

# Rôle du kinésithérapeute dans le succès de l'extubation : une revue de la littérature

## Physiotherapist's Role in Extubation Success: A Literature Review

A. Freynet · G. Gobaille · C. Dewilde · T. Truchi · P. Sarreau · P. Grandet

Reçu le 3 décembre 2014 ; accepté le 12 mai 2015  
© SRLF et Lavoisier SAS 2015

**Résumé** *Contexte* : L'échec d'extubation induit des morbidités et une augmentation de la mortalité. Le kinésithérapeute peut intervenir afin de faciliter le succès de ce geste.

*Matériel et méthode* : Une recherche bibliographique a été réalisée de 2004 à 2014 grâce aux bases de données Medline, PEDro et Cochrane Library.

*Résultats* : Onze revues de littérature, une méta-analyse, six études contrôlées randomisées, dix études prospectives, trois recommandations d'experts ont été analysées. Les techniques validées sont : l'utilisation d'un protocole de sevrage, la réalisation du test de fuite, le traitement et la prévention des atelectasies, la mobilisation précoce et la ventilation non invasive (grade A) ; le désencombrement manuel du patient intubé et ventilé (grade B), le désencombrement manuel du patient extubé (grade B) et l'oxygénation à haut débit (grade B) ; l'évaluation de la force de toux et de l'encombrement (grade C), la mesure du P0,1/PiMax (grade C), le *handgrip strength test* (grade C). Les techniques invalidées sont : le renforcement des muscles inspireurs (grade A), l'évaluation de la déglutition et le désencombrement instrumental (grade C).

*Conclusion* : Le kinésithérapeute peut jouer un rôle essentiel dans l'extubation. Cependant, plusieurs techniques nécessitent une validation scientifique plus importante.

**Mots clés** Extubation · Kinésithérapie · Encombrement · Déglutition · Test de fuite · Postures · Renforcement des muscles inspireurs · Mobilisation · Ventilation non invasive

**Abstract** *Background*: The failure of extubation induced morbidity and increased mortality. The physiotherapist can help to facilitate the success of extubation.

*Materials and methods*: A literature search was conducted from 2004 to 2014 using key databases — Medline, PEDro and Cochrane Library.

*Results*: A total of 11 reviews, 1 meta-analysis, 6 randomized controlled studies, 10 prospective studies, and 3 expert recommendations were analyzed. The following techniques are validated: the use of a weaning protocol, the cuff-leak test, treatment and prevention of atelectasis, early mobilization and non-invasive ventilation (grade A); manual respiratory therapy on ventilated patient (grade B), manual respiratory therapy on extubated patient (grade B) and high frequency flow oxygenation (grade B); evaluation of cough strength and bronchial obstruction (grade C), the measurement of P0.1/PI, max (grade C) and the "handgrip strength test" (grade C). Invalidated techniques are: inspiratory muscle training (grade A); evaluation of swallowing and instrumental respiratory therapy (grade C).

*Conclusion*: The physiotherapist can play a true role in the extubation. However, several techniques require more scientific validation

**Keywords** Airways extubation · Physiotherapy · Bronchial obstruction · Swallowing · Cuff-leak test · Positioning · Inspiratory muscle training · Rehabilitation · Noninvasive ventilation

---

A. Freynet (✉) · G. Gobaille  
Réanimation digestive, maison du Haut-Lévêque,  
CHU de Bordeaux, avenue Magellan,  
F-33604 Pessac, France  
e-mail : lorillard.anne@hotmail.fr

C. Dewilde  
Chirurgie thoracique, maison du Haut-Lévêque,  
CHU de Bordeaux, avenue Magellan,  
F-33604 Pessac, France

T. Truchi · P. Grandet  
Service de kinésithérapie, CHU de Bordeaux,  
maison du Haut-Lévêque, avenue Magellan,  
F-33604 Pessac, France

P. Sarreau  
Réanimation thoracique, maison du Haut-Lévêque,  
CHU de Bordeaux, avenue Magellan,  
F-33604 Pessac, France

## Introduction

L'extubation est définie comme l'ablation de la sonde d'intubation. L'échec d'extubation est déterminé aujourd'hui comme la nécessité de réinstaller un support ventilatoire dans les 48 à 72 heures après l'extubation. Le taux d'échec d'extubation est variable en fonction des populations de patients et induit des morbidités, ainsi qu'une augmentation de la mortalité [1,2]. Actuellement, les facteurs de risque d'échec de l'extubation sont répertoriés et évalués avant de réaliser ce geste. Les principales causes sont : l'obstruction des voies aériennes supérieures, l'encombrement bronchique, la toux altérée, l'altération de l'état de conscience, une dysfonction cardiaque, la présence d'atélectasie et d'hy-poxie, et une dysfonction diaphragmatique [1].

L'extubation fait suite au sevrage ventilatoire, ces deux processus étant cependant intimement liés. Dès que les critères de sevrage sont validés, un test de respiration spontanée est réalisé [1]. Des critères cliniques peuvent alors être évalués, notamment par le kinésithérapeute exerçant en réanimation. Ainsi, ce dernier peut intervenir pour préparer l'extubation et en gérer les suites, en collaboration avec l'équipe soignante. Précédemment, plusieurs articles ont décrit les missions du kinésithérapeute en réanimation [3,4]. Ils traitaient toutes les composantes de la prise en charge, sans cibler spécifiquement la gestion de l'extubation. Aussi, il paraissait intéressant de réaliser une mise au point sur le bénéfice des actions du kinésithérapeute dans la réussite de ce geste.

## Matériel et méthode

Une revue de littérature a été réalisée de 2004 à 2014, grâce aux bases de données Pubmed, PEDro, CINAHL et Cochrane Library. La recherche bibliographique concernait les techniques de kinésithérapie réalisées avant, pendant et après extubation.

Les mots clés concernant les techniques de kinésithérapie (évaluation et interventions) étaient les suivants : *chest physiotherapy, physical therapy, bronchial obstruction, cuff-leak test, cough peak flow (CPF), swallowing, secretion suction, subglottic suction, noninvasive ventilation, positioning, rehabilitation, early mobilisation, inspiratory muscle training, atelectasis, oxygenation, high-flow nasal oxygenation, intermittent positive pressure breathing, intrapulmonary percussive ventilation, pepsystem, incentive spirometry*. Les mots clés concernant l'extubation étaient : *airways extubation, endotracheal tube removal* et *extubation*. L'association de ces mots clés était réalisée grâce à l'opérateur booléen *and*. Les critères de jugement choisis pour la sélection des études étaient : « le taux de réintubation », la durée de ventilation mécanique » et « la durée de sevrage ».

Plusieurs binômes de kinésithérapeutes ont été constitués et ont évalué, en double insu, plusieurs thèmes. Les études retenues étaient des études prospectives, des études contrôlées randomisées et des revues de littérature. Étaient exclus les cas cliniques et les études dont la méthodologie présentait des biais trop importants. De plus, les articles analysés dans une revue de littérature n'étaient pas de nouveau analysés et détaillés. Seules les études plus récentes étaient conservées. Afin d'évaluer la méthodologie des articles, deux grilles d'évaluation issues de la HAS [5] ont permis une analyse des études cliniques (Tableau 1) et des revues de littérature (Tableau 2). Enfin, des recommandations fondées sur la *Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation Tools* (Tableau 3) ont été exprimées pour chaque technique.

## Résultats (Tableaux 4, 5)

Mille quatre cent quatre-vingt-dix-huit références ont été retrouvées. Après élimination des études hors sujet, les doublons sont recherchés et éliminés. Au final, 31 études ont été sélectionnées et analysées. Elles se composent de 11 revues de littérature, une méta-analyse, six études contrôlées randomisées, dix études prospectives et trois recommandations d'experts (Fig. 1).

L'utilisation d'un protocole de sevrage au sein du service de réanimation permet une baisse de la durée de sevrage, de la ventilation mécanique et de l'hospitalisation en réanimation (grade A). La réalisation du test de fuite permet de mettre en évidence les patients à risque de stridor postextubation, sans pour autant contre-indiquer l'extubation (grade A). La littérature décrit l'intérêt significatif de la kinésithérapie respiratoire dans la prévention et le traitement des atélectasies chez le patient intubé et ventilé (grade A). La mobilisation précoce permet une augmentation de la force musculaire, une baisse des deliriums, une baisse de la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital et une baisse de la durée de la ventilation mécanique (grade A). Le sevrage de la ventilation mécanique par ventilation non invasive chez le patient atteint de bronchopneumopathie obstructive réduit significativement le taux de réintubation, par rapport à un sevrage invasif classique (grade A). Pour une extubation planifiée, la ventilation non invasive systématique réduit de façon significative le taux de réintubation, la mortalité et l'hospitalisation aux soins intensifs. Ce résultat est plus important chez les patients à haut risque d'échec d'extubation et chez les patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive (grade A). Le désencombrement manuel chez le patient ventilé a montré une baisse de la durée de ventilation mécanique, sans effet prédictif sur le risque d'échec de l'extubation (grade B). Le désencombrement manuel du patient extubé est recommandé (grade B).

<b>Tableau 1</b> Grille de lecture d'une étude clinique			
<b>Titre et auteur de l'article</b>			
<b>Thème de l'article</b>			
	<b>Totalement</b>	<b>Partiellement</b>	<b>Pas du tout</b>
<b>Les objectifs sont clairement exposés</b>			
<b>Méthodologie</b>			
L'étude est comparative			
L'étude est prospective			
L'étude est randomisée			
Le calcul du nombre de patients a été fait a priori			
La population de l'étude correspond à la population habituellement traitée			
Toutes les variables cliniquement pertinentes sont prises en compte			
L'analyse statistique est adaptée			
L'analyse est faite en intention de traiter			
<b>Les résultats sont cohérents avec l'objectif de l'étude et tiennent compte d'éventuels effets secondaires</b>			
Applicabilité clinique			
La signification clinique est donnée			
Les modalités de traitement sont applicables en routine			
<b>Commentaires</b>			

<b>Tableau 2</b> Grille de lecture d'une revue de littérature			
<b>Titre et auteur de l'article</b>			
<b>Thème de l'article</b>			
	<b>Totalement</b>	<b>Partiellement</b>	<b>Pas du tout</b>
<b>Objectifs de la revue de littérature sont clairement exposés</b>			
<b>Méthodologie</b>			
<i>Procédures de sélection</i>			
L'auteur décrit ses sources de données			
Les critères de sélection des études sont pertinents			
Les critères d'inclusion et d'exclusion des articles sont décrits			
Les études non publiées sont prises en compte			
<i>Méthode d'analyse</i>			
Les modalités et de la lecture critique sont précisées (lecteurs, grille de lecture...)			
L'auteur présente la méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats			
<i>Résultats</i>			
L'auteur décrit les résultats			
L'auteur commente la validité des études choisies			
Ses conclusions s'appuient sur des données fiables dont les sources sont citées			
<i>Applicabilité clinique</i>			
La revue de littérature permet de répondre en pratique à la question posée			
<b>Commentaires</b>			

L'oxygénation nasale à haut débit mise en place après l'extubation baisse significativement la durée de ventilation mécanique (grade B). La force de toux est un critère faiblement prédictif du succès de l'extubation, avec des résultats très différents d'une étude à l'autre (grade C). L'analyse des

études montre que l'encombrement bronchique avant extubation est faiblement prédictif d'un échec de l'extubation (grade C). Cependant, l'association de « la force de toux–sécrétions bronchiques–état neurologique » permet une meilleure prédiction de l'échec d'extubation (grade C).

Tableau 3 Grade de recommandations	
Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature	Grade de recommandations
Niveau 1 Essais comparatifs randomisés de forte puissance Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés Analyse de décision fondée sur des études bien menées	A Preuve scientifique établie
Niveau 2 Essais comparatifs randomisés de faible puissance Études comparatives non randomisées bien menées Études de cohorte	B Présomption scientifique
Niveau 3 Étude cas témoin	C Faible niveau de preuve
Niveau 4 Études comparatives comportant des biais importants Études rétrospectives Séries de cas Études épidémiologiques descriptives (transversales, longitudinales)	

L'évaluation de la pression inspiratoire maximale (PiMax) comme critère prédictif du succès du sevrage décrit une valeur seuil de 20 à 25 cm H<sub>2</sub>O. Une mesure du ratio P0,1/PiMax a aussi été évaluée et analysée comme critère faiblement prédictif du succès du sevrage (grade C). Au niveau musculaire, le *handgrip strength test* a été associé de façon significative à la diminution de la durée de sevrage ventilatoire, sans incidence sur le succès d'extubation (grade C).

Le renforcement des muscles inspireurs a mis en évidence une amélioration significative de leur force. Cependant, aucune étude n'a montré de baisse significative de la durée de ventilation mécanique (grade A). L'évaluation de la déglutition chez le patient intubé et ventilé n'est pas validée par la littérature scientifique pour prédire d'éventuelles dysphagies postextubation. Les tests d'évaluation ne sont pas standardisés (grade C). Le désencombrement instrumental par percussions mécaniques intrathoraciques et vibrations mécaniques externes n'a pas montré de bénéfice significatif dans le succès de l'extubation (grade C).

Une synthèse de ces résultats est proposée dans le Tableau 6.

## Discussion

### Participation au sevrage

En premier lieu, l'utilisation des protocoles de sevrage au sein des services de réanimation permet de baisser de façon significative la durée de ventilation mécanique et du sevrage [6]. Ce résultat est en accord avec les publications précédentes, notamment sur le rôle du kinésithérapeute en réanimation [3].

Récemment, Cottreau et al. [7] ont montré l'intérêt de mesurer la force de fermeture de la main sur la durée de sevrage, en décrivant trois niveaux de force permettant d'anticiper trois durées de sevrage : simple, difficile et prolongé.

La recommandation concernant l'utilisation d'un protocole de sevrage est de grade A. L'évaluation de la force de fermeture de la main peut prédire la durée du sevrage (grade C).

### Désencombrement bronchique

Cinq études ont jugé de l'intérêt de la force de toux dans le succès de l'extubation. Une première étude a évalué le CPF involontaire par instillation de 2 ml de solution saline dans la sonde d'intubation, ainsi que la mesure de la PiMax sur la durée d'hospitalisation en réanimation et sur le risque d'échec d'extubation. La valeur seuil du CPF était de 58,5 l/min. Les résultats montraient que les valeurs de PiMax et de CPF étaient plus basses chez les patients ayant présenté un échec d'extubation que chez ceux ayant réussi l'extubation [8]. De même, une autre étude a mesuré le CPF chez les patients intubés et ventilés ayant réalisé un test de respiration spontanée, avec une valeur seuil retrouvée de 35 l/min pour prédire un échec d'extubation [9]. De plus, Salam et al. [10] ont évalué trois critères d'extubation : l'encombrement bronchique, l'état neurologique et la force de toux. Ils ont retrouvé : une valeur seuil de CPF à 60 l/min, une quantité de sécrétions aspirées supérieure à 2,5 ml/h et une impossibilité de répondre aux ordres simples comme valeurs prédisposant à un échec d'extubation. Il est intéressant de noter que les auteurs identifient un risque majeur si ces trois critères

**Tableau 4** Résultats des études sur la période préextubation

Auteur, date, journal	Type d'étude	Population	Critères de jugement	Résultats
Stiller [4] 2013 Chest	Revue de littérature Niveau 1	55 études cliniques 30 études non cliniques	Kinésithérapie respiratoire Mobilisation précoce Entraînement des muscles inspirateurs	Résultats contradictoires Bénéfice significatif Augmentation de la force musculaire sans bénéfices significatifs sur la durée de sevrage et le taux de réintubation
Blackwood et al. [6] 2011 BMJ	Revue de littérature Méta-analyse	11 études 1 971 patients	Durée de sevrage Durée de ventilation mécanique Durée d'hospitalisation aux SI	Moins longue si protocole de sevrage ( $p = 0,009$ ) Moins longue si protocole ( $p = 0,006$ ) Moins longue si protocole ( $p = 0,02$ )
Cottreau et al. [7] 2015 Respir Care	Étude prospective Niveau 3	64 patients	durée du sevrage Extubation	Significativement plus long pour les patients avec un <i>handgrip strength test</i> bas Prévision possible sevrage difficile ou prolongé pour patient BPCO en fonction de la valeur du <i>handgrip strength test</i> Aucune association retrouvée
Su et al. [8] 2010 Chest	Étude prospective observationnelle Niveau 3	$N = 150$ patients 118 réussites d'extubation 32 échecs d'extubation	CPF PiMax Durée hospitalisation Durée aux SI APACHE II/ CPF	Plus bas dans groupe échec ( $p < 0,001$ ) Plus basse dans le groupe échec ( $p = 0,01$ ) Plus longue dans le groupe échec ( $p < 0,001$ ) Plus longue dans le groupe échec ( $p < 0,001$ ) Si APACHE II haut et CPF bas : risque augmenté d'échec d'extubation
Beuret et al. [9] 2009 Intensive Care Med	Étude prospective observationnelle Niveau 3	$N = 130$ patients Durée moyenne de ventilation mécanique avant extubation : 8 jours Test respiration spontanée réussi $n = 88$ patients	<i>Peak cough expiratory flow</i> (PCEF) de ventilation mécanique avant extubation : 8 jours Test respiration spontanée réussi	Valeur moyenne PCEF pour échec : $36,3 \pm 15$ l/min Valeur moyenne PCEF pour réussite : $63,6 \pm 32$ l/min ( $p < 0,001$ ) Cut-off PCEF : 35 l/min ( $p = 0,02$ )
Salam et al. [10] 2004 Intensive Care Med	Étude prospective observationnelle Niveau 3	Test respiration spontanée réussi	<i>cough peak flow</i> (CPF) Sécrétions bronchiques Questions neurologiques simples 3 éléments associés	Valeur échec $58,1 \pm 4,6$ l/min < valeur réussite $79,7 \pm 4,1$ l/min ( $p = 0,03$ ) Cut-off : 60 l/min > 2,5 ml/h risque élevé d'échec Risque échec si mauvaises réponses Risque accru d'échec

(Suite page suivante)

Auteur, date, journal	Type d'étude	Population	Critères de jugement	Résultats
Moklhesi et al. [11] 2007 Respir Care	Étude prospective observationnelle	122 patients - 16 réintubations - 106 extubations réussies	- Score de Glasgow - Encombrement - Hypercapnie	- < 10 augmente risque d'échec d'extubation ( $p = 0,004$ ) - augmente le risque d'échec en fonction de la quantité de sécrétions ( $p = 0,001$ ) - > 44 mmHg augmente le risque d'échec ( $p = 0,001$ ) - V-CPPF réussite ( $81,8 \pm 41,4$ ) > V-CPPF échec ( $51,3 \pm 31,7$ ) $p = 0,003$ - IV-CPPF non significatif - V-CPPF > IV-CPPF en prédiction d'un échec d'extubation ( $p = 0,034$ )
Duan et al. [12] 2014 Respir Care	Étude prospective observationnelle Niveau 3	$n = 115$ patients - 106 patients coopérants (V-CPPF)	- Taux de réintubation	- Baisse significative pour groupe A ( $p < 0,0001$ ) - Baisse significative pour groupe A ( $p = 0,0003$ ) - Abaissé pour groupe A ( $p = 0,04$ ) - Moins nombreuses dans groupe A ( $p = 0,0043$ )
Castro et al. [13] 2013 Respir Med	Étude prospective Niveau 3	$n = 146$ patients - Groupe A : physiothérapie 24 heures/24 - Groupe B : physiothérapie 6 heures/ 24	- Durée de ventilation mécanique - Durée d'hospitalisation aux soins intensifs (SI) - Risque de mortalité - Infections pulmonaires	- Plus bas dans groupe expérimental ( $p < 0,005$ ) - Plus courte dans le groupe expérimental ( $p < 0,005$ )
Malkoc et al. [14] 2009 Int J Rehabil Res	Étude contrôlée randomisée Niveau 2	$n = 510$ patients - Groupe témoin : soins infirmiers classiques - Groupe expérimental : soins infirmiers classiques + physiothérapie	- Temps de ventilation mécanique - Durée hospitalisation aux soins intensifs (SI)	- Pas de différence significative
Riffard et al. [16] 2012 Rev Mal Respir	Revue de littérature Niveau 1	Tous types d'études	- Durée de ventilation mécanique	- Pas de différence significative
Huang et al. [17] 2014 Clin Respir J	Étude contrôlée randomisée Niveau 2	Groupe expérimental ( <i>high frequency chest wall oscillation</i> ) [ $n = 23$ ] Groupe témoin ( $n = 20$ )	- Succès du sevrage - Qualité des sécrétions - Confort	- Pas de différence significative - Meilleure dans le groupe expérimental - Pas de mauvaise tolérance dans le groupe expérimental
Skorezt et al. [19] 2010 Chest	Revue de littérature Niveau 1	14 articles	- Incidence des dysphagies postextubation - Relation dysphagies/durée de ventilation mécanique	- De 3 à 62 % - La fréquence des dysphagies est en lien avec la durée de ventilation mécanique

(Suite page suivante)



**Tableau 4** (suite)

Auteur, date, journal	Type d'étude	Population	Critères de jugement	Résultats
Macht et al. [20] 2013 Crit Care Med	Revue de littérature Niveau 1	Tous types d'études	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étiologies des troubles de déglutition</li> <li>Diagnostic</li> <li>Complications</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Troubles dus à l'intubation, fatigue neuromusculaire, sensibilité altérée</li> <li>Test au lit du patient par un spécialiste</li> <li>Inhalation, réintubation, pneumopathies et augmentation de la durée d'hospitalisation</li> </ul>
Witekamp et al. [21] 2009 Crit Care	Revue de littérature Niveau 1	Tous types d'études	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étiologies</li> <li>Incidence</li> <li>Complications</li> <li>Cuff-leak test</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intubation ; œdème laryngé ; atteinte des cordes vocales</li> <li>15 % des réintubations/3,5 à 30,2 %</li> <li>Réintubation</li> <li>Permet d'évaluer le risque de stridor postextubation, sans la contre-indiquer</li> </ul>
Gros et al. [22] 2012 Respir Care	Étude prospective Niveau 3	104 patients ventilés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incidence du stridor</li> <li>Différence du test de fuite après intubation et juste avant extubation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6,7 %</li> <li>Résultat non significatif sur le risque d'apparition du stridor postextubation</li> </ul>
Nemer et al. [23] 2009 J Crit Care	Étude prospective Niveau 3	n = 70 patients intubés ventilés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiabilité du PiMax</li> <li>Fiabilité du P0,1/PiMax</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible fiabilité prédictive de la réussite du sevrage</li> <li>Fiabilité modérée</li> </ul>
Moodie et al. [24] 2011 J Physiother	Revue de littérature Niveau 1	3 études contrôlées randomisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Force des muscles inspirateurs</li> <li>Durée de sevrage et succès</li> <li>Réintubation</li> <li>Trachéotomie</li> <li>Survie</li> <li>Effets secondaires</li> <li>Durée d'hospitalisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Groupe IMT &gt; groupe témoin (significatif)</li> <li>Non significatif</li> <li>Non significatif</li> <li>Non significatif</li> <li>Non significatif</li> <li>Non significatif</li> <li>Non significatif</li> <li>Pas de différence significative</li> </ul>
Condessa et al. [25] 2013 J Physiother	Étude contrôlée randomisée Niveau 2	n = 92 patients <ul style="list-style-type: none"> <li>Groupe expérimental : IMT à 40 % de la PIM (n = 45)</li> <li>Groupe témoin : pas d'IMT (n = 47)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Force musculaire</li> <li>Meilleure dans le groupe expérimental</li> <li>Volume courant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meilleur dans le groupe expérimental</li> </ul>
Schweickert et al. [27] 2009 Lancet	Étude contrôlée randomisée	104 patients <ul style="list-style-type: none"> <li>Groupe intervention (mobilisation) : n = 49</li> <li>Groupe témoin : n = 55</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retour à une activité fonctionnelle (6 exercices)</li> <li>Durée du delirium</li> <li>Durée hors ventilation mécanique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Significatif pour groupe mobilisation (p = 0,02)</li> <li>Abaissé dans le groupe mobilisation (p = 0,02)</li> <li>Augmentée pour le groupe mobilisation (p = 0,05)</li> </ul>

**Tableau 5** Résultats des études sur la période postextubation

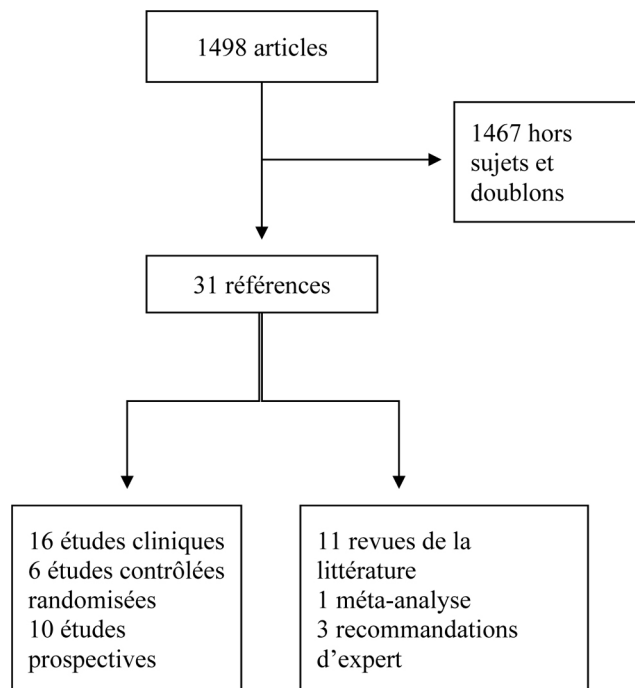
Auteur, date, journal	Type d'étude	Patients	Critères de jugement	Résultats
Cabillic et al. [18] 2014 Kiné, la Revue	Revue de littérature Niveau 1	63 articles retenus – 9 revues de littérature – 54 études expérimentales	– Fonction respiratoire (29 études) – Poids des sécrétions (16 études) – Volume des sécrétions (7 études) – Appréciation par le sujet (16 études)	– Vibrations manuelles : pas de recommandations – Percussions thoraciques manuelles : pas de recommandations – Toux dirigée : intérêt pour autonomiser le patient – AFE : pas de recommandations – ELTGOL/ACBT/drainage postural : recommandation grade B – Drainage autogène : grade B – Moins pour le groupe A ( $p = 0,04$ ) – Moins élevée pour groupe A ( $p = 0,09$ ) – Moins élevée pour le groupe A ( $p = 0,006$ ) – Plus confortable dans le groupe A (88,2 %)
Rittamatai et al. [28] 2014 Respir Care	Étude contrôlée randomisée Niveau 2	$n = 17$ patients – Groupe A ( $n = 9$ ) : <i>high flow nasal canula</i> (HFNC) 30 min/masque O <sub>2</sub> 30 min – Groupe B ( $n = 8$ ) : masque 30 min/HFNC 30 min	– Dyspnée – Fréquence respiratoire – Fréquence cardiaque – Tension artérielle/saturation/confort	
Tiruvoipati et al. [29] 2010 J Crit Care	Étude contrôlée en crossing-over	$n = 25$ – traitement A (masque puis lunettes haut débit) puis B (lunettes haut débit puis masque) Traitement B puis A	– Échanges gazeux – Fréquence respiratoire – Données hémodynamiques – Tolérance	– Pas de différence significative – Pas de différence significative – Pas de différence significative – Meilleure tolérance en faveur du groupe lunette à haut débit ( $p = 0,01$ )
Maggiore et al. [30] 2014 Am J Respir Crit Care Med	Étude contrôlée randomisée Niveau 2	$n = 105$ patients – Groupe Venturi masque ( $n = 52$ ) – Groupe Nasal High Flow ( $n = 53$ )	– Confort – Désaturations – PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> – Taux de réintubation – Utilisation d'un autre support ventilatoire	– Meilleure dans groupe NHF ( $p = 0,006$ ) – Moins nombreuses dans groupe NHF ( $p < 0,001$ ) – Plus important dans groupe NHF ( $p = 0,03$ ) – Moins nombreuses dans groupe NHF ( $p = 0,01$ ) – Moins fréquent dan groupe NHF ( $p < 0,001$ )

(Suite page suivante)



**Tableau 5 (suite)**

Auteur, date, journal	Type d'étude	Patients	Critères de jugement	Résultats
Burns et al. [31] 2014 CMAJ	Revue de littérature Niveau I	16 études patients BPCO : VNI en relais de l'extubation précoce – 9 études contrôlées randomisées – 1 144 patients	– Mortalité – Durée d'hospitalisation aux SI – Durée de ventilation mécanique – Taux de réintubation – Mortalité aux SI – Mortalité à l'hôpital – Durée d'hospitalisation aux SI – Durée d'hospitalisation	– Baisse significative – Baisse significative – Pas de différence significative – Moins important dans le groupe VNI (sous-groupe BPCO) – Moins importante dans le groupe VNI – Moins importante dans le groupe VNI – Moins importante dans le groupe VNI – Pas de différence significative
Bajaj et al. [32] 2015 Heart Lung	Revue de littérature Méta-analyse			



**Fig. 1** Organigramme de sélection des études (*flow chart*)

**Tableau 6** Synthèse des résultats

Techniques	Recommandations
Protocole de sevrage	Oui (grade A)
Test de fuite	Oui (grade A)
Prévention et traitement des atelectasies	Oui (grade A)
Mobilisation précoce	Oui (grade A)
VNI après extubation/sevrage	Oui (grade A)
Désencombrement manuel chez le patient ventilé	Oui (grade B)
Oxygénation à haut débit	Oui (grade B)
Désencombrement du patient extubé	Oui (grade B)
Force de toux	Oui (grade C)
Encombrement	Oui (grade C)
<i>Handgrip strength test</i>	Oui (grade C)
P0,1/PiMax	Oui (grade C)
Renforcement des muscles inspirateurs du patient ventilé	Non (grade A)
Désencombrement instrumental du patient ventilé	Non (grade C)
Évaluation de la déglutition chez le patient ventilé	Non (grade C)

sont altérés. De même, Moklhesi et al. [11] ont montré le rôle de trois critères apparaissant au cours du test de respiration spontanée sur le risque de réintubation avant 48 heures : l'encombrement bronchique important, le score de Glasgow inférieur à 10 et l'hypercapnie avec une PaCO<sub>2</sub> supérieure à

44 mmHg. Enfin, Duan et al. [12] ont décrit une fiabilité plus importante du CPF réalisé de façon volontaire par rapport au CPF involontaire sur le risque de réintubation.

Ensuite, deux études ont évalué les effets du désencombrement manuel sur la durée de ventilation mécanique. Dans la première, les techniques manuelles étaient appliquées dans deux services de soins, avec une présence variable du kinésithérapeute. Dans le premier service, le kinésithérapeute était présent 24 heures/24, et dans le second 6 heures/24. Les résultats montraient une différence significative sur la durée de ventilation mécanique, en faveur du groupe 24 heures/24 [13]. Une autre étude a évalué les bénéfices d'un programme de kinésithérapie sur la durée de ventilation mécanique. Les résultats étaient significatifs en faveur du groupe kinésithérapie. Cependant, le programme comprenait de la kinésithérapie respiratoire, mais aussi de la réhabilitation. Il est alors difficile de mettre en avant le bénéfice d'une technique plutôt que d'une autre [14]. Ces résultats confirment ceux de Stiller [4], même si ce dernier met en avant la difficulté d'évaluer la pertinence des techniques de désencombrement, du fait de la multiplicité des techniques employées et évaluées. Gosseink et al. [15] mettent en avant des résultats similaires, en décrivant aussi l'intérêt du positionnement des patients pour favoriser leur désencombrement.

En ce qui concerne les atélectasies, Stiller [4] a mis en avant le bénéfice de la kinésithérapie sur leur prévention et leur traitement. Ces résultats rejoignent les recommandations de la société de soins intensifs sur la prise en charge des atélectasies [15].

Au niveau du désencombrement instrumental, trois techniques ont été évaluées chez des patients intubés et ventilés : l'*Intrapulmonary Percussive Ventilation* (IPV), l'oscillation externe à haute fréquence (*high frequency chest wall oscillation* [HFCWO]) et les aspirations endotrachéales. À travers une revue de littérature concernant l'utilisation de l'IPV chez le patient intubé et ventilé, Riffard et Toussaint [16] recommandent des études ultérieures concernant la gestion des sécrétions bronchiques. Aucune étude détaillée dans cette revue de littérature n'évalue les bénéfices de l'IPV dans la baisse de la durée de ventilation mécanique.

Les HFCWO ont été évaluées sur le désencombrement bronchique des patients intubés sans bénéfices significatifs sur la durée du sevrage [17].

Chez le patient extubé, une revue de littérature récente [18] a analysé toutes les techniques de désencombrement manuel et exprimé des recommandations. Les techniques d'expiration lente, totale, glotte ouverte en infralatéral (ELT-GOL), l'*active cycle breathing technique* (ACBT), le drainage postural en tant qu'adjuvant et le drainage autogène ont une recommandation de grade B [19]. Il n'est pas fait mention des effets des techniques de désencombrement sur le risque de réintubation à travers ce travail. Gosseink et al. [15] ont aussi exprimé des recommandations chez le patient

non intubé. Les techniques d'augmentation des flux expiratoires peuvent être utilisées si la force expiratoire est altérée. Les techniques manuelles et instrumentales de toux assistée peuvent être utilisées, ainsi que les aspirations nasales et pharyngées (grade D).

Les recommandations en termes de désencombrement bronchique sont :

- l'évaluation de la force de toux et l'évaluation de l'encombrement sont faiblement prédictives du succès de l'extubation (grade C) ;
- l'association de la force de toux, de l'encombrement bronchique et de l'état neurologique est faiblement prédictive du succès de l'extubation (grade C) ;
- le désencombrement manuel du patient intubé et ventilé a un effet moyennement démontré sur la baisse de la ventilation mécanique (grade B) ;
- le désencombrement instrumental à type de percussions intrathoraciques et de vibrations thoraciques chez le patient intubé et ventilé ne baisse pas la durée de ventilation mécanique (grade C) ;
- la kinésithérapie respiratoire pour la prévention et le traitement des atélectasies chez le patient intubé et ventilé est recommandée (grade A) ;
- le désencombrement manuel du patient extubé est moyennement recommandé (grade B).

## Déglutition

Deux revues de littérature concernant les dysphagies postextubation ont détaillé l'incidence, les facteurs de risque, le bilan des troubles de déglutition postextubation. Skoretz et al. [19] ont mis en avant la difficulté pour exprimer des recommandations fortes du fait des nombreux biais et de la faible puissance des études analysées. Cependant, la durée prolongée de ventilation mécanique ressort comme un facteur de risque important de l'apparition des dysphagies postextubation. L'évaluation de la déglutition chez le patient intubé ne présagerait pas de leur apparition [19].

Pour Macht et al. [20], le test le plus fréquemment cité est le *bedside swallowing evaluation* (BSE), comprenant une évaluation des paires crâniennes et du réflexe de toux, déglutition à l'eau et à différentes textures. Cependant, les auteurs s'accordent à dire que ce test a une sensibilité variable et une reproductibilité faible, mais qu'il reste simple d'utilisation [20].

La recommandation exprimée est :

- l'évaluation de la déglutition avant extubation ne permet pas d'identifier les patients à risque de dysphagies postextubation (grade C) ;
- la durée prolongée de ventilation mécanique augmente le risque de dysphagies postextubation (grade A).

### Obstruction des voies aériennes supérieures : le test de fuite

Une revue de littérature et une étude contrôlée randomisée ont évalué le bénéfice du test de fuite sur le succès de l'extubation et l'apparition de stridor postextubation. Le genre féminin, une durée d'intubation longue, un diamètre de sonde important par rapport à la taille du larynx constitueraient les principaux risques de stridor postextubation. Wittekamp et al. [21] concluent leur revue de littérature en mettant en avant l'intérêt du test de fuite comme indicateur des patients à risque de stridor, sans exclure pour autant l'extubation. Gros et al. [22] ont évalué l'intérêt individuel de la mesure du delta du test de fuite entre la période postintubation et la période préextubation ( $\Delta$ CLT) comme prédicteur de l'apparition d'un stridor postextubation. Il a été mesuré afin d'améliorer l'exactitude de la mesure du test de fuite préextubation (CLT). Les résultats ne montrent pas d'intérêt à mesurer le  $\Delta$ CLT pour prédire l'apparition de stridor postextubation, ni pour améliorer la mesure du CLT préextubation.

Les recommandations concernant le test de fuite sont :

- le test de fuite doit être réalisé chez les patients à risque d'œdème laryngé postextubation (grade A) ;
- le test de fuite est prédictif de l'apparition d'un stridor postextubation, sans empêcher l'extubation (grade A).

### Renforcement musculaire des muscles inspireurs

La mesure de la PiMax peut être réalisée chez le patient intubé et ventilé, et la valeur seuil de cette mesure se situerait à  $-20/-25$  cm H<sub>2</sub>O comme critère prédictif d'un succès de l'extubation [2]. Depuis, une étude a minimisé la précision de cette mesure, lui préférant une mesure de P<sub>0,1</sub>/PiMax (pression d'occlusion sur les 100 premières millisecondes du temps inspiratoire/PiMax), plus fiable pour prédire un succès du sevrage de la ventilation mécanique [23]. Dans la même idée, le renforcement des muscles inspireurs a été évalué. Une revue de littérature récente a mis en évidence une amélioration significative sur la force des muscles inspireurs [24]. Cette revue comprenait seulement trois études contrôlées randomisées. Une étude plus récente a montré les mêmes résultats significatifs sur la force des muscles inspireurs, avec augmentation du volume courant [25]. Cependant, aucune étude n'a montré de baisse significative de la durée de ventilation mécanique.

Les recommandations concernant les muscles inspireurs sont :

- la mesure du rapport P<sub>0,1</sub>/PiMax serait prédictive du succès de l'extubation (grade C) ;

- le renforcement des muscles inspireurs permet une augmentation de la force des muscles inspireurs sans permettre de baisser la durée de ventilation mécanique (grade A).

### Mobilisation précoce

Une revue de littérature, deux recommandations d'experts et deux études contrôlées et randomisées ont été retrouvées. Stiller [4] a synthétisé le bénéfice de la mobilisation précoce en soins intensifs et a conclu à un bénéfice fonctionnel incontestable sur la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital. En parallèle, Roeseler et al. [26] ont exprimé des recommandations d'experts sur la mobilisation en réanimation. Elle doit être précoce et concerne tous les patients, hormis les plus instables. Les techniques passives s'adressent aux patients sédatisés et ventilés. Les patients partiellement réveillés peuvent être mobilisés en passif, mis au fauteuil et verticalisés de façon passive. Les patients conscients et participants peuvent travailler en actif avec des mobilisations passives continues, bord de lit et station assise en actif, voire déambulation. Ces résultats confirment ceux de Gosselink et al. [15] qui ont exprimé des recommandations de la Société européenne de soins intensifs, en termes de mobilisation et de positionnement. Ils recommandent une mobilisation précoce passive ou active associée ou non à des positionnements, réalisée par le kinésithérapeute et l'équipe soignante. Schweickert et al. [27] ont comparé deux groupes de patients, les uns recevant une mobilisation précoce et les autres non. Ils ont montré chez les premiers une baisse significative du delirium, de la durée de ventilation mécanique et une augmentation significative des capacités fonctionnelles. Malkoc et al. [14] ont évalué les effets de la kinésithérapie globale associant à la fois mobilisation précoce et kinésithérapie respiratoire, comparativement à une prise en charge sans kinésithérapie. Les résultats ont montré une baisse de la ventilation mécanique, sans discrimination possible entre les deux versants de la kinésithérapie utilisés.

Les recommandations concernant la mobilisation précoce sont :

- elle permet de baisser la durée de ventilation mécanique (grade A) ;
- elle permet de baisser le delirium (grade A) ;
- elle augmente la récupération fonctionnelle (grade A).

### Oxygénation postextubation

Rittayamai et al. [28] ont comparé l'oxygénation nasale à haut débit par rapport au masque à oxygène après extubation. Les résultats sont significativement meilleurs sur la dyspnée, la fréquence respiratoire, la fréquence cardiaque et le confort du patient.

De la même façon, Tiruvoipati et al. [29] ont comparé l'oxygénation nasale à haut débit au masque à oxygène à haut débit chez les patients extubés. Les résultats ne montraient pas de différence significative sur les paramètres pulmonaires et hémodynamiques. Seul le confort était significativement démontré, en faveur de l'oxygénation nasale à haut débit. Seule une étude réalisée par Maggiore et al. [30], comparant le masque venturi à l'oxygénation nasale à haut débit chez le patient extubé, a montré un taux de réintubation et des désaturations moins fréquentes dans le groupe oxygénation nasale à haut débit.

La recommandation concernant l'oxygénation à haut débit est :

- elle permet un meilleur confort et une meilleure tolérance chez les patients extubés (grade B) ;
- elle permet de limiter le taux de réintubation (grade B).

### Ventilation non invasive

Une revue de littérature et une méta-analyse ont évalué les effets de la VNI dans le sevrage et le succès de l'extubation. La première concernant l'utilisation de la VNI comme technique de sevrage a conclu que cette technique réduit la mortalité et les pneumopathies sans augmenter le taux de réintubation, chez une population atteinte de bronchopneumopathie chronique obstructive [31].

Enfin, Bajaj et al. [32] ont réalisé une revue de littérature et une méta-analyse sur le bénéfice de la ventilation non invasive pour le succès de l'extubation planifiée. Il a montré que la VNI baisse le taux de réintubation chez le patient atteint de bronchopneumopathie chronique obstructive ou à risque d'échec d'extubation.

Les recommandations concernant la ventilation non invasive sont :

- chez le patient atteint de bronchopneumopathie chronique obstructive, le sevrage de la ventilation mécanique réalisé par la ventilation non invasive n'augmente pas le taux de réintubation (grade A) ;
- chez le patient atteint de bronchopneumopathie chronique obstructive ou à risque d'échec d'extubation, la ventilation non invasive permet une baisse du taux de réintubation lors de l'extubation planifiée (grade A).

Cette revue de littérature sur le rôle du kinésithérapeute dans le succès de l'extubation a inclus de nombreuses techniques, regroupant celles réalisées par les kinésithérapeutes en collaboration avec l'équipe soignante et celles propres à la profession. La recherche bibliographique comprenait un très grand nombre de références. C'est pourquoi les critères de jugement ont été réajustés. La limite de ce travail réside donc dans cette recherche à la fois précise du rôle du kinésithérapeute dans le succès de l'extubation, et vaste du fait du

nombre de techniques à rechercher concernant l'avant- et l'après-extubation. De plus, le critère de jugement de plusieurs études citées est la durée de ventilation mécanique, c'est-à-dire plutôt un critère de sevrage qu'un critère d'extubation. De plus, certains domaines ont été peu explorés et nécessitent des études ultérieures pour confirmer nos résultats. Cependant, l'originalité de ce travail réside dans la mise au point sur le rôle du kinésithérapeute dans le succès de l'extubation. En effet, plusieurs articles antérieurs abordaient la place du kinésithérapeute aux soins intensifs, sans aborder spécifiquement les bénéfices sur l'extubation. Les résultats présentés ici confortent ceux de ces publications. Ainsi, Goselink et al. [15], Stiller [4] et Roeseler et al. [3] ont décrit des recommandations concernant la kinésithérapie aux soins intensifs. Ils ont présenté toutes les composantes de la kinésithérapie sur de nombreux critères de jugement. Le travail présenté ici est en accord avec leurs recommandations concernant la durée de ventilation mécanique et le succès de l'extubation. Enfin, les résultats étayent les éléments décrits dans le référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur-kinésithérapeute de réanimation [33], qui inclut le kinésithérapeute dans le sevrage de la ventilation mécanique, mais aussi dans la participation avant, pendant et après l'extubation.

Une synthèse des recommandations est proposée dans les Tableaux 4-6.

### Conclusion

Ce travail a évalué le bénéfice de la kinésithérapie dans le succès de l'extubation. Il montre que les techniques proposées sont pertinentes pour optimiser l'avant- et l'après-extubation. La validation scientifique est variable d'une technique à l'autre, et la faible puissance de certaines études nécessite des études ultérieures. Cependant, le kinésithérapeute peut intervenir tant au niveau du sevrage que dans la préparation et la gestion de l'extubation. La plupart de ces techniques sont réalisées en collaboration avec l'équipe soignante, permettant d'optimiser la prise en charge de ce geste à risque.

**Liens d'intérêts :** Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

### Références

1. Francon D, Jaber S, Pean D, et al (2008) Extubation difficile : critères d'extubation et gestion des situations à risque. *Ann Fr Anesth Reanim* 27:46-53
2. Boles JM, Bion J, Connors A, et al (2007) Task force: Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 29:1033-56

3. Roeseler J, Sottiaux T, Lemiale V, Lesny M (2013) Prise en charge de la mobilisation précoce en réanimation, chez l'adulte et l'enfant (électrostimulation incluse). *Réanimation* 22:207–18
4. Stiller K (2013) Physiotherapy in intensive care: an updated systematic review. *Chest* 144:825–47
5. Anaes (2000) Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations. Service Recommandations Professionnelles
6. Blackwood B, Burns KE, Cardwell CR, O'Halloran P (2014) Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. *Cochrane Database Syst Rev* 11:CD006904
7. Cottareau G, Dres M, Avenel A, et al (2015) Handgrip strength predicts difficult weaning but not extubation failure in mechanically ventilated subjects. *Respir Care* (in press)
8. Su WL, Chen YH, Chen CW, et al (2010) Involuntary cough strength and extubation outcomes for patients in an ICU. *Chest* 137:777–82
9. Beuret P, Roux C, Auclair A, et al (2009) Interest of an objective evaluation of cough during weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 35:1090–3
10. Salam A, Tilluckdharry L, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA (2004) Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. *Intensive Care Med* 30:1334–9
11. Mokhlesi B, Tulimat A, Gluckman TJ, et al (2007) Predicting extubation failure after successful completion of a spontaneous breathing trial. *Respir Care* 57:1710–7
12. Duan J, Liu J, Xiao M, et al (2014) Voluntary is better than involuntary cough peak flow for predicting re-intubation after scheduled extubation in cooperative subjects. *Respir Care* 59:1643–51
13. Castro A, Calil SR, Freitas SA, et al (2013) Chest physiotherapy effectiveness to reduce hospitalization and mechanical ventilation length of stay, pulmonary infection rate and mortality in ICU patients. *Respir Med* 107:68–74
14. Malkoc M, Karadibak D, Yildirim Y (2009) The effect of physiotherapy on ventilatory dependency and the length of stay in a intensive care unit. *Int J Rehabil Res* 32:85–8
15. Gosselink R, Bott J, Johnson M, et al (2008) Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine: Task Force on Physiotherapy for critically Ill Patients. *Intensive Care Med* 34:1188–99
16. Riffard G, Toussaint M (2012) Indications de la ventilation à percussions intrapulmonaires (VPI) : revue de littérature. *Rev Mal Respir* 29:178–90
17. Huang WC, Wu PC, Chen CJ, et al (2015) High-frequency chest wall oscillation in prolonged mechanical ventilation patients: a randomized controlled trial. *Clin Respir J* (in press)
18. Cabillic M, Gouilly P, Reychler G (2014) Techniques manuelles de drainage bronchique des adultes et adolescents : quel niveau de preuve ? *Kinésithérapie, la Revue* 155:43–64
19. Skoretz SA, Flowers HL, Martino R (2010) The incidence of dysphagia following endotracheal intubation: a systematic review. *Chest* 137:665–73
20. Macht M, Wimbish T, Bodine C, Moss M (2013) ICU-acquired swallowing disorders. *Crit Care Med* 41:2396–405
21. Wittekamp B, Van Mook W, Tjan D, et al (2009) Clinical review: post-extubation laryngeal edema and extubation failure in critically ill adult patients. *Critical Care* 13:233
22. Gros A, Holzapfel L, Marqué S, et al (2012) Intra-individual variation of the cuff-leak test as a predictor of post-extubation stridor. *Respiratory Care* 57:2026–31
23. Nemer SN, Barbas CS, Caldeira JB, et al (2009) Evaluation of maximal inspiratory pressure, tracheal airway occlusion pressure, and its ratio in weaning outcome. *J Crit Care* 24:441–6
24. Moodie L, Reeve J, Elkins M (2011) Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. *J Physiother* 57:213–21
25. Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, et al (2013) Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. *J Physiother* 59:101–7
26. Roeseler J, Michotte JB, Devroey M, et al (2007) Kinésithérapie respiratoire aux soins intensifs. *Réanimation* 33–41
27. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, et al (2009) Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomized controlled trial. *Lancet* 373:1874–82
28. Rittayamai N, Tscheikuna J, Rujiwit P (2014) High-flow nasal cannula versus conventional oxygen therapy after endotracheal extubation: a randomized crossover physiologic study. *Respir Care* 59:485–90
29. Tiruvoipati R, Lewis D, Haji K, Botha J (2010) High-flow nasal oxygen vs high-flow face mask : a randomized crossover trial in extubated patients. *J Crit Care* 25:463–8
30. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, et al (2014) Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir Crit Care Med* 90:282–8
31. Burns KE, Meade MO, Premji A, Adhikari NK (2014) Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults with respiratory failure: a Cochrane systematic review. *CMAJ* 186:112–22
32. Bajaj A, Rathor P, Sehgal V, Shetty A (2015) Efficacy of noninvasive ventilation after planned extubation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Heart Lung* 44:150–7
33. Grandet P, Fourrier L, Guérot E, et al (2011) Référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur-kinésithérapeute de réanimation (MKREA) en secteur adulte. *Réanimation* 20:725–36