit Care*. 2012 Jan;21(1):52-8; quiz 9.
96. MacIntyre N. Discontinuing mechanical ventilatory support. *Chest*. 2007 Sep;132(3):1049-56.
97. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med*. 1991 May 23;324(21):1445-50.
98. Tobin MJ, Jubran A. Meta-analysis under the spotlight: focused on a meta-analysis of ventilator weaning. *Crit Care Med*. 2008 Jan;36(1):1-7.
99. Capdevila XJ, Perrigault PF, Perey PJ, Roustan JP, d'Athis F. Occlusion pressure and its ratio to maximum inspiratory pressure are useful predictors for successful extubation following T-piece weaning trial. *Chest*. 1995 Aug;108(2):482-9.
100. Segal LN, Oei E, Oppenheimer BW, Goldring RM, Bustami RT, Ruggiero S, et al. Evolution of pattern of breathing during a spontaneous breathing trial predicts successful extubation. *Intensive Care Med*. 2010 Mar;36(3):487-95.
101. Conti G, Montini L, Pennisi MA, Cavaliere F, Arcangeli A, Bocci MG, et al. A prospective, blinded evaluation of indexes proposed to predict weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2004 May;30(5):830-6.
102. Lee KH, Hui KP, Chan TB, Tan WC, Lim TK. Rapid shallow breathing (frequency-tidal volume ratio) did not predict extubation outcome. *Chest*. 1994 Feb;105(2):540-3.

103. Whitelaw WA, Derenne JP. Airway occlusion pressure. *J Appl Physiol* (1985). 1993 Apr;74(4):1475-83.
104. Nemer SN, Barbas CS, Caldeira JB, Carias TC, Santos RG, Almeida LC, et al. A new integrative weaning index of discontinuation from mechanical ventilation. *Crit Care*. 2009;13(5):R152.
105. Delisle S, Francoeur M, Albert M, Ouellet P, Bellemare P, Arsenault P. Preliminary evaluation of a new index to predict the outcome of a spontaneous breathing trial. *Respir Care*. 2011 Oct;56(10):1500-5.
106. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Rouby JJ. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011 Feb 1;183(3):341-7.
107. Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin JM, Lu Q, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med*. 2012 Jul;40(7):2064-72.
108. Reissig A, Copetti R, Kroegel C. Current role of emergency ultrasound of the chest. *Crit Care Med*. 2011 Apr;39(4):839-45.
109. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Med*. 2013 May;39(5):801-10.
110. Gottesman E, McCool FD. Ultrasound evaluation of the paralyzed diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997 May;155(5):1570-4.
111. Porhomayon J, Papadakos P, Nader ND. Failed weaning from mechanical ventilation and cardiac dysfunction. *Crit Care Res Pract*. 2012;2012:173527.
112. Chien JY, Lin MS, Huang YC, Chien YF, Yu CJ, Yang PC. Changes in B-type natriuretic peptide improve weaning outcome predicted by spontaneous breathing trial. *Crit Care Med*. 2008 May;36(5):1421-6.
113. Mekontso-Dessap A, de Prost N, Girou E, Braconnier F, Lemaire F, Brun-Buisson C, et al. B-type natriuretic peptide and weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2006 Oct;32(10):1529-36.
114. Dres M, Schmidt M, Ferre A, Mayaux J, Similowski T, Demoule A. Diaphragm electromyographic activity as a predictor of weaning failure. *Intensive Care Med*. 2012 Dec;38(12):2017-25.
115. Barwing J, Pedroni C, Olgemoller U, Quintel M, Moerer O. Electrical activity of the diaphragm (EAdi) as a monitoring parameter in difficult weaning from respirator: a pilot study. *Crit Care*. 2013 Aug 28;17(4):R182.
116. Hurtado FJ, Beron M, Olivera W, Garrido R, Silva J, Caragna E, et al. Gastric intramucosal pH and intraluminal PCO₂ during weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2001 Jan;29(1):70-6.
117. Jubran A, Mathru M, Dries D, Tobin MJ. Continuous recordings of mixed venous oxygen saturation during weaning from mechanical ventilation and the ramifications thereof. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998 Dec;158(6):1763-9.
118. Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatxo M, Vergne C, Souche B, et al. Post-extubation stridor in intensive care unit patients. Risk factors evaluation and importance of the cuff-leak test. *Intensive Care Med*. 2003 Jan;29(1):69-74.
119. Savi A, Teixeira C, Silva JM, Borges LG, Pereira PA, Pinto KB, et al. Weaning predictors do not predict extubation failure in simple-to-wean patients. *J Crit Care*. 2012 Apr;27(2):221 e1-8.

120. Burns KE, Meade MO, Premji A, Adhikari NK. Noninvasive positive-pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;12:CD004127.
121. Goncalves MR, Honrado T, Winck JC, Paiva JA. Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2012;16(2):R48.
122. Winkelman C. Inactivity and inflammation in the critically ill patient. *Crit Care Clin*. 2007 Jan;23(1):21-34.
123. Roeseler J, Sottiaux T, Lemiale V, Lesny M. Prise en charge de la mobilisation précoce en réanimation, chez l'adulte et l'enfant (électrostimulation incluse). *Réanimation*. [RFE]. 2013.
124. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2009 May 30;373(9678):1874-82.
125. Krinsley JS, Reddy PK, Iqbal A. What is the optimal rate of failed extubation? *Crit Care*. 2012;16(1):111.
126. Blackwood B, Alderdice F, Burns KE, Cardwell CR, Lavery G, O'Halloran P. Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010(5):CD006904.
127. Le-Neindre A. Mechanical ventilation weaning in intensive care unit: a trinomial? *Kinesither Rev*. 2013;13(143):22-9.
128. White V, Currey J, Botti M. Multidisciplinary team developed and implemented protocols to assist mechanical ventilation weaning: a systematic review of literature. *Worldviews Evid Based Nurs*. 2011 Mar;8(1):51-9.
129. Gupta P, Giehler K, Walters RW, Meyerink K, Modrykamien AM. The Effect of a Mechanical Ventilation Discontinuation Protocol in Patients with Simple and Difficult Weaning: Impact on Clinical Outcomes. *Respir Care*. 2013 Jul 23.
130. Carenco L, Tran-Van D. Étude de faisabilité d'un score kinésithérapique pré-extubation. *Kinesither Rev*. 2014;14(155):70-76.
131. Marelich GP, Murin S, Battistella F, Inciardi J, Vierra T, Roby M. Protocol weaning of mechanical ventilation in medical and surgical patients by respiratory care practitioners and nurses: effect on weaning time and incidence of ventilator-associated pneumonia. *Chest*. 2000 Aug;118(2):459-67.
132. Burns K, Lellouche F, Nissenbaum R, Lessard M, Friedrich JO. SmartCare™ versus non-automated weaning strategies for weaning time in invasively ventilated critically ill adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010(8).
133. Burns KE, Lellouche F, Lessard MR, Friedrich JO. Automated weaning and spontaneous breathing trial systems versus non-automated weaning strategies for discontinuation time in invasively ventilated postoperative adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2:CD008639.
134. Danckers M, Grosu H, Jean R, Cruz RB, Fidellaga A, Han Q, et al. Nurse-driven, protocol-directed weaning from mechanical ventilation improves clinical outcomes and is well accepted by intensive care unit physicians. *J Crit Care*. 2013 Aug;28(4):433-41.
135. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand MC, Malissin I, Rodrigues P, Cerf C, et al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med*. 2007 Sep;35(9):2007-15.

136. Smina M, Salam A, Khamiees M, Gada P, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Cough peak flows and extubation outcomes. *Chest*. 2003 Jul;124(1):262-8.
137. Kapil N PM, Kalpesh Q, Ganatra MD. Variation in the rapid shallow breathing index associated with common measurement techniques and conditions. *Respir Care*. 2009;54(11):1462-6.
138. Beuret P, Roux C, Auclair A, Nourdine K, Kaaki M, Carton MJ. Interest of an objective evaluation of cough during weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2009 Jun;35(6):1090-3.
139. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguia C, Gonzalez M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med*. 2004 Jun 10;350(24):2452-60.
140. Nava S, Gregoret C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*. 2005 Nov;33(11):2465-70.
141. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006 Jan 15;173(2):164-70.
142. Vaschetto R, Turucz E, Dellapiazza F, Guido S, Colombo D, Cammarota G, et al. Noninvasive ventilation after early extubation in patients recovering from hypoxemic acute respiratory failure: a single-centre feasibility study. *Intensive Care Med*. 2012 Oct;38(10):1599-606.
143. Ferreyra G, Fanelli V, Del Sorbo L, Ranieri VM. Are guidelines for non-invasive ventilation during weaning still valid? *Minerva Anestesiol*. 2011 Sep;77(9):921-6.
144. Jiang JS, Kao SJ, Wang SN. Effect of early application of biphasic positive airway pressure on the outcome of extubation in ventilator weaning. *Respirology*. 1999 Jun;4(2):161-5.
145. Keenan SP, Powers C, McCormack DG, Block G. Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2002 Jun 26;287(24):3238-44.
146. Hilbert G, Gruson D, Portel L, Gbikpi-Benissan G, Cardinaud JP. Noninvasive pressure support ventilation in COPD patients with postextubation hypercapnic respiratory insufficiency. *Eur Respir J*. 1998 Jun;11(6):1349-53.
147. Bohner H, Kindgen-Milles D, Grust A, Buhl R, Lillotte WC, Muller BT. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure after major vascular surgery: results of a prospective randomized trial. *Langenbecks Arch Surg*. 2002 Apr;387(1):21-6.
148. Squadrone V, Cocha M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2005 Feb 2;293(5):589-95.
149. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2000 Jan;44(1):75-81.
150. Zarbock A, Mueller E, Netzer S, Gabriel A, Feindt P, Kindgen-Milles D. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure following cardiac surgery protects from postoperative pulmonary complications: a prospective, randomized, controlled trial in 500 patients. *Chest*. 2009 May;135(5):1252-9.
151. Aguilo R, Togores B, Pons S, Rubi M, Barbe F, Agusti AG. Noninvasive ventilatory support after lung resectional surgery. *Chest*. 1997 Jul;112(1):117-21.

152. Perrin C, Jullien V, Venissac N, Berthier F, Padovani B, Guillot F. Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery. *Respir Med*. 2007 Jul;101(7):1572-8.
153. Neligan PJ, Malhotra G, Fraser M, Williams N, Greenblatt EP, Cereda M. Continuous positive airway pressure via the Boussignac system immediately after extubation improves lung function in morbidly obese patients with obstructive sleep apnea undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesthesiology*. 2009 Apr;110(4):878-84.
154. Gaszynski T, Tokarz A, Piotrowski D, Machala W. Boussignac CPAP in the postoperative period in morbidly obese patients. *Obes Surg*. 2007 Apr;17(4):452-6.
155. Shewhart W. Economic Control of Quality of Manufactured Products. Van Nostrand ed. New York 1931.

Annexes

Annexe 2a : Critères *STROBE* Statement

STROBE Statement—Checklist of items that should be included in reports of cohort studies

	Item	No Recommendations
Title and abstract		
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract (b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found
Introduction		
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses
Methods		
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection
Participants	6	(a) Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up (b) For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable
Data sources/measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias
Study size	10	Explain how the study size was arrived at
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding (b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions (c) Explain how missing data were addressed (d) If applicable, explain how loss to follow-up was addressed (e) Describe any sensitivity analyses
Résultats		
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility,

		confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed (b) Give reasons for non-participation at each stage (c) Consider use of a flow diagram
Descriptive Data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders (b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest (c) Summarise follow-up time (eg, average and total amount)
Outcome data	15*	Report numbers of outcome events or summary measures over time
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included (b) Report category boundaries when continuous variables were categorized (c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses
Discussion		
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results
Other information		
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based

*Give information separately for exposed and unexposed groups.

Note: An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at <http://www.strobe-statement.org>.

Annexe 2b : Avis favorable du comité d'éthique local de l'HIA R. PICQUE



Bordeaux, le 29 novembre 2012
N° 4456 /HIARP/MC


Service
de Santé
des Armées
HOPITAL D'INSTRUCTION
DES ARMÉES ROBERT PICQUE

MEDECIN CHEF

Médecin général P. BARBREL
Médecin-chef de l'H.I.A. « Robert PICQUE »

à

Destinataires « *in fine* »

Objet : Compte rendu de la réunion du Comité d'Éthique et des Expérimentations cliniques de l'HIA « Robert PICQUE ».

P. jointe : Descriptif des expérimentations cliniques proposées au comité.

Le Comité d'Éthique et des Expérimentations Cliniques de l'HIA « Robert PICQUE » s'est réuni le lundi 26 novembre 2012 à 16 h 00 en salle d'Honneur et Traditions.

Trois projets de recherche clinique ont été présentés au comité :

- 1) Intérêt de la mise en place du protocole d'extubation incluant un score de kinésithérapie dans la décision d'extubation en réanimation par un interne des hôpitaux des armées MAZOCKY Elodie.
- 2) Intérêt du score de kinésithérapie pour prédire l'échec d'extubation en réanimation par le Médecin en chef TRAN VAN David (étude multicentrique avec d'autres HIA : BREST et Val de Grâce).
- 3) Etude PSOBIO – Psoriasis : évaluation de la tolérance et efficacité des biothérapies dans une cohorte française multicentrique présentée par le MC SCHMOOR (étude multicentrique sur 5 ans concernant la comparaison des traitements systémiques traditionnels et par biothérapie).

L'ensemble de ces projets de recherche ont été validés par le comité d'éthique et des expérimentations cliniques.

L'ensemble du dossier sera transmis à la Direction Centrale via le Médecin-chef adjoint.

Annexe 2c : Avis favorable du Comité de Protection des Personnes SOOM III

COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES SUD-OUEST ET OUTRE MER III

Président : Professeur Emmanuel CUNY

**DOSSIER ENREGISTRÉ CPP N° : 2013/11
Numéro d'enregistrement : 2013-A00150-45**

DESTINATAIRE : Madame Elodie MAZOCKY
78 rue Camena d'Almeida
33000 Bordeaux

Vos réf. :

Bordeaux, le 7 mars 2013.

PROMOTEUR : Hôpital d'Instruction des Armées
Robert Picqué
Service de réanimation
351 route de Toulouse
33170 Villenave d'Ornon

PERSONNE QUI DIRIGE ET SURVEILLE LA RECHERCHE :
Docteur David TRAN VAN
Hôpital d'Instruction des Armées
Robert Picqué
Fédération Anesthésie Réanimation Urgence Chirurgie Ambulatoire
351 route de Toulouse
33170 Villenave d'Ornon

En date du **27 FEVRIER 2013**, conformément aux dispositions du Code de la Santé Publique, le Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-mer III a examiné le protocole de recherche visant à évaluer les soins courants mentionnée au 2° de l'article L. 1121-1 du code de la santé publique intitulé :

"INTERET DE LA MISE EN PLACE D'UN PROTOCOLE DE SEVRAGE INCLUANT UN SCORE DE KINESITHERAPIE DANS LA DECISION D'EXTUBATION EN REANIMATION."

Le comité à l'unanimité des membres votants émet un

AVIS FAVORABLE

Remarques :

- 1° - Dans la note d'information, remplacer les termes ~~représentant légal~~ par **personne de confiance**.
- 2° - Sur l'ensemble des documents, harmoniser le titre de l'étude.

Le Président du Comité



Professeur Emmanuel CUNY.

Service de Pharmacologie clinique – Groupe Hospitalier Pellegrin – Bât. 1A
Place Amélie Raba Léon – 33076 BORDEAUX CEDEX
TÉL/FAX : 33-(0)5.57.81.76.07 – E-mail : cpp.soom3@u-bordeaux2.fr
Site Internet : www.cpp-soom3.u-bordeaux2.fr

1/2

Annexe 2d : Document d'information remis à la personne de confiance

**PROTOCOLE D'EXTUBATION INCLUANT UNE EVALUATION DE
KINESITHERAPIE PRE EXTUBATION**

NOTE D'INFORMATION DESTINEE AUX PERSONNES HABILITEES A PRENDRE
DES DECISIONS (Représentant légal) CONCERNANT UN PATIENT DANS
L'INCAPACITE DE LIRE LA NOTE D'INFORMATION

Madame, Monsieur,

Le patient dont vous êtes le représentant légal est actuellement hospitalisé en service de réanimation et son état de santé nécessite une ventilation artificielle avec une sonde d'intubation trachéale. Après amélioration de la situation médicale, le médecin va décider l'arrêt de la ventilation artificielle avec retrait de la sonde d'intubation (extubation). C'est à ce titre qu'il vous a proposé la participation de votre proche à l'étude observationnelle :

« Intérêt de la mise en place d'un protocole d'extubation incluant un score de kinésithérapie dans la décision d'extubation en réanimation »

Cette étude menée sur une période de 6 mois a pour but d'évaluer la valeur ajoutée d'un protocole d'extubation incluant un score de kinésithérapie pour diminuer le risque d'échec d'extubation (ré-intubation nécessaire dans les 48 heures) qui est habituellement compris entre 20 et 30% des cas.

Cette étude n'entraînera aucune modification dans la prise en charge habituelle de votre proche par son médecin. Elle n'occasionnera aucun risque ou inconfort supplémentaire.

Le médecin consignera certains renseignements médicaux concernant la situation respiratoire avant et après l'extubation du patient dont vous êtes le représentant légal. Toutes les données de cette étude sont anonymisées, ne seront accessibles qu'aux personnes participant à cette étude et seront soumises au secret professionnel. Seules les données nécessaires à la recherche seront recueillies. Dans tous les cas, ces données seront exploitées dans les conditions garantissant leur confidentialité.

Nous vous rappelons que la participation à cette étude est entièrement volontaire. Vous pouvez refuser que votre proche y participe ou retirer sa participation à n'importe quel moment sans avoir à vous justifier et sans préjudice pour la suite des soins que son médecin continuera à lui apporter.

N'hésitez pas à poser au médecin toutes les questions que vous pourriez avoir à propos de cette étude.

Annexe 2e : Score de Ramsay et BPS

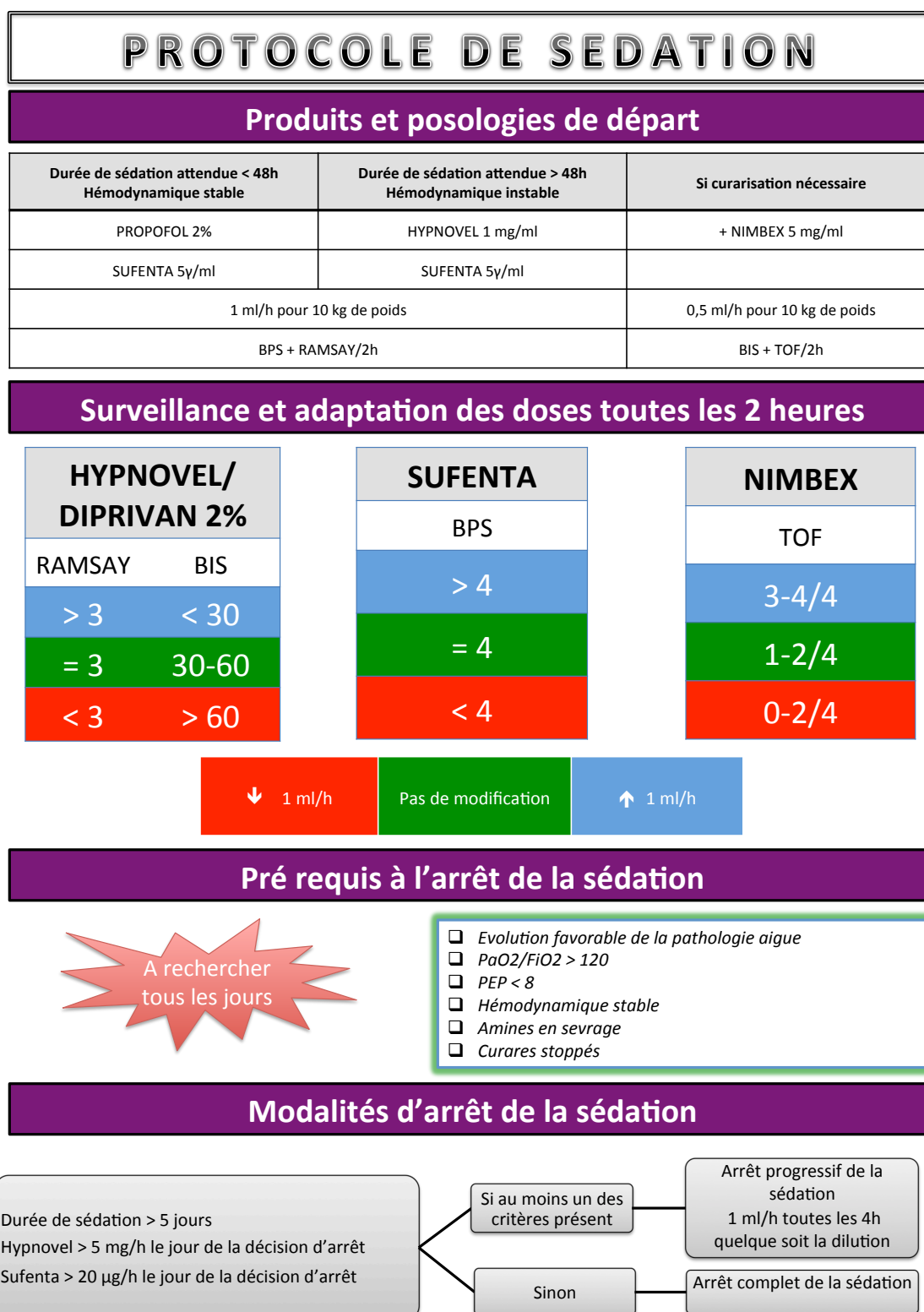
Score de Ramsay

Niveau 1 : malade anxieux et agité
Niveau 2 : malade coopérant, orienté et tranquille
Niveau 3 : réponse seulement à la commande
Niveau 4 : vive réponse à la stimulation de la glabelle
Niveau 5 : faible réponse à la stimulation de la glabelle
Niveau 6 : aucune réponse à la stimulation de la glabelle

BPS : The Behavioral Pain Scale

Item	Description	Scale
Facial Expression		
	Relaxed	1
	Partially tightened (e.g., brow lowering)	2
	Fully tightened (e.g., eyelid closing)	3
	Grimacing	4
Upper limb movements		
	No movement	1
	Partially bent	2
	Fully bent with finger flexion	3
	Permanently retracted	4
Compliance with mechanical ventilation		
	Tolerating movement	1
	Coughing but tolerating ventilation for the most of time	2
	Fighting ventilator	3
	Unable to control ventilation	4

Annexe 2f : Fiche du protocole de sédation affiché dans chaque chambre



Annexe 2g : Score MRC

Fonctions évaluées	Score attribué à chaque groupe musculaire
Antépulsion du bras	0 : absence de contraction visible
Flexion de l'avant-bras	1 : contraction visible sans mouvement du membre
Extension du poignet	2 : mouvement insuffisant pour vaincre la pesanteur
Flexion de cuisse	3 : mouvement permettant de vaincre la pesanteur
Extension de la jambe	4 : mouvement contre pesanteur et résistance
Flexion dorsale du pied	5 : force musculaire normale

Chaque membre est coté de 0 à 15. Le score total va de 0 (tétraplégie complète) à 60 (force musculaire normale).

Annexe 2h : Fiche bilan EKPE

FATIGUE MUSCULAIRE RESPIRATOIRE	ENCOMBREMENT DES VOIES AERIENNES	EFFICACITE TOUX
<u>POLYPNEE</u> 2 ≤16 C/MIN 1 16 à 25 C/MIN 0 25 à35 C/MIN	<u>AUSCULTATION</u> 2 LIBRE 1 BRUITS A L'EFFORT 0 BRUITS AVT ET APRES KR	<u>MESURE DU DEPT</u> DEPT 1 : L/MIN DEPT 2 : L/MIN DEPT 3 : L/MIN
<u>RATIO FR/VT</u> <105 =105 >105	<u>EXPECTORAT BRONCHIQUE</u> 2 0 à 5 FOIS/24 H 1 6 à 12 FOIS/24H 0 ≥12 FOIS/24H	<u>RESULTAT RETENU</u> DEPT : L/MIN
<u>FORCE MUSCULAIRE SCORE MRC</u> ≥48 38 à 48 <38		
	Extubation : O/N Relais VNI : O/N Extubation réussie : O/N	

Serment d'Hippocrate actualisé

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me le demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque. »