



**HAL**  
open science

# Intérêt de l'insufflation-exsufflation mécanique dans le désencombrement bronchique du patient intubé et ventilé en réanimation

Julie Lepape

► **To cite this version:**

Julie Lepape. Intérêt de l'insufflation-exsufflation mécanique dans le désencombrement bronchique du patient intubé et ventilé en réanimation. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03975423

**HAL Id: dumas-03975423**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03975423v1>**

Submitted on 6 Feb 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ  
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION  
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**INTÉRÊT DE L'INSUFFLATION-  
EXSUFFLATION MÉCANIQUE DANS LE  
DÉSENCOMBREMENT BRONCHIQUE  
DU PATIENT INTUBÉ ET VENTILÉ  
EN RÉANIMATION**

**LEPAPE Julie**

**Directeur de mémoire : M. MAFFEI Pierre**

## Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier Pierre Maffei, mon directeur de mémoire, pour son accompagnement, sa disponibilité, son écoute et ses conseils m'ayant permis de rédiger ce mémoire de fin d'étude.

Je souhaite adresser ma gratitude à l'équipe pédagogique de l'EFMK de Marseille pour les connaissances théoriques et pratiques qu'elle m'a apportées au cours de ces quatre années d'étude.

Je tiens à remercier Frédéric Colombani, Quentin Defoort et Lilian Siracusa, mes tuteurs lors de mon année d'apprentissage en service de réanimation, pour tout ce qu'ils m'ont transmis, aussi bien professionnellement qu'humainement. C'est en apprenant auprès d'eux qu'est née ma passion pour la réanimation.

Je souhaite remercier Sophie Limousin, cadre du pôle MPR de l'hôpital de la Timone, pour son soutien et son accompagnement tout au long de ma dernière année d'apprentissage.

Je remercie mes amies Léa, Lucie, Margot et Maëlys, sans lesquelles ces dernières années n'auraient pas été les mêmes. Merci pour votre soutien et votre gentillesse.

Un grand merci à ma mère, mon père, mon frère ainsi qu'à toute ma famille pour leur amour, leur soutien et leurs encouragements. Merci à mon père et à mon grand-père pour la relecture attentive de ce travail.

Mille mercis à ma petite sœur, Camille, d'avoir toujours été là pour moi, dans les moments de joie comme dans les moments de doute. Merci pour ton soutien sans faille et ton amour.

*Pour finir, je tiens à dédier ce mémoire à Fabrice, tonton Doudou.*

## Liste des abréviations

**AARC** : American Association for Respiratory Care  
**AFE** : Augmentation du Flux Expiratoire  
**APRV** : Airway Pressure Release Ventilation  
**BIPAP** : Biphasic Positive Airway Pressure  
**BPCO** : Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive  
**DDIVM** : Dysfonction Diaphragmatique Induite par la Ventilation Mécanique  
**DEP** : Débit Expiratoire de Pointe  
**DIP** : Débit Inspiratoire de Pointe  
**DMCI** : Différence Minimale Cliniquement Importante  
**ECR** : Essai Clinique Randomisé  
**EDIC** : Exercice à Débit Inspiratoire Contrôlé  
**ELPr** : Expiration Lente Prolongé  
**ELTGO** : Expiration Lente Totale Glotte Ouverte  
**FC** : Fréquence Cardiaque  
**FiO<sub>2</sub>** : Fraction inspirée en Oxygène  
**FR** : Fréquence Respiratoire  
**HAS** : Haute Autorité de Santé  
**IC** : Intervalle de Confiance  
**KR** : Kinésithérapie Respiratoire  
**MI-E** : Insufflation-Exsufflation Mécanique  
**MKREA** : Masseur-Kinésithérapeute de Réanimation  
**MRC** : Medical Research Council  
**NMAR** : NeuroMyopathie Acquise en Réanimation  
**PAD** : Pression Artérielle Diastolique  
**PaCO<sub>2</sub>** : Pression partielle en Dioxyde de Carbone  
**PAM** : Pression Artérielle Moyenne  
**PaO<sub>2</sub>** : Pression partielle en Oxygène  
**PAS** : Pression Artérielle Systolique  
**PEDro** : Physiotherapy Evidence Database  
**PEP** : Pression Expiratoire Positive  
**RASS** : Richmond Agitation-Sedation Scale  
**SaO<sub>2</sub>** : Saturation artérielle en Oxygène  
**SpO<sub>2</sub>** : Saturation pulsée en Oxygène  
**SDRA** : Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë  
**VAC** : Ventilation Assistée Contrôlée  
**VC** : Ventilation Contrôlée  
**VM** : Ventilation Mécanique  
**VNI** : Ventilation Non Invasive  
**VSAI** : Ventilation Spontanée avec Aide Inspiratoire

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>La réanimation</b>	<b>1</b>
1.1.1	Présentation générale	1
1.1.2	Rôle du masseur-kinésithérapeute en réanimation	2
1.1.3	Neuromyopathie acquise en réanimation : une complication induite par un séjour prolongé en réanimation	2
<b>1.2</b>	<b>La dépendance ventilatoire en réanimation</b>	<b>3</b>
1.2.1	L'intubation	3
1.2.1.1	Définition	3
1.2.1.2	Indications	3
1.2.1.3	Complications	4
1.2.2	La ventilation mécanique invasive	4
1.2.2.1	Définition	4
1.2.2.2	Indications	4
1.2.2.3	Modes ventilatoires	5
1.2.3	Conséquences respiratoires de l'intubation et de la ventilation mécanique	6
<b>1.3</b>	<b>L'encombrement bronchique</b>	<b>6</b>
1.3.1	Définition	6
1.3.2	Conséquences de l'encombrement bronchique	7
1.3.3	Prise en charge kinésithérapique de l'encombrement bronchique en réanimation	7
1.3.3.1	Bilan de l'encombrement bronchique en réanimation	8
1.3.3.2	Techniques de désencombrement bronchique	9
1.3.3.3	Outils de mesure du désencombrement bronchique	11
<b>1.4</b>	<b>L'insufflation-exsufflation mécanique</b>	<b>12</b>
1.4.1	Présentation	12
1.4.2	Population cible	12
1.4.3	Principe de fonctionnement	13
1.4.4	Modes d'utilisation	13
1.4.5	Réglages	13
1.4.6	Déroulement d'une séance	14
1.4.7	Résultats	15
1.4.8	Limites d'utilisation, contre-indications et risques	15
<b>1.5</b>	<b>Intérêt de la revue de littérature</b>	<b>16</b>
<b>1.6</b>	<b>Hypothèses théoriques</b>	<b>17</b>
<b>1.7</b>	<b>Objectif de la revue de littérature</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Méthode</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Critères d'éligibilité des études</b>	<b>18</b>
2.1.1	Type d'étude	18
2.1.2	Date de publication	18
2.1.3	Critères PICO	18
2.1.3.1	Population	19
2.1.3.2	Intervention	19
2.1.3.3	Comparateur	19
2.1.3.4	Critère de jugement	19

<b>2.2</b>	<b>Méthode de recherche des études.....</b>	<b>19</b>
2.2.1	Bases de données investiguées .....	19
2.2.2	Équation de recherche.....	19
<b>2.3</b>	<b>Méthode d'extraction et d'analyse des données.....</b>	<b>20</b>
2.3.1	Sélection des études.....	20
2.3.2	Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées .....	21
2.3.3	Extraction des données.....	22
2.3.4	Synthèse des résultats .....	22
<b>2.4</b>	<b>Conflits d'intérêt et financement .....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>Résultats.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Description des études .....</b>	<b>23</b>
3.1.1	Diagramme de flux.....	23
3.1.2	Études exclues .....	24
3.1.2.1	Exclusion après lecture du titre.....	24
3.1.2.2	Exclusion après lecture de l'abstract.....	24
3.1.2.3	Exclusion après lecture intégrale de l'étude .....	24
3.1.3	Études incluses .....	25
3.1.4	Synthèse et comparaison des études incluses.....	32
<b>3.2</b>	<b>Risque de biais des études incluses.....</b>	<b>33</b>
3.2.1	Échelle PEDro.....	33
3.2.2	Synthèse des biais retrouvés .....	33
3.2.2.1	Validité externe .....	34
3.2.2.2	Biais de sélection.....	34
3.2.2.3	Biais de performance .....	34
3.2.2.4	Biais d'évaluation .....	34
3.2.2.5	Biais de suivi .....	35
3.2.2.6	Biais d'attrition.....	35
3.2.2.7	Biais d'interprétation .....	35
<b>3.3</b>	<b>Efficacité de l'intervention.....</b>	<b>35</b>
3.3.1	Description des indicateurs statistiques .....	35
3.3.1.1	Coefficient de signification .....	35
3.3.1.2	Taille d'effet .....	36
3.3.1.3	Intervalle de confiance .....	36
3.3.1.4	Différence minimale cliniquement importante.....	37
3.3.2	Résultats obtenus pour le critère de jugement principal .....	37
<b>4</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>Analyse des études incluses.....</b>	<b>38</b>
4.1.1	Analyse des populations .....	38
4.1.1.1	Nombre de participants .....	38
4.1.1.2	Critères d'inclusion.....	38
4.1.1.3	Critères d'exclusion .....	38
4.1.1.4	Âge .....	39
4.1.1.5	Causes d'admission et durée de séjour en réanimation .....	39
4.1.1.6	Ventilation mécanique .....	39
4.1.1.7	État de conscience.....	40
4.1.2	Analyse des interventions.....	40
4.1.2.1	Intervention expérimentale / groupe intervention.....	40
4.1.2.2	Intervention comparative / groupe contrôle .....	41
4.1.3	Analyse du critère de jugement principal et de ses outils de mesure .....	41

4.1.4	Analyse des résultats pour le critère de jugement principal .....	42
4.1.5	Conclusion de l'analyse des études .....	45
<b>4.2</b>	<b>Applicabilité en pratique clinique .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3</b>	<b>Qualité des preuves .....</b>	<b>47</b>
4.3.1	Risque de biais des études incluses .....	47
4.3.2	Hétérogénéités et imprécisions .....	48
4.3.3	Niveau de preuve des études et grade de la revue .....	48
4.3.3.1	Niveau de preuve des études .....	48
4.3.3.2	Grade de la revue .....	49
<b>4.4</b>	<b>Biais potentiels de la revue .....</b>	<b>49</b>
4.4.1	Limite de la revue .....	49
4.4.2	Qualité méthodologique de la revue .....	49
<b>5</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>51</b>
5.1	Implication pour la pratique clinique .....	51
5.2	Implication pour la recherche .....	51
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>53</b>
	<b>Annexes.....</b>	

## 1 Introduction

Dans cette revue de littérature, nous allons nous interroger sur la question suivante : l'insufflation-exsufflation mécanique présente-t-elle un intérêt dans la prise en charge de l'encombrement bronchique du patient intubé et ventilé en réanimation ?

Pour répondre à cette question, nous présenterons dans un premier temps les spécificités du service de réanimation et la place qu'occupe le kinésithérapeute dans l'équipe pluridisciplinaire prenant en charge les patients admis dans ce service.

Ensuite, nous examinerons les caractéristiques de l'intubation et de la ventilation mécanique.

Enfin, nous aborderons l'encombrement bronchique, les techniques de kinésithérapie respiratoire permettant sa prise en charge et nous parlerons plus précisément de l'insufflation-exsufflation mécanique.

L'ensemble de ces étapes nous permettra de préciser la question posée en préambule d'une revue de littérature.

### 1.1 La réanimation

#### 1.1.1 Présentation générale

« La réanimation est un service spécialisé où sont hospitalisés les patients les plus graves. Ils y bénéficient d'une surveillance constante des fonctions vitales comme la ventilation, l'oxygénation, la pression artérielle, les fonctions cardiaques et rénales. Si besoin, une assistance de ces fonctions vitales peut être mise en place afin de permettre si possible la survie du patient », *Société Française d'Anesthésie et de Réanimation* [1].

Actuellement considérée comme partie intégrante de l'arsenal thérapeutique, la réanimation a pour principaux objectifs d'éviter les différentes défaillances viscérales aiguës et le cas échéant, de tenter d'y remédier [2].

Les patients admis en réanimation sont dans un état grave dû à la défaillance d'une ou plusieurs fonctions vitales. Les causes d'admission peuvent être par exemple [1] :

- un coma ;
- une infection grave ;
- une insuffisance rénale aiguë ;
- une insuffisance respiratoire aiguë ;
- une intoxication médicamenteuse ;
- un polytraumatisme ;
- un arrêt cardiaque ;
- à l'issue d'une chirurgie majeure (cardiaque ou digestive), etc.



### 1.1.2 Rôle du masseur-kinésithérapeute en réanimation

Les patients admis en réanimation nécessitent une prise en charge pluridisciplinaire, médicale et paramédicale. Ainsi, le masseur-kinésithérapeute de réanimation (MKREA) occupe une place prépondérante dans les soins de ces patients [3].

En accord avec les articles R. 4321-1 à R. 4321-13 du code de la santé publique, le référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur-kinésithérapeute de réanimation en secteur adulte indique que « [les MKREA] participent tout particulièrement en secteur de réanimation :

- au désencombrement bronchique ;
- au maintien et à la récupération de l'intégrité de la ventilation :
  - o techniques de ventilation non invasive (VNI) ;
  - o sevrage de la ventilation mécanique (VM) et extubation ;
  - o gestion de la trachéotomie ;
- à l'évaluation et à la rééducation de la déglutition ;
- à la prévention et à la prise en charge des complications locomotrices (positionnement, mobilisations) ;
- à la récupération fonctionnelle ;
- à la réadaptation à l'effort ;
- à la prévention des complications liées au décubitus ;
- à la lutte contre la douleur ;
- aux décisions éthiques » [3].

### 1.1.3 Neuromyopathie acquise en réanimation : une complication induite par un séjour prolongé en réanimation

La neuromyopathie acquise en réanimation (NMAR) est une complication neurologique fréquente et grave, développée à la suite d'un séjour prolongé en réanimation alliant alitement et immobilisation.

La NMAR provoque une faiblesse musculaire généralisée causée par une atteinte neurogène et/ou myogène touchant les nerfs périphériques, les muscles ou les jonctions neuromusculaires [4]. De ce fait, il s'agit d'une pathologie affectant le système nerveux périphérique.

Cette perte de masse et de force musculaire concerne aussi bien les muscles locomoteurs que les muscles respiratoires, d'autant plus que leurs niveaux d'atteinte sont corrélés [5].

Concernant les muscles locomoteurs, le déficit moteur affecte les quatre membres de façon bilatérale et quasiment symétrique avec une prédominance au niveau des racines des membres. Quant à l'intensité, la faiblesse musculaire peut aller de la tétraparésie à la tétraplégie flasque.

L'atteinte locomotrice de la NMAR peut être quantifiée par le score MRC (Medical Research Council). En évaluant trois fonctions motrices sur chaque membre, ce score permet d'estimer l'intensité de l'atteinte et d'apprécier une éventuelle progression [6].

L'affaiblissement des muscles locomoteurs engendre à plus long terme un retour retardé à l'autonomie [7].

Les principaux facteurs de risque de l'atteinte locomotrice de la NMAR sont :

- la défaillance multi-viscérale ;
- l'inactivité musculaire ;
- des facteurs métaboliques ;
- des facteurs médicamenteux (corticostéroïdes et curares).

Quant à l'atteinte des muscles respiratoires, moins étudiée que l'atteinte locomotrice, elle représente un enjeu majeur durant le séjour en réanimation. En effet, celle-ci peut conduire à une durée de sevrage ventilatoire plus longue et de ce fait à une prolongation de la ventilation mécanique [5].

Plusieurs signes cliniques peuvent être observés dans l'atteinte neuromusculaire respiratoire comme des anomalies diaphragmatiques, une respiration paradoxale, une toux faible voire inexistante ou encore une orthopnée.

Le diagnostic de l'atteinte respiratoire repose principalement sur deux critères : une atteinte neuromusculaire des muscles locomoteurs et un sevrage ventilatoire difficile sans aucune explication infectieuse, cardiaque ou pulmonaire.

D'après des études animales, l'atteinte diaphragmatique pourrait être due à plusieurs facteurs :

- l'immobilisation sous ventilation mécanique [8];
- le sepsis ;
- l'administration de curares ou de corticostéroïdes.

Il faut noter que la NMAR ne concerne ni les pathologies du système nerveux central, ni les pathologies neuromusculaires déjà présentes à l'entrée en réanimation. Ainsi, elle concerne des patients indemnes de toute atteinte neuromusculaire lors de leur admission en réanimation.

## **1.2 La dépendance ventilatoire en réanimation**

### **1.2.1 L'intubation**

#### *1.2.1.1 Définition*

« L'intubation se définit comme le cathétérisme de la trachée, à travers la glotte, à l'aide d'un tube qui reste accessible au niveau de la bouche ou des narines selon la voie d'introduction » [9].

L'intubation a pour but :

- d'assurer la protection, la liberté et l'étanchéité des voies aériennes supérieures ;
- de permettre la ventilation et l'hématose.

#### *1.2.1.2 Indications*

La réalisation de ce geste médical est souvent nécessaire en réanimation pour la prise en charge des patients hémodynamiquement instables ou dont les paramètres respiratoires ne sont pas corrects.

Les nombreuses indications de l'intubation « sont :

- la protection des voies aériennes inférieures et du parenchyme pulmonaire contre le risque d'inhalation [notamment des sécrétions digestives] ;
- le traitement de l'obstruction des voies aériennes supérieures ;
- les aspirations trachéobronchiques chez des patients ne pouvant pas assurer le drainage correct de leur arbre trachéobronchique (sécrétions abondantes, toux inefficace) avec risque d'atélectasie ;
- la ventilation mécanique chez le patient en insuffisance respiratoire aiguë, ou en situation de détresse vitale » [9].

C'est l'examen clinique qui permet au médecin réanimateur de prendre la décision d'intuber le patient. Il recherche tout signe clinique d'insuffisance respiratoire aiguë : tirage, cyanose, battement des ailes du nez, balancement thoraco-abdominal, pâleur ou encore sueurs. Il analyse également les gaz du sang afin de rechercher une éventuelle hypoxémie (pression partielle en oxygène (PaO<sub>2</sub>) inférieure à 45 mmHg) sous atmosphère enrichie en O<sub>2</sub> ou hypercapnie (pression partielle en dioxyde de carbone (PaCO<sub>2</sub>) supérieure à 65 mmHg).

### *1.2.1.3 Complications*

Du fait de son caractère urgent, l'intubation est un geste médical à haut risque. En effet, les conditions de réalisation doivent être optimales pour éviter tout risque de complications, telles que :

- l'anoxie ;
- les réflexes vagues ;
- le spasme laryngé ;
- l'inhalation de liquide gastrique ;
- les complications locorégionales telles que fausses routes pharyngées, rhino- ou hypopharyngées, traumatismes alvéolodentaires supérieurs ou traumatismes laryngés, plaies trachéobronchiques, etc.

## **1.2.2 La ventilation mécanique invasive**

### *1.2.2.1 Définition*

La ventilation mécanique invasive a pour but de pallier une ventilation, soit inefficace, soit totalement absente afin de garantir une hématose correcte.

### *1.2.2.2 Indications*

La mise sous ventilation mécanique invasive est décidée par le médecin réanimateur si le patient présente un ou plusieurs des signes cliniques suivants :

- fatigue respiratoire intense due à une diminution de la force des muscles respiratoires ;
- hypoxémie persistante malgré un apport en oxygène conséquent ;
- encombrement bronchique important ;
- état de conscience altéré ;
- état de choc associé à un syndrome de détresse respiratoire aiguë.

De plus, la présence d'une pathologie nécessitant une assistance respiratoire peut entraîner la mise en place d'une ventilation mécanique invasive. Les pathologies concernées sont :

- un arrêt cardio-respiratoire ;
- une poussée aiguë d'une insuffisance respiratoire chronique (bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), fibrose, etc.) ;
- un œdème aigu du poumon ;
- un pneumothorax ou épanchement pleural grave ;
- une pneumopathie infectieuse ;
- un polytraumatisme.

### 1.2.2.3 Modes ventilatoires

Seuls les modes ventilatoires les plus utilisés sont détaillés dans cette partie.

- **Ventilation en mode contrôlé [10]**

La ventilation contrôlée (VC) et la ventilation assistée contrôlée (VAC) en volume sont des modes ventilatoires où un volume donné, appelé volume courant, est administré au patient.

En VC, ce volume est distribué à une fréquence respiratoire réglée alors qu'en VAC le volume est administré une fois que le respirateur a détecté l'exécution d'un effort inspiratoire par le patient.

Le volume courant administré dépend du sexe et de la taille du patient afin de répondre au mieux à ses besoins en oxygène. Le volume courant doit être correctement réglé : trop élevé il peut causer une surdistension alvéolaire qui peut provoquer des barotraumatismes ainsi que des volotraumatismes ; trop bas il peut entraîner un dérèglement alvéolaire et par conséquent une hypoxémie. Le volume courant est administré à un débit préréglé. En pratique, celui-ci est réglé entre 40 et 80 litres par minute.

La fréquence respiratoire est réglée de manière à obtenir un pH proche de la normale, lequel est le témoin d'une hématoxémie satisfaisante. En pratique, celle-ci est réglée entre 10 et 35 cycles par minute. Dans ce mode ventilatoire, la pression dans les voies respiratoires augmente progressivement lors de l'administration du volume courant et s'élève jusqu'à une pression maximale appelée pression de crête. Suite à cela a lieu une phase de plateau pendant laquelle aucun volume n'est administré, ce qui permet l'équilibrage entre la pression qui règne dans les voies aériennes proximales et celle qui règne dans les voies aériennes distales. Passive, l'expiration est déclenchée après l'administration du volume courant ou lorsque la limite maximale de pression a été atteinte.

La VC et la VAC en pression sont des modes ventilatoires où la pression appliquée aux voies respiratoires durant l'inspiration est constante.

En VC, la pression est appliquée à une fréquence respiratoire réglée alors qu'en VAC la pression est appliquée une fois que le respirateur a détecté l'exécution d'un effort inspiratoire par le patient.

Le temps inspiratoire, correspondant au temps de pressurisation des voies aériennes, est réglé.

Dans le mode ventilatoire en pression, le volume courant n'est pas réglé et varie soit en fonction des paramètres réglés en VC, soit en fonction de l'effort inspiratoire et des caractéristiques mécaniques du système respiratoire du patient (compliance pulmonaire, compliance thoracique, augmentation des résistances inspiratoires, etc.) en VAC.

Concernant le débit, il est maximal en début d'inspiration puis est décélérant.

- [Ventilation en mode spontanée \[10\]](#)

La ventilation spontanée avec aide inspiratoire (VSAI) est un mode ventilatoire spontané en pression. Ainsi, lorsque le patient fournit un effort inspiratoire, le ventilateur pressurise les voies respiratoires jusqu'à une pression cible.

Le niveau d'aide inspiratoire permet de déterminer le niveau d'assistance ventilatoire.

- [Ventilation en mode BIPAP ou APRV \[10\]](#)

Les modes BIPAP (Biphasic Positive Airway Pressure) et APRV (Airway Pressure Release Ventilation) sont quasiment identiques associant ventilation contrôlée et ventilation spontanée. Ainsi, si aucun cycle respiratoire n'est réalisé par le patient, la BIPAP-APRV prend le relais et devient semblable au mode VC en pression. Toutefois, si le patient effectue des cycles respiratoires, la BIPAP-APRV devient équivalente au mode VSAI.

La progression vers un sevrage de la ventilation mécanique peut se faire grâce à ces modes ventilatoires.

Ces deux modes sont de plus en plus utilisés.

- [Nouveaux modes ventilatoires](#)

De nouveaux modes dont l'intérêt serait de permettre un sevrage ventilatoire plus rapide sont en cours de recherche et d'évaluation.

### **1.2.3 Conséquences respiratoires de l'intubation et de la ventilation mécanique**

L'intubation et la ventilation mécanique prolongée ont plusieurs conséquences respiratoires telles qu'un arrêt du travail des cils vibratiles ou une diminution de la fluidité du mucus par déshydratation, entraînant une altération de la clairance mucociliaire. Ce trouble de l'épuration mucociliaire provoque une stagnation et/ou une accumulation du mucus dans les voies aériennes, autrement dit un encombrement bronchique [11].

La ventilation mécanique a également pour conséquence une mise au repos partielle ou totale des muscles respiratoires. Ceci peut mener au développement d'une Dysfonction Diaphragmatique Induite par la Ventilation Mécanique (DDIVM) caractérisée par une diminution de la force musculaire du diaphragme [12].

## **1.3 L'encombrement bronchique**

### **1.3.1 Définition**

L'encombrement bronchique se définit comme une accumulation et une stagnation du mucus à l'intérieur des voies aériennes.

Il se traduit cliniquement par une toux grasse, des expectorations ainsi que des bruits respiratoires surajoutés à l'auscultation ou directement audibles. Ces signes cliniques peuvent être isolés ou associés [13].

Cet encombrement provient d'un déséquilibre entre deux phénomènes [14][15] :

- le statut sécrétoire qui est impacté par :
  - o une hypersécrétion bronchique ;
  - o des propriétés rhéologiques des sécrétions modifiées (augmentation de la viscosité) ;
- la capacité d'évacuation des sécrétions qui est défaillante à cause :
  - o d'une altération de la fonction ciliaire ;
  - o d'un déficit de la pompe ventilatoire par une fatigue des muscles expiratoires.

Si l'encombrement bronchique est diffus, une diminution du calibre bronchique peut être observée, ce qui aura pour conséquence une augmentation de la résistance au débit aérien. De plus, il peut être responsable d'une altération du rapport ventilation/perfusion au niveau alvéolaire, c'est-à-dire une altération des échanges gazeux entraînant ainsi une hypoxémie [14].

Une inflammation de la muqueuse, une altération de l'épithélium et un bronchospasme peuvent se surajouter à l'encombrement bronchique et favoriser la stase des sécrétions.

### **1.3.2 Conséquences de l'encombrement bronchique**

L'encombrement bronchique est responsable d'une altération de l'hématose : les échanges gazeux ne se font plus correctement au niveau des alvéoles pulmonaires.

L'encombrement bronchique peut entraîner l'apparition d'atélectasies. L'atélectasie se définit comme l'affaissement d'un territoire pulmonaire à cause d'un défaut de ventilation et malgré une perfusion normale.

En réanimation et chez des patients intubés et ventilés mécaniquement, l'encombrement bronchique peut avoir des conséquences beaucoup plus graves telles que la survenue d'infections respiratoires, la nécessité d'une dépendance ventilatoire plus importante ou encore l'augmentation de la durée sous ventilation mécanique [16].

### **1.3.3 Prise en charge kinésithérapique de l'encombrement bronchique en réanimation**

En réanimation, la prise en charge de l'encombrement bronchique est essentielle afin de prévenir et de traiter les complications respiratoires.

Lors de la 1<sup>ère</sup> conférence de consensus en kinésithérapie respiratoire (1994), il a été déclaré que « l'efficacité de la kinésithérapie dans le traitement de l'encombrement bronchique a été reconnue et acceptée par tous les membres du jury » [17]. Ainsi, le kinésithérapeute joue un rôle majeur dans la lutte contre l'encombrement bronchique en réalisant des techniques permettant de décoller, de mobiliser et d'expectorer le mucus.

### 1.3.3.1 Bilan de l'encombrement bronchique en réanimation

Toute séance de kinésithérapie respiratoire doit commencer par la réalisation d'un bilan. Celui-ci aboutit au diagnostic kinésithérapique, lequel permet de choisir les techniques les plus adaptées à mettre en œuvre pour le désencombrement bronchique du patient.

Après lecture du dossier médical, le kinésithérapeute effectue un bilan respiratoire comprenant [18] :

- un bilan visuel recherchant des signes de détresse respiratoire ;
- une auscultation pulmonaire ;
- une analyse des expectorations ;
- une analyse de la gazométrie artérielle ;
- une lecture des éventuels examens cliniques réalisés : radiographie du thorax, tomodensitométrie, fibroscopie bronchique.

- **Signes de détresse respiratoire**

Les signes de détresse respiratoire à rechercher lors du bilan visuel sont :

- un tirage ;
- un battement des ailes du nez ;
- un balancement thoraco-abdominal ;
- une respiration paradoxale ;
- une augmentation de la fréquence respiratoire ;
- une cyanose ;
- etc.

- **Auscultation pulmonaire**

L'auscultation pulmonaire permet d'écouter les bruits respiratoires normaux et anormaux à l'aide d'un stéthoscope.

Un bruit respiratoire normal correspond au murmure vésiculaire. Il se définit par « un bruit très doux audible durant toute la phase de l'inspiration et au début de l'expiration » [19].

Le murmure vésiculaire est diminué en cas d'encombrement bronchique et totalement aboli en cas d'atélectasie.

Les vibrations de l'air circulant dans des voies aériennes dites pathologiques, c'est-à-dire encombrées ou inflammatoires, donnent naissance à des bruits respiratoires anormaux.

Les sibilants, ou râles sibilants, se définissent comme des bruits aigus et continus pouvant s'entendre lors de l'inspiration et de l'expiration. Ils sont le signe d'un rétrécissement du calibre des voies aériennes. Il est possible de les illustrer par « un sifflement » [20].

Les ronchi, ou râles ronflants, se définissent comme des bruits graves et continus pouvant s'entendre lors de l'inspiration et de l'expiration. Ils sont le signe d'un encombrement bronchique. Il est possible de les illustrer par « un grailonnement » [20].

Les craquements de hautes fréquences, ou râles crépitants, se définissent comme des bruits fins et discontinus. Ils signent un encombrement bronchique au niveau des voies aériennes distales [13]. Il est possible de les illustrer par « des pas qui crissent sur la neige » [20].

Les craquements de basses fréquences, ou râles sous-crépitanants, se définissent par des bruits gros et discontinus. Ils signent un encombrement bronchique au niveau des voies aériennes proximales [13]. Il est possible de les illustrer par « des bulles qui éclatent à la surface de l'eau » [20].

La fréquence des bruits respiratoires renseigne sur la localisation de l'encombrement bronchique :

- les basses fréquences pour voies aériennes proximales (trachée, bronches souches) ;
- les moyennes fréquences pour voies aériennes moyennes ;
- les hautes fréquences pour voies aériennes distales (bronchioles et alvéoles).

- **Expectoration**

L'analyse des expectorations se fait par l'observation du volume, de la couleur et de l'odeur des sécrétions, permettant de remarquer une éventuelle infection ou hémoptysie.

Elle permet également d'examiner les qualités rhéologiques du mucus, telles que sa viscoélasticité, afin de mettre en place une aérosolthérapie pour fluidifier les sécrétions si cela est nécessaire.

- **Gazométrie artérielle**

La gazométrie artérielle ne permet pas d'évaluer directement l'encombrement bronchique, mais révèle les retentissements qu'il peut avoir sur l'hématose.

Elle permet d'obtenir les valeurs du pH, de la PaO<sub>2</sub>, de la PaCO<sub>2</sub>, des bicarbonates HCO<sub>3</sub> et de la saturation artérielle en oxygène (SaO<sub>2</sub>).

- **Examens cliniques complémentaires**

La radiographie du thorax et la tomodensitométrie ne donnent pas de renseignement direct sur l'encombrement bronchique mais permettent de visualiser les zones d'hypoventilation alvéolaire ou d'atélectasie [20].

La fibroscopie bronchique permet de donner plusieurs informations sur l'encombrement bronchique telles que son importance, sa qualité ainsi que sa localisation, et ce jusqu'à la 6<sup>ème</sup> ou 7<sup>ème</sup> génération bronchique [13].

### *1.3.3.2 Techniques de désencombrement bronchique*

En réanimation, l'état général du patient limite le kinésithérapeute dans l'établissement du protocole de kinésithérapie respiratoire et dans le choix des techniques qu'il peut mettre en œuvre. En effet, de nombreux facteurs peuvent limiter l'applicabilité de la kinésithérapie respiratoire [18] :

- l'état hémodynamique : insuffisance cardiaque, arrêt cardiaque, etc. ;
- l'état ventilatoire : intubation, trachéotomie, ventilation mécanique, etc. ;
- l'état neurologique : coma, etc. ;
- des pathologies sous-jacentes : polytraumatismes, etc.



- Techniques manuelles

Les techniques de kinésithérapie respiratoire manuelles permettent de décoller et de mobiliser les sécrétions afin de pouvoir les expectorer. En diminuant l'encombrement bronchique, les échanges gazeux s'améliorent.

Ces techniques doivent être réalisées prudemment et une surveillance accrue des constantes respiratoires et hémodynamiques est nécessaire en raison de l'instabilité de l'état des patients et afin de détecter rapidement tout effet indésirable. En effet, elles peuvent influencer sur la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la saturation en oxygène, la pression intracrânienne, etc.

Seules les techniques réalisables en service de réanimation vont être décrites :

- l'augmentation du flux expiratoire (AFE) ;
- l'expiration lente prolongée (ELPr) ;
- l'expiration lente totale glotte ouverte (ELTGO) ;
- l'exercice à débit inspiratoire contrôlé (EDIC).

Chaque technique permet de cibler le désencombrement [15].

L'AFE agit sur les 4 à 5 premières générations bronchiques, autrement dit sur les voies aériennes proximales.

L'ELPr et l'ELTGO ciblent les voies aériennes comprises entre les bronches proximales et les 8<sup>ème</sup> à 10<sup>ème</sup> générations bronchiques, autrement dit les voies aériennes moyennes.

L'EDIC agit au-delà de la 10<sup>ème</sup> génération bronchique, autrement dit sur les voies aériennes distales.

L'AFE correspond à « une expiration active ou passive réalisée à plus ou moins haut volume pulmonaire dont la vitesse, la force et la durée peuvent varier » [17].

L'ELPr correspond à « une technique passive d'aide expiratoire [...] obtenue au moyen d'une pression manuelle externe lente commencée à la fin d'une expiration spontanée et poursuivie jusqu'au volume résiduel » [17].

L'ELTGO correspond à « une expiration lente, initiée à la capacité résiduelle fonctionnelle et poursuivie jusqu'au volume résiduel » [17].

L'EDIC correspond à « des manœuvres inspiratoires lentes et profondes exécutées en décubitus latérale en plaçant la région à traiter en supralatéral » [21].

Ces différentes techniques de désencombrement manuelles peuvent être associées et complétées par des techniques de désencombrement instrumentales, des positionnements et/ou une aspiration endotrachéale.

- **Techniques instrumentales**

Les techniques de désencombrement instrumentales intéressantes à utiliser en réanimation sont la ventilation à percussions intra-pulmonaires, les compressions thoraciques à hautes fréquences, la pression expiratoire positive et l'insufflation-exsufflation mécanique [18].

La ventilation à percussions intrapulmonaires consiste à administrer au patient un volume d'air sous-courant à haute fréquence, tout au long du cycle respiratoire ou seulement lors de l'inspiration.

Les compressions thoraciques à haute fréquence consistent à appliquer sur le thorax du patient une pression positive d'air pulsé à haute fréquence.

La pression positive consiste à appliquer une pression positive dans les voies respiratoires lors de l'expiration afin de les maintenir ouvertes et de permettre l'arrivée d'air en amont des sécrétions.

L'insufflation-exsufflation mécanique est abordée en détail ultérieurement.

Toutes ces techniques sont des techniques complémentaires ou adjuvantes : elles ne remplacent pas les techniques de désencombrement manuelles.

- **Aspiration endotrachéale**

L'objectif de ce geste est de désencombrer les voies aériennes et d'améliorer les échanges gazeux [22].

L'aspiration endotrachéale est une technique invasive qui demande aseptie totale, douceur et habilité du kinésithérapeute.

L'aspiration endotrachéale peut provoquer des effets indésirables, tels que des troubles des paramètres hémodynamiques (arythmie, hypertension, etc.) et respiratoires (désaturation en oxygène, etc.), des lésions de la muqueuse trachéobronchique ou encore des infections pulmonaires nosocomiales.

- **Positionnement**

En réanimation, les changements de position peuvent être difficiles à mettre en œuvre. Cependant, ils ont un réel effet en améliorant le rapport ventilation/perfusion, ce qui a un impact positif sur l'hématose. La position semi-assise, par exemple, augmente la capacité résiduelle fonctionnelle et diminue le risque d'infections pulmonaires [23].

### *1.3.3.3 Outils de mesure du désencombrement bronchique*

À ce jour, il n'existe pas de gold standard permettant de mesurer avec précision le désencombrement bronchique [24].

Le poids ou le volume des sécrétions expectorées est l'outil de mesure le plus utilisé pour apprécier le désencombrement. Cependant, celui-ci n'est pas considéré comme valide et fiable [24]. En effet, il peut varier en fonction des jours, et même en fonction du moment de la journée selon les patients.

L'oxygénation est un autre outil de mesure utilisé. Dans ce cas, la SaO<sub>2</sub> et la PaO<sub>2</sub> sont examinées grâce à la réalisation d'une gazométrie artérielle. Cependant, cet outil est remis en question car il ne serait pas d'une précision satisfaisante pour permettre de détecter de légers changements dans un contexte de recherche clinique [24].

Il existe de nombreux autres outils de mesure du désencombrement bronchique mais tous comportent des avantages et des inconvénients.

## **1.4 L'insufflation-exsufflation mécanique**

### **1.4.1 Présentation**

L'insufflation-exsufflation mécanique (MI-E) est un dispositif médical entrant dans l'arsenal thérapeutique des techniques instrumentales de désencombrement bronchique.

Il s'agit d'une assistance mécanique à la toux. En augmentant le débit de pointe à la toux, cet appareil améliore l'efficacité de celle-ci, permettant ainsi de faciliter la mobilisation et l'expectoration des sécrétions bronchiques [25].

Ce dispositif d'aide à la toux a été conçu dans les années 1950 aux États-Unis mais a seulement commencé à être distribué en Europe en 2002.

### **1.4.2 Population cible**

La MI-E est une aide à la toux destinée aux patients encombrés et souffrant d'une insuffisance respiratoire sévère. Ces personnes présentent des déficits inspiratoires et expiratoires les empêchant de tousser efficacement, et de ce fait d'expectorer convenablement.

De nombreuses études ont reconnu l'indication de la MI-E dans la prise en charge des patients atteints de maladies neuromusculaires. En effet, ces patients peuvent présenter une importante faiblesse des muscles respiratoires (diaphragme et abdominaux), provoquant une inefficacité partielle voire totale de la toux [25][26][27].

Malgré le manque de littérature à ce sujet, cette technique peut s'avérer également intéressante dans la prise en charge du désencombrement bronchique des patients présentant un affaiblissement général, tels que les patients admis en réanimation [28].

La MI-E peut être utilisée tant chez l'adulte que chez l'enfant, à condition d'adapter les réglages de l'appareil.

### 1.4.3 Principe de fonctionnement

L'objectif de la MI-E est de fournir au patient l'aide inspiratoire et l'aide expiratoire dont il a besoin pour pouvoir tousser. Le principe de fonctionnement est le suivant : l'appareil délivre une insufflation (pression positive) puis une puissante et rapide exsufflation (pression négative) afin de provoquer la toux.

Pour rappel, la toux est un mécanisme de défense de l'organisme protégeant les voies aériennes par l'expectoration des sécrétions bronchiques.

Pour qu'elle soit efficace, la personne doit produire des débits expiratoires de pointe (DEP) suffisamment élevés. Le DEP dépend de l'amplitude de la phase inspiratoire et de la force des muscles expiratoires [29].

La toux est composée de trois phases [30] :

- une phase inspiratoire profonde ayant pour objectif d'emmagasiner un volume d'air prétussif ;
- une phase de compression de l'air ;
- une phase expiratoire explosive.

Son fonctionnement peut se décomposer en 3 phases : une phase inspiratoire, une phase expiratoire et une phase de pause [29].

Lors de la phase inspiratoire ou phase d'insufflation, la MI-E délivre une pression positive. Cette insufflation a pour but de fournir au patient un volume d'air prétussif proche de la capacité pulmonaire totale.

Lors de la phase expiratoire ou phase d'exsufflation, une forte pression négative est délivrée en un temps très court (0,02 sec), ce qui permet de générer un DEP très important (300 à 500 L/min) provoquant ainsi la toux.

La phase de pause correspond au temps où aucune pression n'est délivrée par la MI-E, entre la fin de la phase expiratoire et le début de la nouvelle phase inspiratoire.

### 1.4.4 Modes d'utilisation

L'utilisation de la MI-E peut se faire selon 2 modes : automatique ou manuel.

En mode automatique, l'appareil fonctionne selon les réglages préalablement effectués par le thérapeute qui programme d'une part les temps d'application de chaque phase, et d'autre part les pressions d'insufflation et d'exsufflation délivrées.

En mode manuel, le thérapeute règle toujours les pressions délivrées par l'appareil mais gère manuellement les temps d'application de chaque phase. Ainsi, il peut décider de leur durée selon sa perception et la tolérance du patient.

### 1.4.5 Réglages

Deux paramètres sont réglables sur la MI-E : les pressions et les temps d'application de chaque phase.

Concernant les pressions, l'appareil peut délivrer une pression positive inspiratoire allant de + 5 à + 70 cmH<sub>2</sub>O et une pression négative expiratoire allant de - 5 à - 70 cmH<sub>2</sub>O. Ces valeurs peuvent légèrement varier selon les modèles.

Des auteurs ont démontré que, pour la majorité des patients, des pressions d'in-exsufflation de  $\pm$  40 cmH<sub>2</sub>O sont suffisantes. Ils ont également indiqué que des pressions plus élevées peuvent être nécessaires en cas de diminution de la compliance thoraco-pulmonaire, d'augmentation de la résistance des voies aériennes, d'obésité ou de scoliose [31].

Pour des patients intubés ou trachéotomisés, les pressions doivent être maximales. La sonde d'intubation ou la canule de trachéotomie augmentant la résistance des voies aériennes, il est nécessaire de vaincre la résistance du passage de l'air dans le tube ou la canule afin de générer un débit de pointe à la toux suffisant [29]. Des auteurs ont également démontré que des pressions d'in-exsufflation de l'ordre de  $\pm$  60-70 cmH<sub>2</sub>O peuvent être appliquées pour palier cela [32][33].

Concernant les temps d'application des phases d'insufflation, d'exsufflation et de pause, ils peuvent être réglés entre 0 et 5 secondes, indépendamment les uns des autres. Ces valeurs peuvent varier en fonction du modèle utilisé.

Des auteurs ont mis en évidence que des temps de 1 à 3 secondes doivent être privilégiés pour allier efficacité et confort du patient [29].

#### **1.4.6 Déroulement d'une séance**

La séance de MI-E décrite dans cette partie s'appuie sur les recommandations pratiques proposées par Michel Toussaint [29]. Au vu de la population étudiée dans cette revue de littérature, la séance présentée s'adressera à un patient intubé ou trachéotomisé et ventilé mécaniquement.

Avant de commencer, il est important d'expliquer au patient, s'il est conscient, l'intérêt de la MI-E et son fonctionnement. Il peut également être intéressant d'en réaliser une démonstration en effectuant un essai « à vide ».

Concernant l'installation de l'appareil, le thérapeute doit raccorder le tuyau de la MI-E à la sonde d'intubation ou à la canule de trachéotomie en déconnectant le tuyau relié au respirateur. De ce fait, le patient ne sera pas ventilé lors de la séance mais le soutien ventilatoire sera apporté par la pression positive lors de l'insufflation [34].

Quant au ballonnet de la sonde d'intubation ou de la canule de trachéotomie, le thérapeute est libre de le gonfler ou de le dégonfler.

À propos des réglages, dans un premier temps, les pressions d'in-exsufflation doivent être maximales et le temps d'application de chaque phase doit être de 2 secondes. Le thérapeute pourra ensuite modifier ces paramètres au cours de la séance en fonction de l'efficacité de la MI-E et du confort du patient.

Une fois le montage réalisé et les réglages effectués, la séance peut commencer. L'application de la MI-E doit se faire par série afin de ne pas fatiguer le patient. En pratique, des séries de 4 à 5 cycles d'in-exsufflation sont réalisées.

Des pressions thoraciques manuelles peuvent être appliquées durant la séance afin de potentialiser l'effet de la MI-E.

Une sonde reliée à un système d'aspiration peut être raccordée au montage afin d'aspirer les sécrétions expectorées. Dans ce cas, le thérapeute doit s'assurer du bon positionnement de la sonde afin de ne pas provoquer de saignement ou d'irritation.

La durée de la séance doit dépendre de l'efficacité de la MI-E et de la tolérance du patient. En pratique, elle peut durer entre 15 et 60 minutes.

À noter que, à la différence d'une utilisation par voie non-invasive, la coopération du patient n'est pas nécessaire lorsque la MI-E est utilisée par voie invasive. Lorsque la MI-E est utilisée par voie non-invasive, le patient doit coopérer afin de ne pas réaliser de fermeture glottique au moment de l'expiration, laquelle serait un frein à l'emploi de la MI-E [28]. Cependant, par voie invasive, la fermeture glottique ne peut pas poser de problème puisque les pressions sont délivrées directement dans la trachée, via la sonde d'intubation ou la canule de trachéotomie [34].

Il peut être profitable d'administrer un aérosol de sérum physiologique au patient avant la séance de MI-E afin d'humidifier et de fluidifier les sécrétions, ce qui facilitera leur mobilisation et leur expectoration.

#### **1.4.7 Résultats**

Les experts considèrent l'évidence scientifique concernant l'utilisation de la MI-E suffisante et satisfaisante pour conclure de son efficacité dans la prise en charge du désencombrement bronchique chez les patients souffrant d'insuffisance respiratoire sévère [29] [27] [35]. Cette technique instrumentale est jugée sûre et très bien tolérée par les patients [26][25] [29].

Concernant l'utilisation de la MI-E par voie invasive, des études réalisées chez des patients tétraplégiques et des patients atteints de maladies neuro-musculaires ont démontré qu'elle supplanterait l'aspiration endotrachéale [36][37][38]. Premièrement, elle permettrait un drainage plus profond des sécrétions et une aspiration simultanée des bronches souches droite et gauche ; deuxièmement, elle ne provoquerait pas de saignement ou d'irritation de la trachée puisqu'aucun contact ne se fait avec les parois de celle-ci [29].

De plus, des patients ont estimé la MI-E plus efficace, moins irritante, moins douloureuse, moins fatigante et plus confortable que l'aspiration endotrachéale [36][37].

#### **1.4.8 Limites d'utilisation, contre-indications et risques**

Les limites d'utilisation de la MI-E peuvent être [29] :

- la collaboration et la compréhension du patient lors de l'utilisation par voie non-invasive ;
- l'atteinte bulbaire sévère ;
- la bronchite chronique obstructive.

En cas d'utilisation de ce dispositif par voie invasive, la collaboration du patient n'est pas requise et ne présente donc pas une limite.

Les contre-indications à l'utilisation de la MI-E sont les suivantes [39] :

- l'asthme et le bronchospasme non-régulés ;
- l'hémoptysie importante ;
- l'hypotension ;
- l'instabilité hémodynamique non monitorée ;
- le pneumothorax :
  - o non drainé : contre-indication absolue ;
  - o drainé : décision médicale et précautions requises.

Selon certains auteurs, le traumatisme facial, le traumatisme crânien ainsi que la lésion pulmonaire aiguë et le Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë (SDRA) représenteraient des contre-indications [40].

À noter que l'utilisation de la MI-E présente également quelques risques inhérents à tous les dispositifs de pression positive tels que [35] :

- une distension abdominale ;
- une aggravation du reflux gastro-œsophagien ;
- un inconfort thoracique et abdominal ;
- une hémoptysie ;
- des effets cardio-vasculaires néfastes ;
- un pneumothorax.

## **1.5 Intérêt de la revue de littérature**

La littérature scientifique est riche à propos de l'efficacité de la MI-E dans la prise en charge de l'encombrement bronchique des patients souffrant d'une insuffisance respiratoire aiguë. Ces patients, présentant une faiblesse des muscles respiratoires, ne peuvent pas produire une toux assez efficace pour expectorer, ce qui rend cette population idéale pour bénéficier de ce dispositif d'aide à la toux.

Cependant, d'autres populations beaucoup moins étudiées pourraient possiblement profiter des effets de la MI-E, telles que les patients intubés et ventilés mécaniquement en réanimation.

En effet, ces patients peuvent présenter, d'une part un encombrement bronchique, et d'autre part un affaiblissement musculaire généralisé menant à une inefficacité partielle ou totale de la toux.

La prise en charge de l'encombrement bronchique chez ces patients est indispensable car celui-ci peut être à l'origine d'infections respiratoires, d'atélectasies ou encore d'échecs d'extubation.

Ainsi, la MI-E pourrait éventuellement s'avérer utile dans l'arsenal thérapeutique des MKREA, d'où l'intérêt de réaliser cette revue de littérature.

## 1.6 Hypothèses théoriques

Au vu des conclusions apportées par différentes études sur l'efficacité de la MI-E dans le désencombrement bronchique des patients ventilés mécaniquement et atteints de maladies neuromusculaires ou neurologiques, il est possible que cette technique soit également efficace pour des patients intubés et ventilés en réanimation.

Cependant, nous ne pouvons pas écarter la possibilité que des effets indésirables puissent rapidement survenir du fait de l'instabilité des patients admis en réanimation. Il sera donc nécessaire de prendre des précautions en surveillant l'état général du patient et en monitorant ses constantes hémodynamiques et ventilatoires.

## 1.7 Objectif de la revue de littérature

Cette revue de littérature a donc pour objectif de déterminer — en rapport avec les données actuelles de la science et les études menées sur ce sujet — si l'utilisation de la MI-E présente un intérêt dans la prise en charge de l'encombrement bronchique chez les patients intubés et ventilés mécaniquement en réanimation.

Dans un premier temps, la méthode utilisée sera présentée et décrite précisément. Dans un second temps, les études sélectionnées et leurs résultats seront décrits. Enfin, ces résultats seront analysés et interprétés afin d'apporter des éléments de réponse à la problématique de la revue.

***Quel est l'intérêt de l'insufflation-exsufflation mécanique dans le désencombrement bronchique chez les patients intubés et ventilés en réanimation ?***



## 2 Méthode

Cette revue de littérature tend à répondre de façon claire à la question clinique : quel est l'intérêt de l'insufflation-exsufflation mécanique dans le désencombrement bronchique chez les patients intubés et ventilés en réanimation ?

Pour se faire, la méthodologie de recherche, de sélection, d'extraction et d'analyse des études doit être précise et reproductible.

### 2.1 Critères d'éligibilité des études

#### 2.1.1 Type d'étude

La question clinique étant de type thérapeutique et cherchant à évaluer l'efficacité d'un traitement, les études incluses dans la revue de littérature devront être des essais cliniques randomisés (ECR). En effet, afin de parvenir à un niveau scientifique le plus pertinent possible, les ECR semblent être le choix le plus approprié, puisque selon le « CEBM Levels of evidence », ce type d'étude est reconnu comme ayant la meilleure pertinence clinique avec les revues de littérature.

Seules les études francophones et anglophones seront sélectionnées dans un souci de compréhension.

#### 2.1.2 Date de publication

La date de publication des études incluses dans la revue de littérature ne devra pas être antérieure à 2010, l'objectif étant d'apporter une réponse pertinente et appropriée en mobilisant les données scientifiques les plus actuelles possibles.

#### 2.1.3 Critères PICO

Afin de recueillir les articles de la manière la plus exhaustive possible, une équation de recherche a été élaborée. Pour être complète et précise, cette équation a été formulée à l'aide du modèle PICO (Population, Intervention, Comparateur, Outcome). Le PICO retenu pour la problématique de cette revue de littérature est le suivant :

<b>Population</b>	Patients adultes admis en service de réanimation, intubés et ventilés mécaniquement, présentant un encombrement bronchique.
<b>Intervention</b>	Protocole de MI-E, précédé ou non d'une séance de kinésithérapie respiratoire manuelle et suivi d'une aspiration endotrachéale.
<b>Comparateurs</b>	Kinésithérapie respiratoire manuelle suivie d'une aspiration endotrachéale ; ou aspiration endotrachéale seule.
<b>Outcome (Critère de jugement)</b>	Désencombrement bronchique.

*Tableau 1 : Critères PICO de la revue de littérature.*

### *2.1.3.1 Population*

La population étudiée doit être âgée de plus de 18 ans et hospitalisée en service de réanimation, quelles que soient la cause de l'admission et la durée du séjour. Les patients doivent être intubés et sous ventilation mécanique invasive depuis plus de 24 heures. Ils doivent être encombrés et présenter une faiblesse de la toux les empêchant d'expectorer efficacement.

### *2.1.3.2 Intervention*

L'intervention doit comprendre l'utilisation de la MI-E, précédée ou non d'une séance de kinésithérapie respiratoire manuelle et suivie d'une aspiration endotrachéale.

L'utilisation de la MI-E doit respecter les principes et les réglages dictés par les référentiels.

La séance de kinésithérapie respiratoire est libre mais les techniques utilisées doivent être justifiées par une évaluation préalable de l'encombrement bronchique.

### *2.1.3.3 Comparateur*

Deux comparateurs sont acceptés :

- une séance de kinésithérapie respiratoire manuelle, suivie d'une aspiration endotrachéale ;
- une aspiration endotrachéale seule.

### *2.1.3.4 Critère de jugement*

Le critère de jugement est l'efficacité du désencombrement bronchique, autrement dit l'élimination du mucus des voies aériennes, mesurée par le poids des sécrétions recueillies lors de l'aspiration endotrachéale.

## **2.2 Méthode de recherche des études**

La recherche documentaire a été effectuée de septembre 2021 à janvier 2022.

### **2.2.1 Bases de données investiguées**

La recherche d'articles scientifiques a été réalisée par l'investigation de plusieurs bases de données : PubMed ; PEDro ; Cochrane Library ; ScienceDirect ; Kinedoc ; LiSSa.

### **2.2.2 Équation de recherche**

Une équation de recherche précise a été élaborée à partir de la problématique et du modèle PICO établi ci-dessus.

Une recherche des MeSH terms a été réalisée pour améliorer la précision de l'équation de recherche. Le MeSH (Medical Subject Headings) est un thésaurus de référence qui permet d'obtenir une liste hiérarchique de termes utilisés pour l'analyse documentaire dans le domaine biomédical.

Ainsi, l'équation comporte les termes relatifs à :

- la réanimation = intensive care, critical care, ICU (Intensive Care Unit) ;
- la ventilation mécanique = mechanical ventilation, mechanically ventilated ;
- l'insufflation-exsufflation mécanique = mechanical insufflation-exsufflation, mechanical in-exsufflation, MI-E, mechanical insufflator-exsufflator, cough-assist ;
- le désencombrement bronchique = mucus clearance, sputum clearance.

L'équation de recherche utilisée est donc la suivante :

- en anglais :

((intensive care) OR (critical care) OR (ICU) OR (mechanical ventilation) OR (mechanically ventilated)) AND ((mechanical insufflation-exsufflation) OR (mechanical in-exsufflation) OR (MI-E) OR (mechanical insufflator-exsufflator) OR ("cough assist")) AND ((mucus clearance) OR (sputum clearance))

- en français :

((réanimation) OU (soins intensifs) OU (ventilation mécanique)) ET ((insufflation-exsufflation mécanique) OU (in-exsufflation mécanique) OU (cough assist)) ET (désencombrement bronchique)

L'équation de recherche a dû être adaptée en fonction des bases de données utilisées.

La méthode de recherche utilisée pour chaque base de données est répertoriée ci-dessous :

	Équation de recherche	Filtre appliqué	Nombre de résultats
<b>PubMed</b>	Équation de recherche complète en anglais	Clinical Trial	5
<b>PEDro</b>	Mechanical insufflat* exsufflat*	Clinical Trial	12
<b>Cochrane Library</b>	Équation de recherche complète en anglais	Trials	12
<b>ScienceDirect</b>	Équation de recherche simplifiée en anglais : ((intensive care) OR (critical care) OR (ICU)) AND ((mechanical insufflation-exsufflation) OR (mechanical in-exsufflation) OR ("cough assist")) AND ((mucus clearance) OR (sputum clearance))	Research articles	38
<b>Kinedoc</b>	Équation de recherche complète en français	Aucun	2
<b>LiSSa</b>	Équation de recherche complète en français	Aucun	0

*Tableau 2 : Équation de recherche utilisée, filtre appliqué et nombre de résultats obtenus pour chaque base de données investiguée.*

## 2.3 Méthode d'extraction et d'analyse des données

### 2.3.1 Sélection des études

La sélection des études est une étape primordiale qui doit être réalisée de manière rigoureuse afin de pouvoir élaborer une revue de littérature pertinente. Pour se faire, cette sélection se déroulera en plusieurs étapes.

La première étape de sélection sera l'exclusion des doublons car un même article peut être répertorié dans plusieurs bases de données.

La deuxième étape consistera à sélectionner des articles par la lecture du titre. Si le titre révèle un des critères d'exclusion de la revue de littérature (cf. *tableau 3*), alors l'article sera exclu.

La troisième étape se fera par lecture de l'abstract. Si l'abstract ne respecte pas les critères d'inclusion et/ou révèle des critères d'exclusion de la revue (cf. *tableau 3*), alors l'article sera exclu.

La quatrième étape de la sélection sera réalisée par la lecture de l'article dans son intégralité afin de s'assurer que tous les critères d'inclusion et d'exclusion soient respectés (cf. *tableau 3*).

Enfin, la dernière étape consistera à inclure les études après évaluation de leur qualité méthodologique.

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
✓ Essais cliniques randomisés ✓ Respect des critères PICO définis	✗ Autres schémas d'étude ✗ Autres langues que le français ou l'anglais ✗ Publication antérieure à 2010 ✗ Non-respect des critères PICO définis

*Tableau 3 : Critères d'inclusion et d'exclusion des articles de la revue de littérature.*

Un diagramme de flux résumera le cheminement du processus de sélection des études.

### 2.3.2 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

La qualité méthodologique de chacune des études incluses dans la revue de littérature devra être évaluée. Pour se faire, et sachant que les études incluses sont des ECR, deux outils sont disponibles : l'échelle PEDro (Physiotherapy Evidence Database) et la Crochane Risk of Bias tool.

L'échelle PEDro (*annexe 1*), qui sera utilisée dans cette revue, évalue la qualité des ECR en jugeant à la fois leur validité externe, leur validité interne et leur pertinence clinique.

L'échelle PEDro comporte 11 items :

- L'item 1 évalue la validité externe ;
- Les items 2 à 9 évaluent la validité interne ;
- Les items 10 et 11 évaluent l'interprétation des résultats.

Cette échelle permet de calculer le score PEDro noté sur 10 points. Seuls les items 2 à 11 rentrent en compte dans le calcul du score PEDro. Un point est attribué à chaque fois qu'un item est respecté et retrouvé de façon explicite dans l'étude.

Seules les études ayant un score PEDro supérieur ou égal à 5/10 seront incluses dans la revue de littérature.

À noter qu'une bonne validité interne n'est pas synonyme d'efficacité du traitement, mais de transparence des risques de biais. En effet, les études doivent être claires et transparentes concernant le recrutement et la sélection des patients, leur randomisation dans les différents groupes d'étude, le protocole de traitement et de recueil des résultats, etc. Moins il y a de biais présents dans l'étude, plus cette dernière sera fiable.

### **2.3.3 Extraction des données**

Les études incluses dans la revue de littérature seront analysées afin d'en dégager les informations nécessaires à son élaboration. L'extraction des données de chaque étude permettra de réaliser une description détaillée et précise de ces dernières.

Les informations extraites pour chacune des études sont les suivantes :

- le nom de l'auteur ;
- l'année de publication ;
- le type d'étude ;
- les caractéristiques de la population : nombre de participants, critères d'inclusion et d'exclusion ;
- les caractéristiques de l'intervention : protocole d'utilisation de la MI-E (mode, réglages, déroulement de la séance), association ou non de kinésithérapie respiratoire manuelle ;
- les caractéristiques des comparateurs : protocole de réalisation de la kinésithérapie respiratoire manuelle et/ou protocole de réalisation de l'aspiration endotrachéale ;
- les critères de jugement principaux et secondaires ainsi que leurs outils de mesure.

### **2.3.4 Synthèse des résultats**

Après réflexion et au vu de l'hétérogénéité des interventions, la réalisation d'une méta-analyse n'a pas semblé judicieuse. De ce fait, cette revue de littérature présentera et analysera les résultats des études sélectionnées de manière qualitative. L'analyse sera donc narrative, incluant des comparaisons sous forme de tableaux.

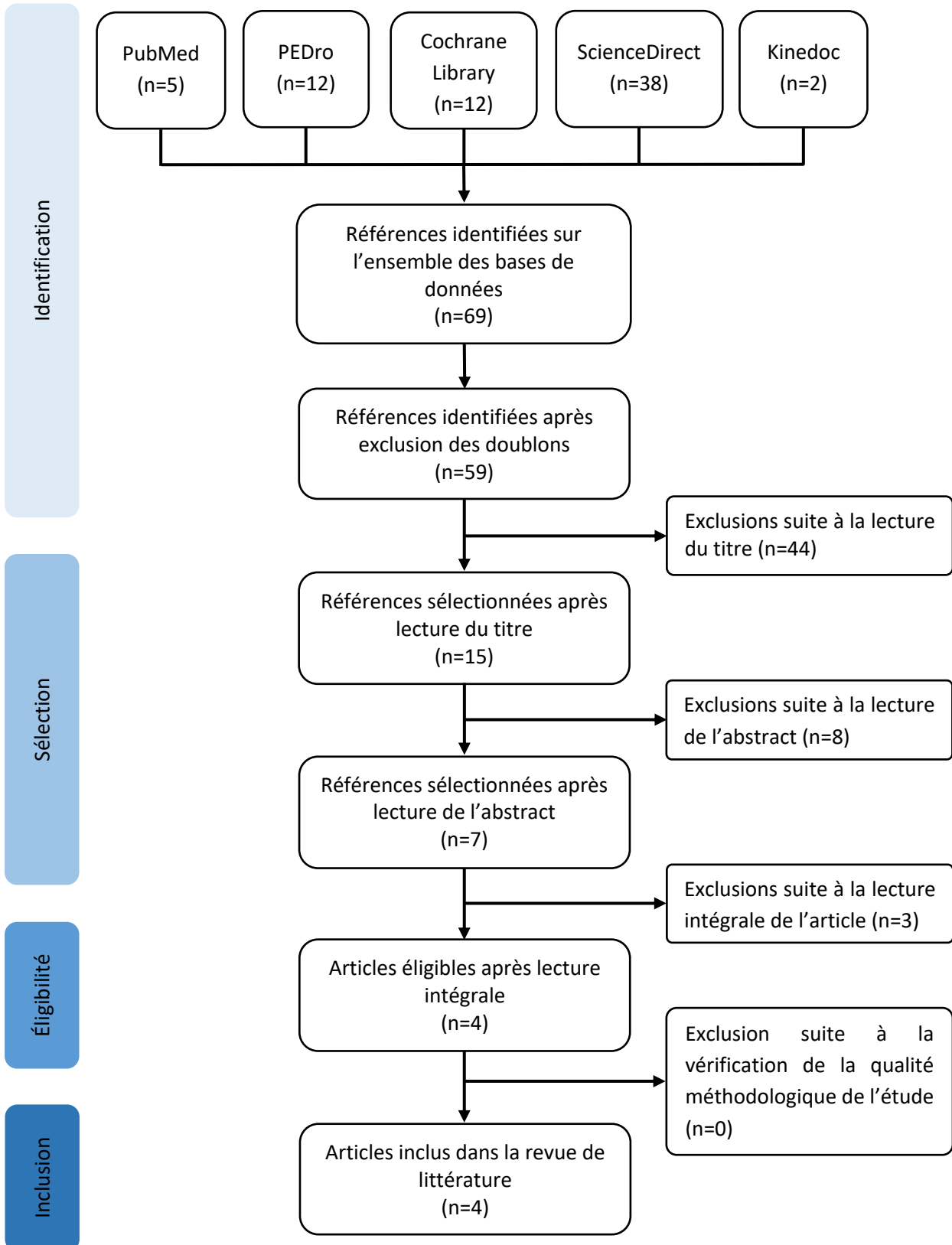
## **2.4 Conflits d'intérêt et financement**

Je déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt et n'avoir bénéficié d'aucun financement pour la réalisation de cette revue de littérature.

### 3 Résultats

#### 3.1 Description des études

##### 3.1.1 Diagramme de flux



### 3.1.2 Études exclues

Les recherches effectuées ont permis d'identifier 69 articles scientifiques pouvant potentiellement répondre à la question clinique de cette revue de littérature. Après élimination des doublons (n=10), 59 articles ont été analysés.

#### 3.1.2.1 Exclusion après lecture du titre

Cette première étape de sélection a permis d'exclure 44 articles dont le titre indiquait :

- une date de publication antérieure à 2010 (n=22) ;
- un sujet n'ayant pas de lien avec la MI-E (n=10) ;
- un schéma d'étude n'étant pas un ECR (n=8) ;
- une population n'étant pas admise dans un service de réanimation (n=4).

Ainsi, à cette étape, 15 articles ont été sélectionnés.

#### 3.1.2.2 Exclusion après lecture de l'abstract

Lors de cette deuxième étape, 8 articles ont été exclus. Les articles dont l'abstract ne respectait pas les critères d'inclusion de la revue ont été écartés pour les raisons suivantes :

- le schéma d'étude n'était pas un ECR (n=1) ;
- la population n'était pas admise en service de réanimation (n=4) ou était sous ventilation mécanique non-invasive (n=1) ;
- l'intervention ne comprenait pas l'utilisation de la MI-E (n=1) ;
- le critère de jugement n'était pas le désencombrement bronchique (n=1).

Dès lors, au terme de cette étape, 7 études ont été sélectionnées.

#### 3.1.2.3 Exclusion après lecture intégrale de l'étude

Au terme de cette dernière étape, 3 études ont été exclues après avoir été lues et analysées dans leur intégralité :

Étude	Motif d'exclusion
<i>Goncalves et al., 2012</i> « Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a randomized controlled trial » [41]	La population ne répond pas aux critères d'inclusion : les patients, extubés, ne sont pas sous ventilation mécanique invasive.
<i>Vianello et al., 2011</i> « Prevention of extubation failure in high-risk patients with neuromuscular disease » [42]	La population ne répond pas aux critères d'inclusion : les patients, extubés, ne sont pas sous ventilation mécanique invasive.
<i>Wibart et al., 2016</i> « Contribution of mechanical in-exsufflation (MI-E) device in preventing post-extubation respiratory failure in patient with critical illness polyneuromyopathy (CIP) - neuromie » [43]	L'article n'est pas disponible dans son intégralité.

*Tableau 4 : Liste des études exclues après lecture intégrale et motifs d'exclusion.*

### 3.1.3 Études incluses

Au terme de ce processus de sélection, 4 études ont été incluses dans cette revue de littérature :

- Coutinho et al., 2018 : « Comparison of Mechanical Insufflation-Exsufflation and Endotracheal Suctioning in Mechanically Ventilated Patients : Effects on Respiratory Mechanics, Hemodynamics, and Volume of Secretion » [44] ;
- Ferreira de Camillis et al., 2018 : « Effects of Mechanical Insufflation-Exsufflation on Airway Mucus Clearance Among Mechanically Ventilated ICU Subjects » [45] ;
- Nunes et al., 2019 : « Mechanical insufflation/exsufflation improves respiratory mechanics in critical care : Randomized crossover trial » [46] ;
- Martínez-Alejos et al., 2021 : « Effects of Mechanical Insufflation-Exsufflation on Sputum Volume in Mechanically Ventilated Critically Ill Subjects » [47].

#### Coutinho et al., 2018

- *Design de l'étude*

L'étude de Coutinho et al. est un ECR croisé (ou en cross-over), ce qui signifie que les patients ont reçu tous les traitements étudiés dans l'étude et que l'ordre de réalisation des traitements a été déterminé par randomisation.

- *Objectif de l'étude*

Cette étude a pour objectif de comparer, sur une population ventilée mécaniquement, l'efficacité de la MI-E et de l'aspiration endotrachéale sur les paramètres mécaniques respiratoires, sur la stabilité hémodynamique et sur le désencombrement bronchique.

- *Population*

Les 43 patients inclus dans cette étude devaient répondre aux critères d'inclusion suivants :

- être un adulte ;
- être sous ventilation mécanique depuis plus de 48 heures ;
- ne pas avoir de traumatisme facial ;
- être hémodynamiquement stable.

Les critères exclusion étaient :

- présenter un antécédent d'emphysème pulmonaire ;
- présenter un barotraumatisme pulmonaire ;
- être atteint de thrombocytopénie ;
- présenter une incapacité à l'application des techniques utilisées dans l'étude.



- *Interventions*

Dans cette étude, les 2 interventions ont été pratiquées avec un jour d'intervalle.

Pour l'intervention A, qui est l'intervention expérimentale, tous les patients ont été traités par MI-E (Philips Respironics, Cough Assist® CA-3000). La séance se composait de 5 séries de 4 cycles de MI-E avec les paramètres suivants :

- mode automatique ;
- une pression d'insufflation de + 40 cmH<sub>2</sub>O et une pression d'exsufflation de - 40 cmH<sub>2</sub>O ;
- un temps inspiratoire et un temps expiratoire de 3 secondes chacun, pas de temps de pause entre les cycles ;
- un temps de pause de 20 secondes entre chaque série.

Une aspiration endotrachéale a été réalisée immédiatement après la fin de l'intervention en respectant les recommandations de l'American Association for Respiratory Care (AARC).

Pour l'intervention B, qui sert de traitement comparateur dans cette étude, seule l'aspiration endotrachéale, comme décrite ci-dessus, a été effectuée.

- *Critères de jugement et outils de mesure*

Le critère de jugement primaire est le désencombrement bronchique mesuré par le volume des sécrétions aspirées immédiatement après la fin de l'intervention. Les sécrétions ont été recueillies dans un collecteur de sécrétions bronchiques jetable. 10 mL de solution saline stérile ont ensuite été instillés afin de nettoyer le tube d'aspiration de toute sécrétion. Une balance de précision a permis de peser le poids total du collecteur après recueil des sécrétions. Le poids du collecteur et le poids de la solution saline instillée ont ensuite été soustraits afin d'obtenir le volume total des sécrétions aspirées.

Le critère de jugement secondaire porte sur les paramètres hémodynamiques suivants : fréquence cardiaque (FC), pression artérielle systolique (PAS), pression artérielle diastolique (PAD) et pression artérielle moyenne (PAM). Ces données ont été relevées sur le moniteur de surveillance.

Les paramètres respiratoires sont un autre critère de jugement secondaire. Les valeurs du volume courant, de la ventilation minute, de la fréquence respiratoire (FR), de la compliance pulmonaire dynamique et de la résistance vasculaire pulmonaire ont été collectées sur le respirateur artificiel.

- *Conclusion donnée par les auteurs*

Coutinho et al. ont conclu que la MI-E n'a pas permis d'améliorer le désencombrement bronchique des patients ventilés mécaniquement. De plus, elle n'a pas modifié les paramètres respiratoires ainsi que la stabilité hémodynamique.

- *Design de l'étude*

L'étude de Ferreira de Camillis et al. est un ECR en groupes parallèles, c'est-à-dire que les patients participant à l'étude ont été divisés en deux groupes (groupe intervention et groupe contrôle) et chaque groupe a reçu, de façon simultanée, un seul traitement.

Il s'agit d'un essai clinique ouvert, autrement dit ni le patient ni le thérapeute ne sont en aveugle.

- *Objectif de l'étude*

Le but de cette étude est d'évaluer l'efficacité de la MI-E sur le désencombrement bronchique chez des patients admis en service de réanimation et sous ventilation mécanique.

- *Population*

Les 180 patients inclus dans cette étude devaient répondre à plusieurs critères d'inclusion :

- être âgé de plus de 18 ans ;
- être admis en réanimation et être sous ventilation mécanique depuis au moins 24 heures ;
- avoir des paramètres ventilatoires et hémodynamiques stables :
  - pression expiratoire positive (PEP) inférieure ou égale à 8cm d'H<sub>2</sub>O ;
  - fraction inspirée en oxygène (FiO<sub>2</sub>) inférieure ou égale à 0,40 ;
  - ratio PaO<sub>2</sub> sur FiO<sub>2</sub> supérieur ou égal à 150 ;
  - FR inférieure à 35 cycles par minute ;
  - FC inférieure à 130 battements par minute ;
  - PAS comprise entre 90 et 160 mmHg ou PAD comprise entre 50 et 110 mmHg.

Les critères d'exclusion étaient :

- être atteint d'une maladie neuromusculaire ;
- bénéficier de soins palliatifs ;
- avoir un pneumothorax non drainé ou un emphysème sous-cutané (contre-indications à l'utilisation de la MI-E).

- *Intervention*

Les 90 patients du groupe intervention ont été traités par MI-E. Les patients, placés en décubitus dorsal, ont réalisé avec le kinésithérapeute 3 séries de 10 cycles de MI-E avec les paramètres suivants :

- une pression d'insufflation de + 40 cmH<sub>2</sub>O et une pression d'exsufflation de - 40 cmH<sub>2</sub>O ;
- un temps inspiratoire de 2 secondes et un temps expiratoire de 3 secondes, suivis d'un temps de pause de 2 secondes avant le cycle suivant.

Une aspiration endotrachéale a été réalisée 5 minutes après la fin de l'intervention.

Aucune aspiration endotrachéale ni aucun bolus de sédatifs ou d'analgésiques n'a été fait durant les 3 heures précédant l'intervention.

- *Traitement comparateur*

Les 90 patients constituant le groupe contrôle ont bénéficié d'une séance de kinésithérapie respiratoire (KR). La séance de KR est composée de manœuvres de compressions et de vibrations manuelles. Celles-ci ont été effectuées en plaçant le patient en décubitus latéral gauche, puis en décubitus latéral droit afin de cibler un poumon, puis l'autre. La séance de KR a duré 10 minutes, les manœuvres étant réalisées 5 minutes de chaque côté. Une auscultation pulmonaire et un contrôle des courbes du respirateur ont été réalisés suite à la séance de KR afin de s'assurer de l'absence de sécrétion dans l'arbre bronchique.

Une aspiration endotrachéale a été réalisée 5 minutes après la fin de l'intervention.

Pour le groupe contrôle également, aucune aspiration endotrachéale ni aucun bolus de sédatifs ou d'analgésiques n'a été fait durant les 3 heures précédant l'intervention.

- *Critères de jugement et outils de mesure*

Le critère de jugement principal de cette étude est le désencombrement bronchique mesuré par le poids des sécrétions aspirées 5 minutes après l'intervention. Un infirmier en aveugle a recueilli les sécrétions dans un flacon stérile de 9,10 g, puis les a pesées grâce à une balance de précision. Si une solution saline a dû être utilisée afin d'évacuer toutes les sécrétions de la sonde d'aspiration, son poids a été soustrait pour obtenir le résultat final.

Le critère de jugement secondaire porte sur la mécanique ventilatoire. Ont été évaluées la variation de la compliance pulmonaire statique, celle de la résistance des voies aériennes ainsi que celle du travail des muscles inspiratoires. Pour quantifier ces variations, une mesure de ces paramètres a été effectuée 5 minutes avant et 5 minutes après l'intervention.

La survenue d'évènements indésirables (ventilatoires ou hémodynamiques) constitue un autre critère de jugement secondaire. Un évènement indésirable ventilatoire est caractérisé par une baisse de 3% de la saturation pulsée en oxygène (SpO<sub>2</sub>). Un évènement indésirable hémodynamique est défini comme une PAS diminuant en dessous de 90 mmHg.

- *Conclusion donnée par les auteurs*

Ferreira de Camillis et al. ont conclu que l'utilisation de la MI-E a permis un meilleur désencombrement que la kinésithérapie respiratoire seule, tout en étant sûre.

## **Nunes et al., 2019**

- *Design de l'étude*

L'étude de Nunes et al. est un ECR croisé.

Il s'agit d'un essai clinique en simple aveugle, c'est-à-dire que le patient ignore quel traitement il reçoit.

- *Objectifs de l'étude*

L'objectif principal est d'évaluer et de confronter les effets de la MI-E sur les paramètres ventilatoires lorsqu'elle est utilisée à deux pressions différentes chez le patient intubé sous ventilation mécanique invasive.

Le but secondaire est d'examiner et de comparer l'utilisation de la MI-E avec celle de l'aspiration endotrachéale seule sur les paramètres hémodynamiques et le désencombrement bronchique.

- *Population*

16 patients respectant les critères d'inclusion cités ci-dessous ont été inclus dans l'étude :

- être âgé de plus de 18 ans ;
- être intubé et sous ventilation mécanique en mode VAC en volume depuis au moins 24 heures ;
- avoir un score de Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS) de - 4 (sédation profonde) ou de - 5 (coma) ;
- être hémodynamiquement stable : PAS entre 90 et 160 mmHg ou PAD entre 50 et 110 mmHg.

Les critères d'exclusion étaient :

- présenter un SDRA ou une BPCO exacerbée ;
- avoir une fistule bronchopleurale ;
- présenter un risque de pneumothorax ;
- présenter de l'hypertension intracrânienne ;
- être hémodynamiquement instable : administration de noradrénaline ou de tout autre médicament cardiovasculaire ;
- avoir été admis en réanimation dans le cadre d'un suivi post-opératoire ou suite à un trauma ;
- bénéficier de soins palliatifs.

- *Interventions*

Dans cette étude, les trois interventions ont été administrées dans la même journée avec un intervalle de temps de 3 heures entre chaque.

Pour l'intervention A, qui l'intervention expérimentale, les patients ont été traités par MI-E (Philips Respironics, Cough-Assit®). Une fois placés en décubitus dorsal, ils ont reçu une séance de MI-E composée de 4 séries de 4 cycles respiratoires avec les paramètres suivants :

- mode automatique ;
- une pression d'insufflation de + 50 cmH<sub>2</sub>O et une pression d'exsufflation de - 50 cmH<sub>2</sub>O ;
- un temps inspiratoire de 2,5 secondes, un temps expiratoire d'1,5 seconde et un temps de pause de 0,5 seconde entre les cycles respiratoires ;
- un temps de pause de 20 secondes entre chaque série.

Une aspiration endotrachéale respectant les recommandations de l'AARC a été réalisée immédiatement après la fin de l'intervention.

Pour différencier les interventions expérimentales, celle-ci sera définie comme l'intervention expérimentale 50P.

L'intervention A bis était quasiment identique à l'intervention A. Seules les pressions d'insufflation et d'expiration ont été modifiées à + 30 cmH<sub>2</sub>O et - 30 cmH<sub>2</sub>O respectivement.

Toujours dans le but de différencier les interventions expérimentales, celle-ci sera définie comme l'intervention expérimentale 30P.

Pour l'intervention B, qui sert de traitement comparateur dans cette étude, seule l'aspiration endotrachéale, comme décrite ci-dessus, a été effectuée.

Une aspiration endotrachéale a été réalisée à chaque patient 2 heures avant le début des interventions afin de normaliser le volume de sécrétions présentes dans les voies aériennes. De plus, aucune manœuvre d'hygiène bronchique ne devait être effectuée entre les différents traitements.

- *Critères de jugement et outils de mesure*

Le critère de jugement primaire de cette étude est la mécanique ventilatoire, étudiée par plusieurs paramètres : la pression inspiratoire maximale, la pression de plateau, la résistance des voies aériennes et la compliance pulmonaire statique. Ces paramètres ventilatoires ont été calculés grâce aux données collectées après la réalisation d'une pause inspiratoire de 2-3 secondes et conformément aux recommandations du Brazilian Guidelines on Mechanical Ventilation. Toutes ces données ont été recueillies 5 minutes avant l'intervention, immédiatement après et 10 minutes après l'intervention.

Les paramètres hémodynamiques tels que la FC, la PAS, la PAD et la SpO<sub>2</sub> sont un des critères de jugement secondaires. Toutes ces données ont été recueillies sur le moniteur de surveillance 5 minutes avant l'intervention, immédiatement après et 10 minutes après l'intervention.

L'autre critère de jugement secondaire est le désencombrement bronchique, mesuré par le poids des sécrétions aspirées. Celles-ci ont été collectées dès la fin de l'intervention dans un flacon. 10 mL de solution saline stérile ont ensuite été instillés afin de nettoyer le tube d'aspiration de toute sécrétion. Une balance de précision a permis de peser le poids total du flacon après recueil des sécrétions. Le poids du collecteur et le poids de la solution saline instillée ont ensuite été soustraits afin d'obtenir le volume total des sécrétions aspirées.

- *Conclusion donnée par les auteurs*

Nunes et al. ont conclu que l'utilisation de la MI-E à haute pression ( $\pm 50$  cmH<sub>2</sub>O) a une meilleure efficacité sur le désencombrement bronchique, améliore les paramètres respiratoires et n'entraîne pas d'effet indésirable sur le plan hémodynamique.

## **Martínez-Alejos et al., 2021**

- *Design de l'étude*

L'étude de Martínez-Alejos et al. est un ECR croisé.

Il s'agit d'un essai clinique en simple aveugle.

- *Objectifs de l'étude*

Cette étude a pour principal objectif d'évaluer les effets de l'utilisation de la MI-E en complément de la KR manuelle sur le désencombrement bronchique.

Elle a également pour objectif d'apprécier les éventuelles variations des paramètres ventilatoires et hémodynamiques ainsi que les potentiels évènements indésirables lors de l'association de la MI-E et de la KR manuelle.

- *Population*

Les 26 patients inclus dans cette étude devaient répondre aux critères d'inclusion suivants :

- être âgé de plus de 18 ans ;
- être intubé et sous ventilation mécanique depuis plus de 48 heures ;
- avoir un score RASS entre - 3 (sédation modérée) et de - 5 (coma) :

Les critères d'exclusion étaient :

- présenter un traumatisme pulmonaire, un emphysème pulmonaire ou un pneumothorax ;
- présenter un barotraumatisme dû à la ventilation mécanique ;
- être instable du point de vue ventilatoire : PEP supérieure à 10 mmHg ou SpO<sub>2</sub> inférieure à 90% ;
- avoir une PAM inférieure à 65 mmHg.

- *Traitements*

Il a été décidé que les 2 interventions se feraient durant la même journée avec un intervalle de temps de 4 heures.

L'intervention A, qui est l'intervention expérimentale, consistait en une séance de KR manuelle suivie d'un protocole de MI-E (Philips Respironics, Cough-Assit® E70).

Après avoir placé le patient en position semi-couchée (tête du lit inclinée à 30°), le kinésithérapeute a tout d'abord procédé à une auscultation pulmonaire afin de réaliser les techniques de KR manuelles les plus adaptées à l'encombrement bronchique. Il a ensuite effectué soit des compressions manuelles douces et prolongées si les sécrétions étaient au niveau des voies aériennes distales, soit des compressions fortes et rapides si l'encombrement était proximal.

Ensuite, les patients ont reçu une séance de MI-E composée de 4 séries de 5 cycles respiratoires de MI-E avec les paramètres suivants :

- mode automatique ;
- une pression d'insufflation de + 40 cmH<sub>2</sub>O et une pression d'exsufflation de - 40 cmH<sub>2</sub>O ;
- un temps inspiratoire de 3 secondes, un temps expiratoire de 2 secondes et un temps de pause d'1 seconde entre les cycles respiratoires ;
- un temps de pause d'1 minute entre chaque série.

Une aspiration endotrachéale a été réalisée immédiatement après la fin de l'intervention en respectant les recommandations de l'AARC.

L'intervention B, qui est le traitement comparateur, se composait seulement de la KR manuelle, suivie de l'aspiration d'endotrachéale.

Aucune aspiration endotrachéale n'a été réalisée dans les 4 heures précédant les interventions ainsi qu'entre les interventions.

Le protocole de MI-E était interrompu si l'un des évènements indésirables suivants apparaissaient :

- pneumothorax ;
- chute de la SaO<sub>2</sub> en-dessous de 85% ou diminution de celle-ci de plus de 10% par rapport à la valeur de départ ;
- augmentation ou diminution de la FC de plus de 20% par rapport à la valeur de départ ;
- augmentation ou diminution de la PAS ou de la PAD de plus de 20% par rapport aux valeurs de départ.

- *Critères de jugement et outils de mesure*

Le critère de jugement primaire de cette étude est le désencombrement bronchique, mesuré par le volume des sécrétions aspirées. Les sécrétions ont été recueillies immédiatement après l'intervention dans un collecteur stérile. Si besoin, 5 mL de solution saline pouvaient être instillés dans la sonde d'aspiration afin de décoller les sécrétions plus adhérentes. Le volume total des sécrétions aspirées a été obtenu après avoir soustrait le volume de solution saline instillé.

Les paramètres ventilatoires sont un des critères de jugement secondaires. Les valeurs du volume courant, du débit inspiratoire de pointe (DIP), du débit expiratoire de pointe (DEP) et des pressions des voies aériennes ont été collectées grâce à un moniteur de mécanique respiratoire avant l'intervention, après l'aspiration endotrachéale et 1 heure après la fin de l'intervention. Grâce à ces données, la différence DEP-DIP et le ratio DEP:DIP ont également été calculés.

La compliance du système respiratoire, la résistance des voies aériennes et la résistance des tissus pulmonaires sont d'autres critères de jugement secondaires qui ont été calculés.

D'autres critères de jugement secondaires, les paramètres hémodynamiques (FC, PAS, PAD) et les gaz du sang artériel (PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>), ont été collectés avant, pendant et après l'intervention.

- *Conclusion donnée par les auteurs*

Martínez-Alejos et al. ont conclu que l'utilisation de la MI-E en association avec la kinésithérapie respiratoire manuelle permet un désencombrement bronchique plus important en comparaison à la kinésithérapie respiratoire seule. De plus, aucune modification importante des paramètres hémodynamiques, ni aucun évènement indésirable n'ont été observés.

### **3.1.4 Synthèse et comparaison des études incluses**

Afin de synthétiser ces informations et de comparer plus facilement les caractéristiques des études entre elles, des tableaux ont été réalisés :

- un tableau centré sur les critères d'inclusion et d'exclusion des populations est présenté en *annexe 2* ;
- un tableau centré sur les interventions et traitements comparatifs est présenté en *annexe 3* ;
- un tableau centré sur les critères de jugement est présenté en *annexe 4*.

## 3.2 Risque de biais des études incluses

Afin de s'assurer de la qualité méthodologique des études incluses dans la revue de littérature, celles-ci ont été évaluées grâce à l'échelle PEDro.

Évaluer la qualité méthodologique de chaque étude est primordial afin de réaliser une analyse critique de chacune d'elles en recherchant les potentiels biais présents. Un biais est un élément engendrant des erreurs dans les résultats d'une étude. De ce fait, moins une étude présentera de biais, plus ses résultats seront fiables.

### 3.2.1 Échelle PEDro

L'échelle PEDro permet d'apprécier la qualité d'un ECR en évaluant sa validité externe, sa validité interne ainsi que sa pertinence clinique.

Cette échelle comprend 11 items. L'item 1 permet d'étudier la validité externe. Les items 2 à 9 évaluent quant à eux la validité interne. Les items 10 et 11 examinent les données statistiques et l'interprétation des résultats.

Concernant les items 2 à 11, ils permettent d'évaluer différents types de biais :

- les items 2 à 4 évaluent le biais de sélection ;
- les items 5 et 6 évaluent le biais de performance ;
- l'item 7 évalue le biais d'évaluation ;
- l'item 8 évalue le biais de suivi ;
- l'item 9 évalue le biais d'attrition ;
- les items 10 et 11 évaluent les biais d'interprétation.

L'échelle PEDro permet, in fine, de noter l'étude évaluée sur 10 points (l'item 1 ne rentrant pas en compte dans la notation). Plus la note se rapproche de 10, plus la qualité de l'ECR est élevée.

L'échelle PEDro est présentée en *annexe 1*.

### 3.2.2 Synthèse des biais retrouvés

	Items PEDro											Score final
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Coutinho et al., 2018</b>	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	6/10
<b>Ferreira de Camillis et al., 2018</b>	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	8/10
<b>Nunes et al., 2019</b>	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	7/10
<b>Martínez-Alejos et al., 2021</b>	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	5/10

*Tableau 5 : Score PEDro des études incluses*



### 3.2.2.1 Validité externe

Toutes les études incluses ont une bonne validité externe : la source de recrutement des patients ainsi que les critères d'éligibilité (critères d'inclusion et d'exclusion) sont précisés dans l'étude.

### 3.2.2.2 Biais de sélection

Concernant l'item 2, relatif à la randomisation, il a été respecté dans chaque étude. Pour l'étude de Ferreira de Camillis et al., les patients ont bien été repartis aléatoirement entre le groupe intervention et le groupe contrôle. À propos des trois autres études, il s'agit de l'ordre des traitements reçus qui a bien été attribué aléatoirement.

L'item 3, relatif à l'assignation secrète, n'a été respecté que dans l'étude de Ferreira de Camillis et al. Pour les trois autres études, aucune mention ne prouve que la personne ayant sélectionné les patients ne connaissait pas, au moment de les inclure dans l'étude, dans quel groupe ils seraient assignés ou dans quel ordre ils recevraient les traitements.

Ce biais peut compromettre la randomisation et avoir des répercussions sur la taille d'effet.

L'item 4, relatif à la similitude des groupes de l'étude, a été respecté dans chaque étude.

### 3.2.2.3 Biais de performance

Concernant l'item 4, relatif à la mise en aveugle des patients, seules deux études ont respecté ce critère. Dans les études de Nunes et al. ainsi que de Martínez-Alejos et al. les patients sont en aveugle du fait de leur état de conscience (patients sédatisés ou comateux). Pour les autres, rien n'indique que les patients ont été mis en aveugle.

L'effet ou l'absence d'effet du traitement pourrait ainsi être biaisé car il est impossible de savoir si cela est en partie dû à l'effet placebo.

L'item 5, relatif quant à lui à la mise en aveugle des thérapeutes, n'a été respecté dans aucune des études.

L'effet ou l'absence d'effet du traitement pourrait ainsi être biaisé par l'enthousiasme ou le manque d'enthousiasme du thérapeute.

### 3.2.2.4 Biais d'évaluation

L'item 7, relatif à la mise en aveugle de l'examineur, n'a été respecté que dans l'étude de Ferreira de Camillis et al. dans laquelle un infirmier en aveugle a procédé à l'évaluation des critères de jugement. Concernant les autres études, les examineurs n'étaient pas en aveugle puisque ce sont les thérapeutes eux-mêmes qui ont évalué les différents critères de jugement.

L'effet ou l'absence d'effet du traitement pourrait être biaisé par les mesures des résultats qui ont pu être affectées par l'examineur.

### 3.2.2.5 *Biais de suivi*

Concernant l'item 8, relatif au suivi des patients au cours de l'étude, il a été respecté dans trois études. Seule l'étude de Martínez-Alejos et al. n'a pas respecté ce critère. En effet, sur les 26 patients ayant commencé l'étude, on décompte 4 perdus de vue : 3 patients ont vu leur score RASS augmenter au-dessus de - 3 avant de finir l'étude, et les mesures du critère de jugement principal n'ont pas pu être effectuées pour 1 patient à cause d'un dysfonctionnement du système d'aspiration. Ainsi les mesures du critère de jugement principal n'ont pas pu être recueillies pour au moins 85% des patients, mais seulement pour 84,6%.

### 3.2.2.6 *Biais d'attrition*

L'item 9 a été respecté pour 3 études : l'étude de Coutinho et al., celle de Ferreira de Camillis et al. et celle de Nunes et al. L'étude de Martínez-Alejos présente quant à elle un biais d'attrition puisque la mention « en intention de traiter » n'apparaît pas. De plus, il n'est pas explicitement précisé que les perdus de vue aient été comptabilisés dans l'analyse finale.

### 3.2.2.7 *Biais d'interprétation*

Aucune des études incluses dans la revue de littérature ne présente de biais d'interprétation. Ceci signifie que pour chaque étude, les informations statistiques sont suffisantes pour pouvoir interpréter les résultats. La taille d'effet, le coefficient de signification p et l'intervalle de confiance sont soit donnés explicitement, soit suffisamment d'informations sont présentes dans l'étude pour pouvoir les calculer.

## 3.3 Efficacité de l'intervention

Cette revue de littérature cherche à étudier et à analyser l'intérêt que présente l'utilisation de la MI-E dans le désencombrement bronchique du patient intubé et ventilé en réanimation.

### 3.3.1 **Description des indicateurs statistiques**

Afin de pouvoir apprécier l'efficacité de la MI-E, la significativité statistique ainsi que la pertinence clinique des résultats obtenus doivent être analysées de manière juste et précise. Pour ce faire, quatre indicateurs statistiques sont utiles : le coefficient de signification, la taille d'effet, l'intervalle de confiance et la différence minimale cliniquement importante.

#### 3.3.1.1 *Coefficient de signification*

Le coefficient de signification p permet de savoir si la différence observée entre les résultats du groupe intervention (ou de l'intervention expérimentale) et les résultats du groupe contrôle (ou de l'intervention comparative) suite au traitement est due au hasard.

Pour pouvoir affirmer que le résultat obtenu n'est pas dû qu'au hasard, le coefficient de signification  $p$  doit être inférieur à une valeur précisée dans l'étude. Généralement la valeur choisie est 0,05.

Si  $p \leq 0,05$ , alors le résultat est statistiquement significatif et a moins de 5% de chance d'être dû au hasard. En revanche si  $p > 0,05$ , alors le résultat n'est pas statistiquement pas significatif et a plus de 5% de chance d'être dû au hasard.

On parle d'hypothèse nulle lorsque l'intervention expérimentée ne présente pas plus d'intérêt que l'intervention contrôle. Le coefficient de signification  $p$  permet d'estimer la présomption contre l'hypothèse nulle :

- $p \leq 0,001$  : présomption extrêmement forte contre l'hypothèse nulle ;
- $0,001 < p \leq 0,01$  : très forte présomption contre l'hypothèse nulle ;
- $0,01 < p \leq 0,05$  : forte présomption contre l'hypothèse nulle ;
- $0,05 < p \leq 0,1$  : faible présomption contre l'hypothèse nulle ;
- $p > 0,1$  : pas de présomption contre l'hypothèse nulle.

Le coefficient de signification  $p$  renseigne sur l'existence d'effet que peut avoir un traitement, mais pas sur l'importance de cet effet. De ce fait, la signification statistique d'un traitement ne permet pas de juger de sa pertinence clinique.

### 3.3.1.2 Taille d'effet

La taille d'effet permet d'apprécier et d'estimer l'effet du traitement sur un critère de jugement donné. Plus la taille d'effet est importante, plus le traitement sera efficace pour le critère de jugement étudié. La taille d'effet permet de réaliser une analyse intergroupe des résultats obtenus. Pour l'obtenir, il suffit de soustraire la moyenne des résultats post-traitement du groupe intervention (ou de l'intervention A) et la moyenne des résultats post-traitement du groupe contrôle (ou de l'intervention B). La taille d'effet est calculée pour un critère de jugement donné, à un instant T.

### 3.3.1.3 Intervalle de confiance

L'intervalle de confiance (IC) est l'outil de référence pour estimer la taille d'effet d'un traitement, autrement dit sa pertinence clinique. L'IC apporte ainsi une précision sur la significativité statistique et clinique du résultat par rapport au coefficient de signification  $p$  [43].

L'IC à 95% permet de donner une plage de valeurs qui englobera 95% des résultats obtenus dans la population générale. Il permet donc d'avoir une estimation de la réalité. En effet, l'IC permet de savoir si les résultats obtenus pour l'échantillon de patients inclus dans l'étude sont applicables à une population cible plus large.

Pour savoir si le résultat est statistiquement significatif, il faut s'intéresser à la position de l'IC par rapport à la valeur nulle (0) [48]. Si l'IC ne croise pas la valeur nulle, le résultat est considéré comme statistiquement significatif. En revanche, s'il passe par la valeur nulle (0), le résultat est non statistiquement significatif et l'intervention étudiée peut avoir soit un effet bénéfique, soit un effet nul voire délétère sur le critère de jugement étudié.

Pour apprécier l'importance de l'effet de l'intervention et donc la significativité clinique du résultat, il faut s'intéresser à la valeur du paramètre (milieu de l'IC) ainsi qu'à la position des bornes de l'IC par rapport à la valeur nulle [48]. Si la valeur du paramètre et les bornes de l'IC sont éloignées de la valeur nulle, le résultat peut être considéré comme cliniquement significatif. Si ce n'est pas le cas, le résultat n'est pas cliniquement pertinent.

### 3.3.1.4 Différence minimale cliniquement importante

La différence minimale cliniquement importante (DMCI) est « le plus petit changement de score que les patients perçoivent comme important » [48]. Elle permet donc d'affirmer que le traitement étudié est cliniquement significatif, autrement dit qu'il est pertinent d'un point de vue clinique.

Dans cette revue de littérature, le désencombrement bronchique est mesuré par le poids ou le volume des sécrétions expectorées. Bien que ce soit l'outil de mesure le plus utilisé, il n'est pas considéré comme valide et fiable [24]. De ce fait, aucune recherche n'a été réalisée sur la DMCI à atteindre pour cet outil de mesure. Il n'est donc pas possible d'affirmer avec certitude que les résultats obtenus sont cliniquement significatifs, mais cela peut tout de même être apprécié par l'interprétation de l'IC.

### 3.3.2 Résultats obtenus pour le critère de jugement principal

Pour rappel, le critère de jugement principal est le désencombrement bronchique. Sa mesure se fait grâce au poids ou au volume des sécrétions recueillies. Plus le poids ou le volume est élevé, plus le désencombrement bronchique aura été efficace.

	Moyen d'évaluation	Moyennes des résultats post-intervention	Coefficient de signification p	Taille d'effet	Intervalle de confiance
<b>Coutinho et al., 2018</b>	Poids des sécrétions recueillies (en g)	IE = 8,42 g IC = 7,09 g	p = 0,14 Résultat <b>non statistiquement significatif</b>	<b>1,33 g</b> Effet positif mais <b>faible</b>	IC95% [-0,39 ; 3,05] Résultat <b>non statistiquement significatif</b> <b>Impossibilité de conclure d'une pertinence clinique</b>
<b>Ferreira de Camillis et al., 2018</b>	Poids des sécrétions recueillies (en g)	GI = 2,42 g GC = 1,35 g	p < 0,001 Résultat <b>statistiquement significatif</b>	<b>1,07 g</b> Effet positif mais <b>faible</b>	IC95% [0,49 ; 1,65] Résultat <b>statistiquement significatif</b> et <b>faible pertinence clinique</b>
<b>Nunes et al., 2019</b>	Poids des sécrétions recueillies (en g)	IE 50S = 0,98 g IC = 0,33 g	Non renseigné	<b>0,65 g</b> Effet positif mais <b>très faible</b>	IC95% [0,26 ; 1,04] Résultat <b>statistiquement significatif</b> et <b>très faible pertinence clinique</b>
		IE 30S = 0,73 g IC = 0,33 g	Non renseigné	<b>0,40 g</b> Effet positif mais <b>très faible</b>	IC95% [-0,06 ; 0,86] Résultat <b>non statistiquement significatif</b> <b>Impossibilité de conclure d'une pertinence clinique</b>
<b>Martínez-Alejos et al., 2021</b>	Volume des sécrétions recueillies (en mL)	IE = 3,02 mL IC = 0,84 mL	p < 0,001 Résultat <b>statistiquement significatif</b>	<b>2,18 mL</b> Effet positif mais <b>faible</b>	IC95% [1,24 ; 3,12] Résultat <b>statistiquement significatif</b> et <b>faible pertinence clinique</b>

IE : intervention expérimentale ; IC : intervention comparative ; GI : groupe intervention ; GC : groupe contrôle

Tableau 6 : Résultats obtenus pour le désencombrement bronchique

## 4 Discussion

Cette revue de littérature a pour but d'étudier l'intérêt que peut présenter l'utilisation de la MI-E dans la prise en charge de l'encombrement bronchique chez les patients intubés et ventilés mécaniquement en réanimation.

Afin de répondre à cette problématique, les études incluses vont être analysées pour pouvoir, à l'issue, discuter de l'applicabilité en pratique clinique de la MI-E. Enfin, la qualité des preuves apportées et les biais potentiels de cette revue de littérature seront examinés.

### 4.1 Analyse des études incluses

Les 4 études incluses dans la revue de littérature vont être analysées point par point : leurs populations, leurs interventions, leurs critères de jugement et leurs outils de mesure, ainsi que leurs résultats vont être examinés afin de tenter de répondre à la question clinique posée.

#### 4.1.1 Analyse des populations

##### 4.1.1.1 *Nombre de participants*

Les études de Coutinho et al., de Nunes et al. ainsi que de Martínez-Alejos et al. ont inclus respectivement 43, 16 et 26 participants. Ces tailles d'échantillons sont faibles, voire très faibles, ce qui rend les échantillons peu représentatifs de la population générale.

Ferreira de Camillis et al., eux, ont décidé d'inclure 180 patients dans leur étude. Cet échantillon, plus large, permet à l'étude d'être plus représentative, lui conférant une puissance plus importante que les autres.

Les 4 études incluses ont permis d'obtenir un échantillon total de 265 patients. Celui-ci étant assez faible, les conclusions tirées dans cette revue de littérature seront difficilement projetables sur la population cible, à savoir les patients admis en réanimation.

##### 4.1.1.2 *Critères d'inclusion*

Les critères d'inclusion des études étaient sensiblement identiques (*cf. annexe 2*).

Pour toutes les études, les patients devaient être admis en service de réanimation, intubés et ventilés mécaniquement depuis au moins 24 heures. Ils devaient également tous être hémodynamiquement stables pour pouvoir participer à l'essai clinique.

Certains auteurs ont décidé d'ajouter d'autres critères d'inclusion, tels que l'état de conscience des patients ou le mode de ventilation mécanique dont ils bénéficiaient.

##### 4.1.1.3 *Critères d'exclusion*

Concernant les critères d'exclusion, ils étaient assez hétérogènes (*cf. annexe 2*).

Tous les auteurs se sont accordés à exclure les patients présentant des pathologies ou des problèmes pulmonaires. Cependant, ils n'ont pas tous décidé d'exclure les mêmes.

Les autres critères d'exclusion diffèrent d'une étude à l'autre. Par exemple, Ferreira de Camillis et al. ont décidé d'exclure les patients atteints de maladies neuromusculaires, alors que Nunes et al. ont choisi d'exclure certains patients en fonction de la cause d'admission en réanimation, etc.

#### 4.1.1.4 Âge

Tous les auteurs ont décidé de n'inclure que des patients âgés de plus de 18 ans. Aucun auteur n'a souhaité donner de limite d'âge maximale. La moyenne d'âge des patients inclus dans chaque étude était :

- pour Coutinho et al. : 51 ans ;
- pour Ferreira de Camillis et al. : 74 ans ;
- pour Nunes et al. : 58 ans ;
- pour Martínez-Alejos et al. : 61 ans.

On note une hétérogénéité entre les échantillons avec un âge moyen variant entre 51 et 74 ans.

#### 4.1.1.5 Causes d'admission et durée de séjour en réanimation

Tous les auteurs ont révélé les causes d'admission en réanimation des patients inclus. Ferreira de Camillis et al. ont indiqué si la cause d'admission était médicale ou chirurgicale, contrairement aux autres auteurs qui ont précisé la cause exacte.

Dans l'étude de Nunes et al., il a été décidé que les patients admis en réanimation suite à une chirurgie ou à un traumatisme étaient exclus de l'étude. Ce choix peut entraîner un biais dans l'applicabilité des résultats obtenus sur la population générale puisque que ces causes d'admission sont fréquentes.

Coutinho et al. sont les seuls à avoir indiqué dans leur étude la durée moyenne de séjour en réanimation des patients inclus, laquelle est de 11 jours.

#### 4.1.1.6 Ventilation mécanique

Ferreira de Camillis et al. ainsi que Nunes et al. ont inclus dans leurs études les patients ventilés mécaniquement depuis plus de 24 heures. Coutinho et al. et Martínez-Alejos et al. ont décidé, quant à eux, d'inclure les patients sous ventilation depuis plus de 48 heures.

Les modes de ventilation mécanique appliqués aux patients ont été précisés seulement dans 2 études : celle de Ferreira de Camillis et al. et celle de Nunes et al. Ferreira de Camillis et al. ont inclus les patients sous VC en pression, VC en volume, volume contrôlé à régulation de pression et VS-AI. Nunes et al. ont, quant à eux, inclus seulement des patients sous VAC en volume. On trouve ainsi une hétérogénéité des modes ventilatoires utilisés.

Coutinho et al. ainsi que Martínez-Alejos et al. sont les seuls auteurs à avoir indiqué respectivement la durée moyenne de ventilation mécanique (236 heures) et la durée moyenne d'intubation (111 heures). Il aurait été intéressant d'avoir ces données pour toutes les études sachant que l'intubation et la ventilation mécanique altèrent avec le temps la clairance mucociliaire et la capacité d'expectoration des patients.

#### 4.1.1.7 État de conscience

Nunes et al. ainsi que Martínez-Alejos et al. ont fait le choix d'inclure les patients selon leur état de conscience. Nunes et al. ont décidé d'inclure les patients avec un RASS de - 4 ou - 5. Martínez-Alejos et al. ont, eux, inclus des patients dont le RASS était scoré entre - 3 et - 5. Concernant les autres études, aucune donnée ne renseigne sur l'état de conscience des patients inclus.

Cette donnée ajoute, une fois de plus, des hétérogénéités dans l'échantillon total.

### 4.1.2 Analyse des interventions

Les études de Coutinho et al., de Nunes et al. ainsi que de Martínez-Alejos et al. sont des ECR croisés : tous les patients ont reçu toutes les interventions.

L'étude de Ferreira de Camillis et al. est, quant à elle, un ECR en groupes parallèles : les participants ont été divisés en 2 groupes égaux, un groupe intervention et un groupe témoin, comprenant 90 patients chacun.

#### 4.1.2.1 Intervention expérimentale / groupe intervention

Les 4 études avaient la même intervention expérimentale, à savoir la MI-E. Cependant, elles n'utilisaient pas toutes le même protocole.

Premièrement, le nombre de séries et de cycles effectués différaient :

- pour Coutinho et al. : 5 séries de 4 cycles ;
- pour Ferreira de Camillis et al. : 3 séries de 10 cycles ;
- pour Nunes et al. : 4 séries de 4 cycles ;
- pour Martínez-Alejos et al. : 4 séries de 5 cycles

Deuxièmement, les réglages des pressions n'étaient pas identiques :

- pour Coutinho et al., Ferreira de Camillis et al. et Martínez-Alejos et al. :  $\pm 40$  cmH<sub>2</sub>O ;
- pour Nunes et al. :  $\pm 30$  cmH<sub>2</sub>O et  $\pm 50$  cmH<sub>2</sub>O.

Enfin, les temps d'application de chaque phase étaient également différents selon les études :

- Temps inspiratoire : varie entre 2 et 3 secondes ;
- Temps expiratoire : varie entre 1,5 et 3 secondes ;
- Temps de pause entre les cycles : varie entre 0 et 2 secondes ;
- Temps de pause entre les séries : varie entre 20 secondes et 1 minute.

Cette hétérogénéité dans les protocoles peut s'expliquer par le fait qu'aucune recommandation validée par un comité d'experts n'a été faite sur l'utilisation de la MI-E. Cependant, il est difficile de comparer les résultats obtenus lorsque la technique utilisée n'est pas réalisée de la même manière. Ceci peut avoir un impact sur les résultats obtenus et l'efficacité de la MI-E qu'il ne faudra pas négliger.

De plus, dans l'étude de Martínez-Alejos et al., il a été décidé que le protocole de MI-E serait précédé d'une séance de KR manuelle. Ceci rend la comparaison des résultats obtenus difficile. En effet, associer les deux techniques peut impacter les résultats obtenus car la KR manuelle pourrait potentialiser, ou non, l'effet de la MI-E.

Pour les 4 études, l'intervention expérimentale se terminait par une aspiration endotrachéale.

#### *4.1.2.2 Intervention comparative / groupe contrôle*

Concernant l'intervention comparative, elles différaient selon les études.

Coutinho et al. ainsi que Nunes et al. ont décidé que l'intervention expérimentale serait comparée à l'aspiration endotrachéale seule.

Ferreira de Camillis et al. ainsi que Martínez-Alejos et al. ont fait le choix de comparer l'utilisation de la MI-E à une séance de KR manuelle suivie d'une aspiration endotrachéale.

Cependant, même si ces deux études avaient le même traitement comparateur, les protocoles de KR appliqués aux patients différaient. Dans l'étude de Ferreira de Camillis et al., des compressions et des vibrations thoraciques étaient appliquées aux patients : 5 minutes en décubitus latéral droit et 5 minutes en décubitus latéral gauche. Dans l'étude de Martínez-Alejos, des compressions thoraciques étaient appliquées en position semi-couchée.

De plus, les techniques utilisées lors de la séance de KR n'ont été précisées dans aucune des études.

#### **4.1.3 Analyse du critère de jugement principal et de ses outils de mesure**

Le critère de jugement principal de cette revue de littérature est le désencombrement bronchique.

Le désencombrement bronchique était le critère de jugement principal pour les études de Coutinho et al., de Ferreira de Camillis et al. ainsi que de Martínez-Alejos et al. Dans l'étude de Nunes et al., il s'agissait d'un critère de jugement secondaire.

Coutinho et al., Ferreira de Camillis et al. et Nunes et al. ont décidé de mesurer le désencombrement bronchique grâce au poids (en grammes) des sécrétions recueillies. Martínez-Alejos et al. ont, quant à eux, fait le choix de le mesurer grâce au volume (en millilitres) des sécrétions recueillies.

Cette hétérogénéité pour l'outil de mesure du critère de jugement entraîne une impossibilité de comparer cette dernière étude avec les 3 autres.

Le recueil des sécrétions a été effectué par aspiration endotrachéale 5 minutes après la fin de l'intervention pour l'étude de Ferreira de Camillis et al. Pour les autres études, il a été réalisé par aspiration endotrachéale immédiatement à la fin de l'intervention.

Concernant le protocole d'aspiration endotrachéale, toutes les études ont suivi les recommandations de l'AARC, excepté celle de Ferreira de Camillis et al. qui n'a pas précisé le protocole utilisé.



#### 4.1.4 Analyse des résultats pour le critère de jugement principal

Au vu de la variabilité des interventions expérimentales, des interventions comparatives et des outils de mesure du critère de jugement principal, il est apparu assez compliqué de réaliser un regroupement des résultats obtenus. De ce fait, il a paru plus judicieux d'analyser les résultats par étude.

Pour rappel, le coefficient de signification  $p$  juge de la significativité statistique du résultat en étudiant si celui-ci est dû ou non au hasard.

La taille d'effet permet d'apprécier et d'estimer l'effet du traitement sur un critère de jugement donné. L'IC à 95% apporte une précision sur la significativité statistique et apprécie la pertinence clinique du résultat.

##### **Coutinho et al., 2018**

Dans cet essai croisé, les 43 patients inclus ont reçu tous les traitements. L'intervention expérimentale était composée d'un protocole de MI-E suivi d'une aspiration endotrachéale. L'intervention comparative ne comprenait que l'aspiration endotrachéale.

Pour l'intervention expérimentale, la moyenne post-traitement des résultats obtenus est de 8,42 g de sécrétions recueillies. Pour l'intervention comparative, la moyenne post-traitement est de 7,09 g.

Le résultat obtenu n'est pas statistiquement significatif car le coefficient de signification  $p$  est égal à 0,14. Le résultat a donc 14% de chance d'être dû au hasard.

De plus, puisque  $p$  est supérieur à 0,05, il n'y a pas de présomption contre l'hypothèse nulle, par conséquent le traitement expérimental n'apporte rien de plus que le traitement comparatif.

La taille d'effet de + 1,33 g signifie que le protocole de MI-E est efficace pour le désencombrement bronchique. Cette valeur étant basse, l'efficacité est considérée comme faible. Cependant, il ne faut pas négliger le fait que celle-ci est potentiellement due au hasard.

L'IC à 95% [-0,39 ; 3,05] présume que l'utilisation de la MI-E pourrait avoir un effet délétère comme bénéfique sur le désencombrement bronchique par rapport à l'aspiration endotrachéale. Même si l'effet positif est plus important, il ne faut pas négliger l'effet délétère. Cet intervalle suggère que la MI-E peut induire une augmentation maximale de 3,05g du poids des sécrétions recueillies. Toutefois, il suggère également que la MI-E peut entraîner une baisse maximale de 0,39 g du poids des expectorations.

L'IC croisant la valeur nulle (0), le résultat n'est pas statistiquement significatif, ce qui est cohérent avec la valeur du coefficient de signification  $p$ .

Puisque le résultat n'est statistiquement pas significatif et a des chances d'être dû au hasard, il est impossible de conclure de la pertinence clinique de la MI-E sur le désencombrement bronchique par rapport à l'aspiration endotrachéale.

## **Ferreira de Camillis et al., 2018**

Dans cet essai en groupes parallèles, les 180 patients inclus ont été divisés en 2 groupes égaux. Le groupe intervention a reçu une séance de MI-E suivie d'une aspiration endotrachéale tandis que le groupe contrôle a reçu une séance de KR manuelle suivie d'une aspiration endotrachéale.

Pour le groupe intervention, la moyenne post-traitement des résultats obtenus est de 2,42 g de sécrétions recueillies. Pour le groupe témoin, la moyenne post-traitement est de 1,35 g.

Le coefficient de signification  $p$  permet de déclarer que le résultat obtenu est statistiquement significatif. En effet, puisque  $p$  est inférieur à 0,001, le résultat n'a quasiment aucune chance d'être dû au hasard.

Par ailleurs,  $p$  étant inférieur à 0,001, il est possible d'affirmer qu'il y a une présomption extrêmement forte contre l'hypothèse nulle, donc il a peu de chances que la MI-E ne présente aucun intérêt par rapport à l'aspiration endotrachéale.

La taille d'effet de + 1,07 g indique que l'utilisation de la MI-E favorise le désencombrement bronchique par rapport à la KR manuelle. L'effet de la MI-E sur l'expectoration des sécrétions n'est pas très important car la taille d'effet est faible.

L'IC à 95% [0,49 ; 1,65] montre que la MI-E a un effet strictement positif sur le désencombrement bronchique avec une augmentation du poids des sécrétions recueillies pouvant aller de 0,49 à 1,65 g. L'IC ne croisant pas la valeur nulle (0), le résultat est considéré comme statistiquement significatif, ce qui est en accord avec le coefficient de signification  $p$ .

L'intervalle étant étroit, ses bornes et la valeur du paramètre étant au-dessus de la valeur nulle (0), le résultat obtenu semble être cliniquement significatif. Cependant, il reste proche de 0 donc l'effet n'est pas très important.

Ainsi, le résultat de cette étude sur le désencombrement bronchique est statistiquement significatif. Quant à la significativité clinique, on présume que l'utilisation de la MI-E atteint une faible pertinence clinique.

## **Nunes et al., 2019**

Dans cet essai croisé, les 16 patients inclus ont reçu tous les traitements. L'intervention expérimentale 50P était composée d'un protocole de MI-E à des pressions de  $\pm 50$  cmH<sub>2</sub>O suivi d'une aspiration endotrachéale. L'intervention expérimentale 30P était composée d'un protocole de MI-E à des pressions de  $\pm 30$  cmH<sub>2</sub>O suivi d'une aspiration endotrachéale. L'intervention comparative ne comprenait que l'aspiration endotrachéale.

### *Intervention expérimentale 50P versus Intervention comparative*

Pour l'intervention expérimentale 50P, la moyenne post-traitement des résultats obtenus est de 0,98 g de sécrétions recueillies. Pour l'intervention comparative, la moyenne post-traitement est de 0,33 g.

Les auteurs n'ont pas renseigné le coefficient de signification p. Il est donc impossible de savoir à quel point le résultat obtenu est dû au hasard.

La taille d'effet de + 0,65 g révèle que l'utilisation de la MI-E  $\pm$  50 cmH<sub>2</sub>O favorise l'expectoration des sécrétions par rapport à l'aspiration endotrachéale seule. Cependant étant très proche de 0, l'effet de la MI-E est minime.

L'IC à 95% [0,26 ; 1,04] indique que l'utilisation de la MI-E à  $\pm$  50 cmH<sub>2</sub>O a un effet positif sur le désencombrement bronchique avec une augmentation du poids des sécrétions recueillies pouvant aller de 0,26 g à 1,04 g.

Vu que l'IC ne croise pas la valeur nulle (0), le résultat est statistiquement significatif.

Bien que l'intervalle soit étroit, ses bornes et le paramètre sont très proches de 0. De ce fait, même si l'effet est positif, il est également très faible.

Le résultat de cette étude sur le désencombrement bronchique est donc statistiquement significatif mais on présume toutefois que l'utilisation de la MI-E  $\pm$  50 cmH<sub>2</sub>O atteint une pertinence clinique minime.

#### *Intervention expérimentale 30P versus Intervention comparative*

Pour l'intervention expérimentale 30P, la moyenne post-traitement des résultats obtenus est de 0,73 g de sécrétions recueillies. Pour l'intervention comparative, la moyenne post-traitement est de 0,33 g.

Les auteurs n'ont pas renseigné le coefficient de signification p. Il est donc impossible de savoir à quel point le résultat obtenu est dû au hasard.

La taille d'effet de + 0,40 g révèle que l'utilisation de la MI-E à  $\pm$  30 cmH<sub>2</sub>O favorise l'expectoration des sécrétions par rapport à l'aspiration endotrachéale seule. Cependant étant très proche de 0, l'effet de la MI-E est minime.

L'IC à 95% [-0,06 ; 0,86] indique que l'utilisation de la MI-E à  $\pm$  30 cmH<sub>2</sub>O pourrait avoir un effet délétère comme bénéfique sur le désencombrement bronchique par rapport à l'aspiration endotrachéale. Même si l'effet positif est plus important, il ne faut pas négliger l'effet délétère. Cet intervalle suggère que la MI-E à  $\pm$  30 cmH<sub>2</sub>O peut induire une augmentation maximale de 0,86g du poids des sécrétions recueillies. Toutefois, il suggère également que la MI-E à  $\pm$  30 cmH<sub>2</sub>O peut entraîner une baisse maximale de 0,06 g du poids des expectorations.

L'IC croisant la valeur nulle (0), le résultat n'est pas statistiquement significatif.

Puisque le résultat n'est statistiquement pas significatif, il est impossible de conclure de la pertinence clinique de la MI-E à  $\pm$  30 cmH<sub>2</sub>O sur le désencombrement bronchique par rapport à l'aspiration endotrachéale.

Dans cet essai croisé, les 26 patients inclus ont reçu tous les traitements. L'intervention expérimentale était composée d'un protocole de MI-E précédé d'une séance de KR manuelle et suivi d'une aspiration endotrachéale. L'intervention comparative comprenait une séance de KR manuelle suivie d'une aspiration endotrachéale.

Pour l'intervention expérimentale, la moyenne post-traitement des résultats obtenus est de 3,02 mL de sécrétions recueillies. Pour l'intervention comparative, la moyenne post-traitement est de 0,34 mL.

Le coefficient de signification p permet de déclarer que le résultat obtenu est statistiquement significatif. En effet, puisque p est inférieur à 0,001, le résultat n'a presque aucune chance d'être dû au hasard.

Étant inférieur à 0,001, il est également possible d'affirmer une présomption extrêmement forte contre l'hypothèse nulle, autrement dit il y a peu de chances que la MI-E associée à la KR manuelle ne présente aucun intérêt par rapport à la KR manuelle seule.

La taille d'effet de + 2,18 mL montre que l'utilisation de la MI-E en association avec la KR manuelle favorise le désencombrement bronchique par rapport à la KR manuelle seule. Cependant étant peu élevée, l'effet a une importance plutôt faible.

L'IC à 95% [1,24 ; 3,12] révèle que la MI-E associée à la KR manuelle a un effet strictement positif sur le désencombrement bronchique avec une augmentation du volume des sécrétions recueillies pouvant aller de 1,24 mL à 3,12 mL.

L'IC ne croisant pas la valeur nulle (0), le résultat est considéré comme statistiquement significatif, corroborant ainsi l'information donnée par le coefficient de signification p.

L'intervalle étant étroit, ses bornes et le paramètre étant au-dessus de la valeur nulle (0), le résultat obtenu semble être cliniquement significatif. Néanmoins, il est relativement bas donc l'efficacité ne peut être considérée comme importante.

Le résultat de cette étude sur le désencombrement bronchique est statistiquement significatif. La significativité clinique laisse présumer que l'utilisation de la MI-E en association à la KR manuelle atteint une faible pertinence clinique.

#### **4.1.5 Conclusion de l'analyse des études**

Les études de Ferreira de Camillis et al. et de Martínez-Alejos et al. présentent des résultats statistiquement significatifs concernant l'efficacité de la MI-E sur le désencombrement bronchique. Elles présument une pertinence clinique, qui est toutefois faible.

L'étude de Nunes et al. présente des résultats statistiquement significatifs concernant l'efficacité de la MI-E à  $\pm 50$  cmH<sub>2</sub>O sur le désencombrement bronchique et présume une très faible pertinence clinique. Cependant, cette même étude présente des résultats statistiquement non significatifs qui empêchent de conclure à une efficacité de la MI-E à  $\pm 30$  cmH<sub>2</sub>O sur le désencombrement bronchique. L'étude de Coutinho et al. quant à elle, présente des résultats statistiquement non significatifs qui empêchent de conclure sur un intérêt de la MI-E sur le désencombrement bronchique.

Au vu de ces résultats ainsi que des hétérogénéités et des imprécisions exposées dans cette partie, on ne peut pas conclure avec certitude à l'efficacité de la MI-E sur le désencombrement bronchique chez des patients intubés et ventilés mécaniquement en réanimation. Il apparaît tout de même que cette technique tend vers une potentielle efficacité.

## 4.2 Applicabilité en pratique clinique

À ce jour, la MI-E est très peu utilisée dans les services de réanimation pour la lutte contre l'encombrement bronchique chez les patients intubés et ventilés mécaniquement. Le désencombrement bronchique est pris en charge, soit par la kinésithérapie respiratoire manuelle, soit par la réalisation d'aspirations endotrachéales.

En accord avec les données actuelles de la science, la MI-E doit préférentiellement être utilisée chez des patients stables d'un point de vue hémodynamique. En effet, les études analysées dans cette revue ont toutes exclu les patients hémodynamiquement instables.

De plus, l'utilisation de la MI-E doit être soumise à l'avis préalable du médecin réanimateur afin de s'assurer que le patient ne présente aucune contre-indication médicale.

Concernant sa faisabilité, l'intégration d'un protocole de MI-E à la prise en charge kinésithérapique est tout à fait envisageable. Le kinésithérapeute peut soit l'effectuer en association avec de la KR manuelle, soit l'effectuer seul. L'utilisation de la MI-E ne nécessite pas un temps supplémentaire considérable par rapport à une prise en charge habituelle, dès lors que le kinésithérapeute sait installer, régler et utiliser l'appareil. Pour cela, il est indispensable qu'il se renseigne et se forme en consultant le mode d'emploi de l'appareil et la littérature scientifique.

D'après la littérature scientifique portant sur l'efficacité de la MI-E dans le désencombrement bronchique chez les patients intubés et ventilés en réanimation, il est préférable de l'utiliser en tant que technique adjuvante, donc en association avec la KR manuelle, dont l'efficacité est déjà prouvée dans la lutte contre l'encombrement [17][18].

Au vu de l'instabilité des patients en réanimation, ces derniers doivent être monitorés tout au long de la séance. Une surveillance accrue est nécessaire. Le kinésithérapeute doit observer attentivement les constantes respiratoires et hémodynamiques, les signes cliniques du patient ainsi que tout changement. Si le patient révèle quelconque signe de décompensation ou de détresse respiratoire, la séance de MI-E doit être stoppée immédiatement et le médecin doit être averti.

Concernant les effets indésirables, trois études incluses dans la revue n'ont relevé aucun effet secondaire sur les paramètres ventilatoires et hémodynamiques durant la séance de la MI-E. L'étude de Martínez-Alejos et al. a quant à elle mentionné la survenue de variations ventilatoires et hémodynamiques mineures n'ayant pas nécessité l'arrêt de la séance.

Une étude préliminaire étudiant la sécurité de la MI-E a conclu que cette technique est sûre et bien tolérée par les patients sous ventilation mécanique [49].

À propos du ressenti des patients, ils ont jugé la MI-E plus efficace et plus tolérable que l'aspiration endotrachéale. Il la qualifie de moins irritante, moins douloureuse, moins inconfortable et moins fatigante [36][49].

Concernant son coût, la MI-E est une technique assez onéreuse.

Le prix de l'appareil dépend du modèle. Par exemple, le prix du Cough Assist® CA-3000 est environ de 500 euros, tandis que celui du Cough-Assit® E70 avoisine les 5 000 €. Ce ne sont donc pas des sommes négligeables. En revanche, un appareil de MI-E n'est pas destiné à un unique patient. Il n'est donc pas nécessaire d'en avoir plusieurs pour un même service de réanimation, un seul suffit. Une procédure de désinfection doit être effectuée après chaque utilisation.

Le matériel composant le circuit (interface, tuyau, raccord, filtre antibactérien) quant à lui, doit être changé pour chaque patient puisque celui-ci est patient-unique. Un kit pour un patient coûte approximativement 50 euros.

La prise en charge étant réalisée à l'hôpital, ce coût ne concerne ni le patient, ni le kinésithérapeute. C'est le service de réanimation qui décide d'allouer le budget pour acheter cet appareil.

La balance bénéfice/risque pencherait donc en faveur de l'utilisation de la MI-E dans la prise en charge de l'encombrement bronchique du patient intubé et ventilé mécaniquement en réanimation.

Certes il ne faut pas écarter la possibilité que des effets indésirables puissent rapidement survenir, mais les études actuelles se rejoignent pour déclarer que des événements de ce type se produisent rarement. Si le patient est stable et que le médecin réanimateur autorise l'utilisation de la MI-E, il peut être intéressant de la mettre en place dans le protocole de désencombrement bronchique afin de potentialiser l'efficacité de la KR manuelle.

### 4.3 Qualité des preuves

#### 4.3.1 Risque de biais des études incluses

	Score PEDro	Qualité méthodologique	Biais présents
<b>Coutinho et al., 2018</b>	6/10	Moyenne	Sélection Performance Évaluation
<b>Ferreira de Camillis et al., 2018</b>	8/10	Bonne	Performance
<b>Nunes et al., 2019</b>	7/10	Bonne	Sélection Performance Évaluation
<b>Martínez-Alejos et al., 2021</b>	5/10	Moyenne	Sélection Performance Évaluation Suivi Attrition

*Tableau 7 : Récapitulatif du score PEDro et des biais présents dans les études incluses*

Les études incluses dans cette revue possèdent un score PEDro compris entre 5/10 et 8/10.

3 des études présentent un biais de sélection. Les articles de Coutinho et al., de Nunes et al. et de Martínez-Alejos et al. n'ont pas respecté l'assignation secrète. Les auteurs ne mentionnent pas que la personne ayant sélectionné les participants ne connaissait pas, au moment de les inclure dans l'étude, dans quel groupe ils seraient assignés ou dans quel ordre ils recevraient les traitements. Ceci peut soulever des questions sur la randomisation et sur la comparabilité des groupes.

Un biais de performance est présent dans chacune des études. Concernant la mise en aveugle des patients, celle-ci n'a pas été respectée dans les études de Coutinho et al. et de Ferreira de Camillis et al. Quant à la mise en aveugle des thérapeutes, elle n'a été respectée dans aucune des études incluses. Cette mise en aveugle est difficile à mettre en œuvre dans le champ de la masso-kinésithérapie puisque le thérapeute et le patient sont tous deux acteurs de la prise en charge. Cependant, ceci peut biaiser les résultats par la mise en jeu de l'effet placebo ainsi que par l'enthousiasme ou le manque d'enthousiasme du thérapeute.

Un biais d'évaluation est présent dans 3 études de la revue : celle de Coutinho et al., celle de Nunes et al. et celle de Martínez-Alejos et al. Dans ces articles, les évaluateurs ne sont pas en aveugle car ce sont les thérapeutes, à la fin de leur intervention, qui ont évalué les différents critères de jugement. Ceci peut induire des biais dans la mesure des résultats, laquelle a pu être survalorisée ou bien sous-valorisée par l'évaluateur.

L'étude de Martínez-Alejos et al. est la seule étude à présenter un biais de suivi. On décompte dans cette étude 4 perdus de vue sur les 26 participants initialement inclus. Même si le nombre de perdus de vue ne paraît pas très élevé, l'échantillon initial étant faible, les mesures du critère de jugement primaire n'ont pas pu être recueillies pour au moins 85% des patients.

L'étude de Martínez-Alejos et al. est également le seul article à présenter un biais d'attrition, c'est-à-dire que l'auteur n'a pas précisé qu'il a réalisé l'analyse « en intention de traiter ». De ce fait, les perdus de vue sont exclus de l'analyse finale, ce qui entraîne des imprécisions dans les résultats.

#### **4.3.2 Hétérogénéités et imprécisions**

Les hétérogénéités entre les études et les imprécisions (*cf. 4.1. Analyse des études incluses*) ne doivent pas être négligées car elles peuvent avoir un impact sur les résultats obtenus dans cette revue de littérature et peuvent diminuer la qualité des preuves apportées.

#### **4.3.3 Niveau de preuve des études et grade de la revue**

##### *4.3.3.1 Niveau de preuve des études*

La Haute Autorité de Santé (HAS) a établi que le niveau de preuve d'une étude se définit par « la capacité de l'étude à répondre à la question posée » [50]. Ce niveau de preuve dépend ainsi de plusieurs facteurs : le protocole d'étude, la présence de biais, l'analyse statistique et la puissance de l'étude (en particulier la taille de l'échantillon).

Le niveau de preuve d'une étude peut être fort, intermédiaire ou faible. La classification du niveau de preuve d'une étude établie par la HAS est présentée en *annexe 5*.

L'étude de Ferreira de Camillis et al. présenterait un fort niveau de preuve. En effet, cette étude est un ECR, présentant peu de biais (score PEDro de 8/10) et ayant un échantillon plutôt important (180 participants). De plus, le protocole d'étude est en adéquation avec la question posée et l'analyse statistique est adaptée aux objectifs de l'étude.

Les études de Coutinho et al., de Nunes et al. ainsi que de Martínez-Alejos et al, présenteraient, quant à elles, un niveau de preuves intermédiaire. Bien que ces études soient toutes des ECR, le nombre de biais non négligeable qu'elles présentent et leur faible puissance (tailles des échantillons faibles voire très faibles) ne permettent pas de leur attribuer un niveau de preuves plus élevé.

#### 4.3.3.2 *Grade de la revue*

Le grade de la revue de littérature permet d'apprécier l'évidence scientifique de celle-ci [50].

La recommandation peut être de grade A (preuve scientifique établie), de grade B (présomption scientifique) ou de grade C (faible niveau de preuve scientifique). La gradation des recommandations selon la HAS est présentée en *annexe 6*.

En accord avec les niveaux de preuve des études incluses, cette revue de littérature semblerait avoir une recommandation de grade B, fondée sur une présomption scientifique.

## 4.4 Biais potentiels de la revue

### 4.4.1 Limite de la revue

La limite est le faible nombre d'études incluses. Seulement quatre essais répondant à la question clinique de cette revue ont pu être analysés. Cela est dû d'une part au manque de littérature scientifique sur ce sujet à ce jour, et d'autre part aux critères d'éligibilité définis (notamment celui n'incluant que les études anglophones et francophones). Il paraît alors difficile de conclure avec certitude sur l'intérêt de la MI-E.

### 4.4.2 Qualité méthodologique de la revue

La grille de lecture standardisée AMSTAR (A Measurement Tool to Assess systematic Reviews) est un outil validé permettant aux professionnels de santé d'évaluer la qualité méthodologique des revues de littérature [51]. Elle permet, à travers ses différents items, d'apprécier « l'objectif de la revue, la stratégie de recherche documentaire, le processus de sélection des études, les caractéristiques des études retenues, l'évaluation de la qualité des études, la méthodologie employée pour la synthèse des résultats » [52].

Dans un souci de précision, il a été décidé que l'outil utilisé pour évaluer la qualité méthodologique ainsi que la validité interne de la revue sera la grille AMSTAR-2. En effet cette grille, composée de 16 items, est plus complète que sa version antérieure, AMSTAR, constituée seulement de 11 items.



La grille de lecture AMSTAR-2 a été conçue dans le but d’apprécier la qualité méthodologique de la revue selon la réponse donnée pour chaque item. Elle n’a pas été élaborée pour lui accorder un score global. En effet, un score élevé ne signifierait pas que l’on puisse accorder une grande confiance à la revue puisqu’il pourrait en réalité dissimuler des faiblesses majeures telles qu’une recherche documentaire inadéquate, un risque de biais des études incluses non évalué, etc.

Chaque item est évalué en répondant par « oui » ou par « non ». Pour certains items (2,4,7,8 et 9), il est également possible de répondre « partiellement oui ». Pour d’autres items (11, 12 et 15), il est aussi possible de donner la réponse « pas de méta-analyse effectuée ».

Afin de ne pas interpréter incorrectement les items, il a été jugé plus judicieux d’utiliser la traduction française de la grille AMSTAR-2 réalisée par Adrien Pallot et Stephan Rostagno [53].

La grille AMSTAR-2 est présentée en *annexe 7* dans sa version originale. La version française traduite par A. Pallot et S. Rostagno est présentée en *annexe 8*.

Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Réponses	O	N	O	O	N	N	PO	O	O	N	∅MA	∅MA	O	O	∅MA	O

O : oui ; PO : partiellement oui ; N : non ; ∅MA : pas de méta-analyse effectuée

*Tableau 8 : Évaluation de la qualité méthodologique de la revue de littérature avec la grille AMSTAR-2*

Les raisons d’invalidation de certains items sont les suivantes :

- item 2 : invalidé car aucun comité d’éthique n’a approuvé le protocole de recherche et aucune mention n’indique que la méthode de la revue a été établie avant de la conduire ;
- items 5 et 6 : invalidés car ni la sélection des études, ni l’extraction des données n’ont été réalisées par au minimum deux personnes ;
- item 7 : partiellement validé car seule une liste des études exclues suite à la lecture intégrale de l’article a été fournie, indiquant le titre et le motif d’exclusion de chacune ;
- item 10 : invalidé car 2 auteurs (Ferreira de Camillis et al. et Nunes et al.) n’ont pas déclaré s’ils ont bénéficié ou non de financement ;
- items 11, 12 et 15 : impossibilité d’y répondre car les résultats ont été analysés de manière qualitative, et non par le biais d’une méta-analyse.

## 5 Conclusion

Le but de cette revue de littérature était de répondre grâce aux données actuelles de la science à la question clinique : Quel est l'intérêt de l'insufflation-exsufflation mécanique dans le désencombrement bronchique chez les patients intubés et ventilés en réanimation ?

### 5.1 Implication pour la pratique clinique

À ce jour, nous ne sommes pas en mesure de conclure avec certitude sur l'intérêt que peut présenter la MI-E dans la prise en charge kinésithérapique de l'encombrement bronchique.

Il a été difficile de répondre à la question clinique posée à cause de plusieurs facteurs, tels que les faibles effectifs et les hétérogénéités des échantillons, le manque d'homogénéité entre les interventions et entre les outils de mesure du désencombrement bronchique, ainsi que la faible qualité méthodologique de certaines études.

Les résultats obtenus dans les différentes études sont hétérogènes mais tendent vers une potentielle efficacité de la MI-E sur le désencombrement bronchique. Trois études révèlent des résultats statistiquement significatifs mais semblent atteindre une pertinence clinique faible, voire très faible. Deux études n'indiquent aucune significativité statistique et clinique.

Toutes les études s'accordent à déclarer que la MI-E est une technique sûre pour les patients.

Les études disponibles à ce jour présentent des résultats prometteurs sur l'efficacité de la MI-E dans le désencombrement bronchique des patients intubés et ventilés en réanimation. Cependant, la kinésithérapie est une pratique fondée sur les preuves et l'efficacité d'une technique doit être prouvée et confirmée afin que celle-ci puisse entrer dans l'arsenal thérapeutique du kinésithérapeute.

Dans quelques années, si des études plus précises et plus fiables sont menées, la MI-E sera peut-être considérée comme une technique instrumentale efficace et validée pour la lutte contre l'encombrement bronchique des patients intubés et ventilés. Elle aura potentiellement toute sa place dans l'arsenal thérapeutique du MKREA. Cependant, les futures études peuvent également conclure à une inefficacité de la MI-E dans ce contexte clinique.

### 5.2 Implication pour la recherche

À ce jour, il n'existe aucune revue de littérature portant spécifiquement sur l'intérêt de la MI-E dans le désencombrement bronchique des patients intubés et ventilés en réanimation. Cela peut s'expliquer par le manque d'études à ce sujet ainsi que par les hétérogénéités entre les études existantes. Il est donc nécessaire de mener de nouvelles études plus précises et plus fiables.

Plusieurs pistes de recherche peuvent être étudiées.

Premièrement, les futures études devraient inclure un nombre beaucoup plus conséquent de participants tout en essayant de diminuer au maximum les hétérogénéités. Des échantillons plus importants et plus homogènes permettront aux essais cliniques d'avoir une puissance plus élevée.

Deuxièmement, il serait intéressant de réaliser des études sur le protocole de MI-E et les réglages à utiliser pour le désencombrement bronchique des patients intubés et ventilés en réanimation. À ce jour, il ne semble pas exister de consensus à ce sujet et les protocoles de MI-E effectués dans les études sont tous différents, ce qui peut impacter les résultats obtenus.

Troisièmement, des études portant sur l'intérêt d'associer la MI-E à la KR manuelle pour le désencombrement des patients intubés et ventilés en réanimation pourraient être intéressantes à mener. Admettons que la MI-E n'est pas une technique efficace seule, elle pourrait éventuellement potentialiser l'effet de la KR manuelle.

Pour aller plus loin et si l'efficacité de la MI-E en réanimation est avérée, les futurs essais pourraient étudier des échantillons spécifiques de la population intubée et ventilée en réanimation en fonction de leurs causes d'admission par exemple. Des indications plus précises pour l'utilisation de la MI-E en réanimation pourraient alors voir le jour.

Si de nombreuses études plus précises et plus fiables sont menées, une revue de littérature plus complète et avec un niveau de preuve plus élevé pourra être publiée concernant l'intérêt de la MI-E dans le désencombrement bronchique du patient intubé et ventilé en réanimation, permettant ainsi de conclure à l'efficacité ou non de cette technique.

## Bibliographie

- [1] Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. Information médicale sur la réanimation n.d. <https://sfar.org/pour-le-grand-public/information-medecale-sur-la-reanimation/>.
- [2] Drault J, Faisy C, Ganster F, Leclerc F, Misset B, Saulnier F, et al. Référentiel de compétences et d'aptitudes du médecin réanimateur 2011;20:705–24. <https://doi.org/10.1007/S13546-011-0244-4>.
- [3] Grandet P, Fourrier L, Guerot E, Jacquin L, Maréchal M. Référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur kinésithérapeute de réanimation (MKREA) en secteur adulte 2011;20:148–50. <https://doi.org/10.1007/S13546-011-0229-Z>.
- [4] Carpentier D, Beduneau G, Girault C. Séjour prolongé en réanimation. *Réanimation* 2015;24:379–88. <https://doi.org/10.1007/S13546-015-1089-8>.
- [5] De Jonghe B, Outin H, Lachéradé J-C, Sharshar T. Conséquences respiratoires de la neuromyopathie de réanimation. *Réanimation* 2008;17:625–30. <https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2008.07.010>.
- [6] De Jonghe B, Sharshar T, Raphaël J-C. Neuromyopathies de réanimation. *Réanimation* 2004;13:355–61. <https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2004.03.016>.
- [7] Fletcher SN, Kennedy DD, Ghosh IR, Misra VP, Kiff K, Coakley JH, et al. Persistent neuromuscular and neurophysiologic abnormalities in long-term survivors of prolonged critical illness. *Crit Care Med* 2003;31:1012–6. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000053651.38421.D9>.
- [8] Sassoon CSH, Caiozzo VJ, Manka A, Sieck GC. Altered diaphragm contractile properties with controlled mechanical ventilation. *J Appl Physiol* 2002;92:2585–95. <https://doi.org/10.1152/JAPPLPHYSIOL.01213.2001>.
- [9] Vazel L, Potard G, Martins-Carvalho C, LeGuyader M, Marchadour N, Marianowski R. Intubation : technique, indication, surveillance, complications. *EMC - Oto-Rhino-Laryngologie* 2004;1:22–34. <https://doi.org/10.1016/J.EMCURL.2003.07.001>.
- [10] Roch A, Mercier-Ide E. Le point sur la ventilation mécanique invasive - Principaux modes ventilatoires en ventilation mécanique invasive chez l'adulte modes. *Réanimation* 2011;20:530–4. <https://doi.org/10.1007/s13546-010-0026-4>.
- [11] Branson RD. Secretion Management in the Mechanically Ventilated Patient. *Respir Care* 2007;52.
- [12] Demoule A, Molinari N, Jung B, Prodanovic H, Chanques G, Matecki S, et al. Patterns of diaphragm function in critically ill patients receiving prolonged mechanical ventilation: a prospective longitudinal study. *Ann Intensive Care* 2016;6:75. <https://doi.org/10.1186/S13613-016-0179-8>.
- [13] Delplanque D, Antonello M. Evaluation kinésithérapique de l'encombrement bronchique. *Kinésithérapie Sci* 2002;424:54–46.
- [14] Gouilly P, Darmency M. Techniques d'évaluation de l'encombrement des voies aériennes. *JIKRI* 2000.
- [15] Postiaux G. La kinésithérapie respiratoire du poumon profond. Bases mécaniques d'un nouveau paradigme. *Rev Mal Respir* 2014;31:552–67. <https://doi.org/10.1016/J.RMR.2013.11.009>.
- [16] Volpe MS, Guimarães FS, Morais CaCA. Airway Clearance Techniques for Mechanically Ventilated Patients: Insights for Optimization. *Respir Care* 2020;65:1174–88. <https://doi.org/10.4187/RESPCARE.07904>.
- [17] ANDEM. Recommandations de la 1re conférence de consensus en kinésithérapie respiratoire. *Ann Kinesithérapie* 1995;22:49–57.
- [18] Roeseler J, Michotte JB, Devroey M, Vignaux L, Reyckler G. Kinésithérapie respiratoire aux soins intensifs. *Réanimation* 2007;16:33–41. <https://doi.org/10.1016/J.REAURG.2006.12.006>.

- [19] Reichert S, Gass R, Brandt C, Andrès E. L'auscultation pulmonaire à l'ère de la médecine factuelle. *Rev Mal Respir* 2008;25:674–82. [https://doi.org/10.1016/S0761-8425\(08\)73797-5](https://doi.org/10.1016/S0761-8425(08)73797-5).
- [20] Antonello M, Delplanque D, Selleron B. Kinésithérapie respiratoire : démarche diagnostique, techniques d'évaluation, techniques kinésithérapiques. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys - Réadaptation* 2006;1:1–24. [https://doi.org/10.1016/S1283-0887\(05\)74382-6](https://doi.org/10.1016/S1283-0887(05)74382-6).
- [21] Postiaux G. Kinésithérapie et pathologie du poumon profond : Les techniques inspiratoires lentes pour l'épuration des voies aériennes périphériques. *Rev Mal Respir* 2000;17.
- [22] Cottureau G. A propos de l'aspiration endotrachéale en réanimation. *Le Mens Prat Tech Du Kinésithérapeute* 2003;431.
- [23] Doering L V. The effect of positioning on hemodynamics and gas exchange in the critically ill: a review. *Am J Crit Care* 1993;2:208–16. <https://doi.org/10.4037/AJCC1993.2.3.208>.
- [24] Lauwers E, Ides K, Van Hoorenbeeck K, Verhulst S. Outcome measures for airway clearance techniques in children with chronic obstructive lung diseases: a systematic review. *Respir Res* 2020;21. <https://doi.org/10.1186/S12931-020-01484-Z>.
- [25] Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol AH, Polkey MI, Simonds AK. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *Eur Respir J* 2003;21:502–8. <https://doi.org/10.1183/09031936.03.00048102>.
- [26] Winck JC, Gonçalves MR, Lourenço C, Viana P, Almeida J, Bach JR. Effects of mechanical insufflation-exsufflation on respiratory parameters for patients with chronic airway secretion encumbrance. *Chest* 2004;126:774–80. <https://doi.org/10.1378/CHEST.126.3.774>.
- [27] Mustafa N, Aiello M, Lyall RA, Nikolettou D, Olivieri D, Leigh PN, et al. Cough augmentation in amyotrophic lateral sclerosis. *Neurology* 2003;61:1285–7. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000092018.56823.02>.
- [28] Riffard G, Jouve A, Labeix P. Que faire en cas d'inefficacité de la toux ? : Intérêt et modalités d'utilisation du Cough-Assist®. *Kinésithérapie, La Rev* 2010;10:11–7. [https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(10\)74874-9](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(10)74874-9).
- [29] Toussaint M, Steens M, Soudon P. L'insufflation-exsufflation mécanique (Cough-Assist® et Pegaso®) : bases physiologiques, indications et recommandations pratiques. *Reanimation* 2009;18:137–45. <https://doi.org/10.1016/J.REAURG.2009.01.015>.
- [30] Leith DE. The development of cough. *Am Rev Respir Dis* 1985;131:539–42. <https://doi.org/10.1164/ARRD.1985.131.S5.S39>.
- [31] Sancho J, Servera E, Marín J, Vergara P, Belda FJ, Bach JR. Effect of lung mechanics on mechanically assisted flows and volumes. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83:698–703. <https://doi.org/10.1097/01.PHM.0000137309.34404.BC>.
- [32] Guérin C, Bourdin G, Leray V, Delannoy B, Bayle F, Germain M, et al. Performance of the CoughAssist Insufflation-Exsufflation Device in the Presence of an Endotracheal Tube or Tracheostomy Tube: A Bench Study. *Respir Care* 2011;56:1108–14. <https://doi.org/10.4187/RESPCARE.01121>.
- [33] Gonçalves MR, Winck JC. Commentary: Exploring the potential of mechanical insufflation–exsufflation. *Breathe* 2008;4.
- [34] Toussaint M. The Use of Mechanical Insufflation-Exsufflation Via Artificial Airways. *Respir Care* 2011;56:1217–9. <https://doi.org/10.4187/RESPCARE.01448>.
- [35] Homnick DN. Mechanical Insufflation-Exsufflation for Airway Mucus Clearance. *Respir Care* 2007;52.
- [36] Garstang S V., Kirshblum SC, Wood KE. Patient preference for in-exsufflation for secretion management with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2000;23:80–5. <https://doi.org/10.1080/10790268.2000.11753511>.
- [37] Sancho J, Servera E, Vergara P, Marín J. Mechanical insufflation-exsufflation vs. tracheal suctioning via tracheostomy tubes for patients with amyotrophic lateral sclerosis: a pilot study. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82:750–3. <https://doi.org/10.1097/01.PHM.0000087456.28979.2E>.

- [38] Miske LJ, Hickey EM, Kolb SM, Weiner DJ, Panitch HB. Use of the mechanical in-exsufflator in pediatric patients with neuromuscular disease and impaired cough. *Chest* 2004;125:1406–12. <https://doi.org/10.1378/CHEST.125.4.1406>.
- [39] Chatwin M. How to use a mechanical insufflator–exsufflator “cough assist machine.” *Breathe* 2008;4:320–9.
- [40] Girault S, Neto I, Oestreicher V. Insufflation-exsufflation mécanique pour l’aide à la toux (Cough-assist<sup>®</sup>) n.d.
- [41] Gonçalves 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. <https://doi.org/10.1186/CC11249>.
- [42] Vianello A, Arcaro G, Braccioni F, Gallan F, Marchi MR, Chizio S, et al. Prevention of extubation failure in high-risk patients with neuromuscular disease. *J Crit Care* 2011;26:517–24. <https://doi.org/10.1016/J.JCRC.2010.12.008>.
- [43] Wibart P, Reginault T, Garcia M, Barbrel B, Benard A, Bader C, et al. Contribution of mechanical in-exsufflation (MI-E) device in preventing post-extubation respiratory failure in patient with critical illness polyneuromyopathy (CIP) - neuromie. *Intensive Care Med Exp* 2016;4. <https://doi.org/10.1186/S40635-016-0098-X>.
- [44] Coutinho W, Vieira P, Kutchak F, Dias A, Rieder M, Forgiarini L. Comparison of mechanical insufflation-Exsufflation and endotracheal suctioning in mechanically ventilated patients: Effects on respiratory mechanics, hemodynamics, and volume of secretions. *Indian J Crit Care Med* 2018;22:485–90. [https://doi.org/10.4103/IJCCM.IJCCM\\_164\\_18](https://doi.org/10.4103/IJCCM.IJCCM_164_18).
- [45] Ferreira de Camillis ML, Savi A, Rosa RG, Figueiredo M, Wickert R, Borges LGA, et al. Effects of mechanical insufflation-exsufflation on airway mucus clearance among mechanically ventilated icu subjects. *Respir Care* 2018;63:1471–7. <https://doi.org/10.4187/respcare.06253>.
- [46] Nunes L de C, Rizzetti DA, Neves D, Vieira FN, Kutchak FM, Wiggers GA, et al. Mechanical insufflation/exsufflation improves respiratory mechanics in critical care: Randomized crossover trial. *Respir Physiol Neurobiol* 2019;266:115–20. <https://doi.org/10.1016/J.RESP.2019.05.008>.
- [47] Martínez-Alejos R, Martí JD, Li Bassi G, Gonzalez-Anton D, Pilar-Diaz X, Reginault T, et al. Effects of Mechanical Insufflation-Exsufflation on Sputum Volume in Mechanically Ventilated Critically Ill Subjects. *Respir Care* 2021;66:1371–9. <https://doi.org/10.4187/RESPCARE.08641>.
- [48] Pallot A, Davergne T. Evidence based practice en rééducation : démarche pour une pratique raisonnée 2019:238-239 ; 262.
- [49] Sánchez-García M, Santos P, Rodríguez-Trigo G, Martínez-Sagasti F, Fariña-González T, del Pino-Ramírez Á, et al. Preliminary experience on the safety and tolerability of mechanical “insufflation-exsufflation” in subjects with artificial airway. *Intensive Care Med Exp* 2018;6. <https://doi.org/10.1186/S40635-018-0173-6>.
- [50] HAS. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique 2013:2–4.
- [51] Brosseau L, Laroche C, Guitard P, King J, Poitras S, Casimiro L, et al. The French-Canadian version of the Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR) tool. *Physiother Canada* 2017;69:20–9. <https://doi.org/10.3138/PTC.2015-80F>.
- [52] HAS. Efficacité des méthodes de mise en oeuvre des recommandations médicales 2014:12.
- [53] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2 : traduction française de l’échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinésithérapie, La Rev* 2021;21:13–4. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2019.12.050>.

## Annexes

### Annexe 1 : Échelle PEDro

#### Échelle PEDro – Français

---

- |   |                              |                              |     |
|---|------------------------------|------------------------------|-----|
| 1. les critères d'éligibilité ont été précisés  | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)   | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 3. la répartition a respecté une assignation secrète  | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants  | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 5. tous les sujets étaient "en aveugle"   | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"   | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels  | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes   | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter" | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels   | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |
| 11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité   | non <input type="checkbox"/> | oui <input type="checkbox"/> | où: |

## Annexe 2 : Tableau comparatif des études centré sur les critères d'inclusion et d'exclusion des populations

	Coutinho et al, 2018	Ferreira et al, 2018	Nunes et al, 2019	Martínez-Alejos et al, 2021
<b>Nombre de participants</b>	43	180	16	26
<b>Critères d'inclusion</b>	> 18 ans Sous VM > 48h Paramètres hémodynamiques stables Pas de traumatisme facial	> 18 ans Sous VM > 24h Paramètres hémodynamiques et ventilatoires stables	> 18 ans Intubé et sous VM en VAC en volume > 24h Paramètres hémodynamiques stables RASS de - 4 ou - 5	> 18 ans Intubé et sous VM > 48h RASS entre - 3 ou - 5
<b>Critères d'exclusion</b>	Antécédents d'emphysème pulmonaire Barotraumatisme pulmonaire Thrombocytopénie Incapacité à l'application des techniques utilisées dans l'étude	Pneumothorax non drainé Emphysème sous-cutané Maladie neuromusculaire Soins palliatifs	SDRA ou BPCO exacerbée Risque de pneumothorax Hypertension intracrânienne Paramètres hémodynamiques instables Admission en réanimation post-opératoire ou traumatique Soins palliatifs	Traumatisme pulmonaire, emphysème pulmonaire, pneumothorax Paramètres hémodynamiques instables PAM < 65 mmHg



### Annexe 3 : Tableau comparatif des études centré sur les interventions et les traitements comparatifs

	Coutinho et al, 2018	Ferreira et al, 2018	Nunes et al, 2019	Martínez-Alejos et al, 2021
<b>Intervention A (expérimentale)</b>  /  <b>Groupe intervention</b>	Protocole MI-E : - 5 séries de 4 cycles - $\pm 40$ cmH <sub>2</sub> O - TI : 3 sec - TE : 3 sec - TPc : 0 sec - TPs : 20 sec  Aspiration endotrachéale	Protocole MI-E : - 3 séries de 10 cycles - $\pm 40$ cmH <sub>2</sub> O - TI : 2 sec - TE : 3 sec - TPc : 2 sec  Aspiration endotrachéale	Protocole MI-E : - 4 séries de 4 cycles - $\pm 50$ cmH <sub>2</sub> O - TI : 2,5 sec - TE : 1,5 sec - TPc : 0,5 sec - TPs : 20 sec  Aspiration endotrachéale	Séance de KR manuelle : compressions douces/prolongées ou compressions fortes/rapides  Protocole MI-E : - 4 séries de 5 cycles - $\pm 40$ cmH <sub>2</sub> O - TI : 3 sec - TE : 2 sec - TPc : 1 sec - TPs : 1 min  Aspiration endotrachéale
<b>Intervention A bis</b>			Protocole MI-E : - 4 séries de 4 cycles - $\pm 30$ cmH <sub>2</sub> O - TI : 2,5 sec - TE : 1,5 sec - TPc : 0,5 sec - TPs : 20 sec  Aspiration endotrachéale	
<b>Intervention B (comparative)</b>  /  <b>Groupe contrôle</b>	Aspiration endotrachéale	Séance de KR manuelle : compressions et vibrations 5 minutes en décubitus latéral gauche puis 5 minutes en décubitus latéral droit  Aspiration endotrachéale	Aspiration endotrachéale	Séance de KR manuelle : compressions douces et prolongées ou compressions fortes et rapides  Aspiration endotrachéale

TI : temps inspiratoire ; TE : temps expiratoire ; TPc : temps de pause entre les cycles ; TPs : temps de pause entre les séries

## Annexe 4 : Tableau comparatif des études centré sur les critères de jugement primaires et secondaires

	Coutinho et al, 2018	Ferreira et al, 2018	Nunes et al, 2019	Martínez-Alejos et al, 2021
<b>Critères de jugement primaires</b>	Désencombrement bronchique → mesuré par le poids des sécrétions	Désencombrement bronchique → mesuré par le poids des sécrétions	Pression inspiratoire maximale, pression de plateau, résistance des voies aériennes, compliance pulmonaire statique → calculées en suivant les recommandation du Brazilian Guidelines on Mechanical Ventilation	Désencombrement bronchique → mesuré par le volume des sécrétions
<b>Critères de jugement secondaires</b>	FC, PAS, PAD, PAM → collectées sur le moniteur de surveillance  Volume courant, ventilation minute, FR, compliance pulmonaire dynamique, résistance vasculaire pulmonaire → collectés sur le respirateur artificiel	$\Delta$ compliance pulmonaire statique, $\Delta$ résistance des voies aériennes, $\Delta$ travail des muscles inspiratoires  Survenue d'évènements indésirables ventilatoires ou hémodynamiques	FC, PAS, PAD, SpO <sub>2</sub> → collectées sur le moniteur de surveillance  Désencombrement bronchique → mesuré par le poids des sécrétions	Volume courant, DIP, DEP, pressions des voies aériennes → collectés grâce à un moniteur de mécanique respiratoire  Différence DEP-DIP, ratio DEP:DIP  FC, PAS, PAD → collectées sur le moniteur de surveillance  PaO <sub>2</sub> , PaCO <sub>2</sub> , SaO <sub>2</sub> → collectées grâce à la réalisation de gaz du sang

## Annexe 5 : Classification du niveau de preuve d'une étude établie par la HAS

Niveau de preuve	Description
Fort	<ul style="list-style-type: none"><li>- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ;</li><li>- la réalisation est effectuée sans biais majeur ;</li><li>- l'analyse statistique est adaptée aux objectifs ;</li><li>- la puissance est suffisante.</li></ul>
Intermédiaire	<ul style="list-style-type: none"><li>- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ;</li><li>- puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance <i>a posteriori</i> insuffisante) ;</li><li>- et/ou des anomalies mineures.</li></ul>
Faible	Autres types d'études.

## Annexe 6 : Grade des recommandations selon la HAS

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
<b>A</b> Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
<b>B</b> Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
<b>C</b> Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins. Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

## Annexe 7 : Grille de lecture AMSTAR-2

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p><b>1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?</b></p>		
<p>For Yes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Population</li> <li><input type="checkbox"/> Intervention</li> <li><input type="checkbox"/> Comparator group</li> <li><input type="checkbox"/> Outcome</li> </ul>	<p>Optional (recommended)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?</b></p>		
<p>For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> review question(s)</li> <li><input type="checkbox"/> a search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria</li> <li><input type="checkbox"/> a risk of bias assessment</li> </ul>	<p>For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i></li> <li><input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity</li> <li><input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?</b></p>		
<p>For Yes, the review should satisfy ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Explanation for</i> including only RCTs</li> <li><input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for</i> including only NRSI</li> <li><input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for</i> including both RCTs and NRSI</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?</b></p>		
<p>For Partial Yes (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question)</li> <li><input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language)</li> </ul>	<p>For Yes, should also have (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies</li> <li><input type="checkbox"/> searched trial/study registries</li> <li><input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field</li> <li><input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature</li> <li><input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>5. Did the review authors perform study selection in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include</li> <li><input type="checkbox"/> <i>OR</i> two reviewers selected a sample of eligible studies <i>and</i> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p><b>6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?</b></p> <p>For Yes, either ONE of the following:</p> <p><input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies and achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer. <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p>		
<p><b>7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?</b></p> <p>For Partial Yes: <input type="checkbox"/> provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review</p> <p>For Yes, must also have: <input type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Partial Yes</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p>		
<p><b>8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?</b></p> <p>For Partial Yes (ALL the following):</p> <p><input type="checkbox"/> described populations</p> <p><input type="checkbox"/> described interventions</p> <p><input type="checkbox"/> described comparators</p> <p><input type="checkbox"/> described outcomes</p> <p><input type="checkbox"/> described research designs</p> <p>For Yes, should also have ALL the following:</p> <p><input type="checkbox"/> described population in detail <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant) <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Partial Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant) <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><input type="checkbox"/> described study's setting</p> <p><input type="checkbox"/> timeframe for follow-up</p>		
<p><b>9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?</b></p>		
<p><b>RCTs</b></p> <p>For Partial Yes, must have assessed RoB from</p> <p><input type="checkbox"/> unconcealed allocation, <i>and</i></p> <p><input type="checkbox"/> lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)</p> <p>For Yes, must also have assessed RoB from:</p> <p><input type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i></p> <p><input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Partial Yes</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Includes only NRSI</span></p>		
<p><b>NRSI</b></p> <p>For Partial Yes, must have assessed RoB:</p> <p><input type="checkbox"/> from confounding, <i>and</i></p> <p><input type="checkbox"/> from selection bias</p> <p>For Yes, must also have assessed RoB:</p> <p><input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i></p> <p><input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Partial Yes</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Includes only RCTs</span></p>		
<p><b>10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?</b></p> <p>For Yes</p> <p><input type="checkbox"/> Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p>		

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p><b>11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?</b></p>	
<p><b>RCTs</b> For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present. <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</span></p>	
<p><b>For NRSI</b> For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review</p>	
<p><b>12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect. <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</span></p>	
<p><b>13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p>	
<p><b>14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p>	
<p><b>15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</span></p>	

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

For Yes:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR   | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest | <input type="checkbox"/> No  |

**To cite this tool:** Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017 Sep 21;358:j4008.



## Annexe 8 : Grille de lecture AMSTAR-2 – Traduction française par Adrien Pallot et Stephan Rostagno

**Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.**

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

## **Résumé :**

**Contexte :** En réanimation, les patients présentant une défaillance respiratoire engageant leur pronostic vital doivent être intubés et ventilés mécaniquement. Cependant, l'intubation et la ventilation mécanique induisent une altération de la clairance mucociliaire, entraînant de ce fait un encombrement bronchique. De plus, le mécanisme de toux n'étant plus assez efficace chez ces patients, un défaut d'expectoration des sécrétions bronchiques est constaté. L'insufflation-exsufflation mécanique (MI-E), un dispositif d'aide à la toux couramment utilisé pour les patients atteints de maladies neuromusculaires, pourrait être une technique intéressante à mettre en œuvre dans la prise en charge kinésithérapique des patients en réanimation.

**Objectif :** Le but de cette revue de littérature est de déterminer si la MI-E présente un intérêt dans la prise en charge de l'encombrement bronchique chez les patients intubés et ventilés mécaniquement en réanimation.

**Méthode :** Suite à l'élaboration d'une équation de recherche précise, les bases de données PubMed, PEDro, Cochrane Library, ScienceDirect, Kinedoc et LiSSa ont été investiguées. Un processus de sélection rigoureux a ensuite été mené en s'appuyant sur les critères d'inclusion et d'exclusion définis dans le but d'inclure les études les plus pertinentes.

**Résultats :** Quatre essais cliniques randomisés ont été inclus dans cette revue. Trois études présentent des résultats statistiquement significatifs pour l'utilisation de la MI-E sur le désencombrement bronchique. La pertinence clinique quant à elle, est présumée atteinte mais celle-ci est faible pour deux études et très faible pour la troisième.

**Conclusion :** Les faibles échantillons de population, les hétérogénéités entre les études et la faible qualité méthodologique de celles-ci ne permettent pas d'avoir des résultats fiables et donc de conclure avec certitude sur l'efficacité de la MI-E. Elle semble tout de même être une technique prometteuse pour lutter contre l'encombrement bronchique des patients intubés et ventilés mécaniquement en réanimation. Cependant il est nécessaire que des études plus précises et plus fiables soient réalisées afin d'affirmer ou d'infirmer l'efficacité de la MI-E.

**Mots-clés :** ventilation mécanique invasive ; réanimation ; insufflation-exsufflation mécanique ; désencombrement bronchique ; kinésithérapie respiratoire.

## **Abstract:**

**Background:** In intensive care unit (ICU), patients with life-threatening respiratory failure must be intubated and mechanically ventilated. However, intubation and mechanical ventilation induce an alteration of the mucociliary transport, thus leading to mucus retention. Moreover, the coughing mechanism being no longer efficient enough in these patients, a failure to expectorate bronchial secretions is observed. Mechanical insufflation-exsufflation (MI-E), a cough-assist device commonly used for patients with neuromuscular diseases, could be an interesting technique to implement in the physiotherapy management of ICU patients.

**Objective:** The purpose of this literature review is to determine if MI-E is of interest in airway mucus clearance in intubated and mechanically ventilated ICU patients.

**Method:** Following the development of a precise search equation, the PubMed, PEDro, Cochrane Library, ScienceDirect, Kinedoc, and LiSSa databases were searched. A rigorous selection process was then conducted based on the defined inclusion and exclusion criteria to include the most relevant studies.

**Results:** Four randomized clinical trials were included in this review. Three studies show statistically significant results for the use of MI-E on bronchial clearance. The clinical relevance is presumed to be achieved but is low for two studies and very low for the third.

**Conclusion:** The small population samples, the heterogeneities between the studies and the low methodological quality of these studies do not allow to have reliable results and thus to conclude with certainty on the effectiveness of MI-E. Nevertheless, it seems to be a promising technique to fight against mucus retention in intubated and mechanically ventilated ICU patients. However more precise and reliable studies are needed to confirm or deny the effectiveness of MI-E.

**Key words:** mechanical ventilation; intensive care unit; mechanical insufflation-exsufflation; airway mucus clearance; respiratory physiotherapy.