



HAL
open science

L'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventiles : une plus-value dans le sevrage de la ventilation mécanique ? Une revue de littérature

Tiphaine Bernard

► **To cite this version:**

Tiphaine Bernard. L'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventiles : une plus-value dans le sevrage de la ventilation mécanique ? Une revue de littérature. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03937894

HAL Id: dumas-03937894

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03937894v1>

Submitted on 10 May 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**

**L'ENTRAÎNEMENT DES MUSCLES
INSPIRATOIRES CHEZ LES PATIENTS
VENTILES : UNE PLUS-VALUE DANS LE
SEVRAGE DE LA VENTILATION
MECANIQUE ? UNE REVUE DE LITTERATURE**

BERNARD Tiphaine

Directeur de mémoire : Mme. BEAUVAIR Camille

Remerciements

Avant toute chose, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont, par leur présence, aidée à réaliser ce mémoire et contribuer au succès de mes études.

Je voudrais dans un premier temps remercier ma directrice de mémoire Mme Camille BEAUVAIR, pour sa patience, son écoute et pour ses conseils qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je tiens également à remercier Romain Lebrun, kinésithérapeute dans le service de réanimation polyvalente à l'hôpital Nord qui a été également mon tuteur pendant mes deux années d'apprentissage, pour m'avoir transmis son savoir et engouement pour la réanimation.

Je souhaite aussi remercier toutes les structures de stage qui m'ont accueillie et ont participé à ma formation de kinésithérapeute, ainsi que toute l'équipe pédagogique de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Marseille pour avoir assuré ma formation durant ses quatre années d'études.

Je remercie mes amis pour leur soutien, leurs encouragements et la force qu'ils me transmettent tous les jours depuis des années.

Enfin, je remercie tout particulièrement ma famille et mes parents pour leurs conseils, leur force, leur courage, leur patience, pour leur bonne humeur, et pour leur soutien en tout point depuis le premier jour, qui m'ont permis d'être la personne que je suis et d'entreprendre ce que je souhaite.

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	1
1.1. LA REANIMATION.....	1
1.1.1. <i>Qu'est-ce que la réanimation ?</i>	1
1.1.2. <i>La durée moyenne d'un séjour en réanimation</i>	1
1.1.3. <i>Les compétences du kinésithérapeute en réanimation</i>	1
1.2. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA MECANIQUE VENTILATOIRE	2
1.2.1. <i>Un phénomène inspiratoire actif</i>	3
1.2.2. <i>Un phénomène expiratoire passif</i>	4
1.3. LA VENTILATION MECANIQUE INVASIVE	5
1.3.1. <i>Les modes ventilatoires</i>	5
1.3.2. <i>Les indications de la ventilation mécanique</i>	7
1.3.3. <i>Les complications de la ventilation mécanique</i>	7
1.4. LA DYSFONCTION DIAPHRAGMATIQUE	8
1.5. LES ETAPES DU SEVRAGE VENTILATOIRE	9
1.5.1. <i>Les prérequis</i>	9
1.5.2. <i>L'épreuve de la ventilation spontanée</i>	10
1.5.3. <i>Les principales causes d'échec du sevrage de la ventilation mécanique</i>	10
1.5.4. <i>Prise en charge kinésithérapique des patients dans le cadre d'un sevrage de la ventilation mécanique</i>	10
1.6. LE RENFORCEMENT DES MUSCLES INSPIRATEURS CHEZ LES PATIENTS SOUS VENTILATION MECANIQUE.....	11
1.6.1. <i>L'intérêt de l'entraînement des muscles inspiratoires</i>	11
1.6.2. <i>Les deux méthodes reconnues par la littérature</i>	12
1.6.3. <i>Evaluation de la force des muscles inspireurs par la mesure de la force inspiratoire maximale</i> 13	
1.7. PERTINENCE DE CETTE REVUE.....	14
1.7.1. <i>Hypothèse théorique et pertinence de la revue</i>	14
1.7.2. <i>Objectif / problématique</i>	15
2. METHODE DE RECHERCHE.....	16
2.1. CRITERES D'ELIGIBILITE DES ETUDES.....	16
2.1.1. <i>Schéma d'étude</i>	16
2.1.2. <i>Population et participants</i>	16
2.1.3. <i>Intervention</i>	16
2.1.4. <i>Compareur</i>	17
2.1.5. <i>Critères de jugement</i>	17
2.2. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	17
2.2.1. <i>Sources documentaires investiguées</i>	17
2.2.2. <i>Equation de recherche</i>	18
2.3. LA METHODE D'EXTRACTION DES DONNEES	19
2.3.1. <i>La sélection des études</i>	19
2.3.2. <i>L'extraction des données</i>	20
2.3.3. <i>Evaluation de la qualité métrologique des études</i>	20
2.3.4. <i>Méthode de synthèse des résultats</i>	21
2.3.5. <i>Conflit d'intérêt</i>	22
3. RESULTATS.....	23
3.1. DESCRIPTION DES ETUDES	23
3.1.1. <i>Diagramme de flux</i>	23
3.1.2. <i>Etudes exclues</i>	24

3.1.3.	<i>Etudes incluses</i>	24
3.2.	RISQUES DE BIAIS DES ETUDES INCLUSES	30
3.2.1.	<i>Grille d'analyse utilisée</i>	30
3.2.2.	<i>Synthèse des biais retrouvés</i>	30
3.3.	EFFETS DE L'INTERVENTION	32
3.3.1.	<i>Critère de jugement principal</i>	33
3.3.2.	<i>Critère de jugement secondaire</i>	35
4.	DISCUSSION	39
4.1.	ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS	39
4.1.1.	<i>Analyse des résultats sur la durée de sevrage de la ventilation mécanique</i>	39
4.1.2.	<i>Analyse des résultats sur l'évolution de la force des muscles inspiratoires</i>	40
4.1.3.	<i>Limites des études incluses</i>	41
4.1.4.	<i>Synthèse des résultats des critères de jugement</i>	42
4.2.	APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE CLINIQUE	44
4.2.1.	<i>La population</i>	44
4.2.2.	<i>L'intervention</i>	45
4.2.3.	<i>Le comparateur</i>	45
4.2.4.	<i>Les critères de jugement</i>	46
4.3.	QUALITE DES PREUVES.....	46
4.4.	BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE	47
5.	CONCLUSION	50
5.1.	IMPLICATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE	50
5.2.	IMPLICATION POUR LA RECHERCHE.....	51
6.	BIBLIOGRAPHIE	52

1. INTRODUCTION

1.1. LA REANIMATION

1.1.1. Qu'est-ce que la réanimation ?

La réanimation est un service spécialisé qui a pour objectif de prévenir et de pallier les différentes défaillances viscérales aiguës, les états de chocs, les altérations de l'équilibre hémodynamique et de l'équilibre acido-basique. Elle s'adresse aux malades graves, dont le pronostic vital est engagé, nécessitant une surveillance continue de leur fonctions vitales et l'utilisation de techniques et matériels spécifiques à la réanimation (les respirateurs, les dialyses, ECMO, etc.).

Il existe un grand nombre de services de réanimation : les réanimations « polyvalentes », neurochirurgicales, chirurgicales (cardiaque ou thoracique), néonatales, pédiatriques, etc. [1]

Les équipes médicales et paramédicales de réanimation sont spécialisées : les médecins en anesthésies-réanimation qui travaillent en collaboration avec tous les spécialistes de l'hôpital. [1]

Dans l'article D. 712-109 du décret n°2002-466 du 5 avril 2002 relatif aux établissements de santé pratiquant la réanimation, il est stipulé que l'équipe paramédicale d'une unité de réanimation comprend au minimum deux infirmiers pour cinq patients et un aide-soignant pour quatre patients. L'article D. 712-110 stipule que l'établissement de santé doit être en mesure de faire intervenir en permanence un masseur-kinésithérapeute justifiant d'une expérience attestée en réanimation. [2]

1.1.2. La durée moyenne d'un séjour en réanimation

La durée moyenne de séjour en réanimation en France est de 7,2 jours en 2013. Selon les données de la littérature, il est difficile d'établir une définition précise de la durée à partir de laquelle le séjour en réanimation doit être considéré comme prolongé étant donné qu'il existe une certaine hétérogénéité suivant le type de réanimation considéré. [3]

Une durée de séjour en réanimation la plus courte possible est un enjeu essentiel compte tenu de l'association étroite entre l'allongement de la durée de séjour et l'augmentation de la morbidité et de la mortalité en réanimation. [4][5][6]

Selon l'étude d'Arabi et al. [7], une corrélation étroite entre la durée de séjour et la durée de la ventilation mécanique est également retrouvée.

De plus, la ventilation mécanique invasive concerne entre 30 et 50% des patients admis en réanimation [8].

1.1.3. Les compétences du kinésithérapeute en réanimation

Les compétences du masseur-kinésithérapeutes en réanimation sont inscrites dans les articles R4321-1 à R4321-13 du code de santé publique. [9]

D'après le référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur-kinésithérapeute en réanimation élaboré par la société de kinésithérapie en réanimation (SRK), les kinésithérapeutes participent [10] :

- Au désencombrement bronchique des patients avec des techniques manuelles (rééducation de la toux, augmentation du flux expiratoire, etc.) et des techniques instrumentales (relaxateur de pression, aspiration endotrachéale, cough assist) ;
- Au maintien et à la récupération de l'intégrité de la ventilation (techniques de ventilation non invasive, sevrage de la ventilation mécanique et extubation, 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.

Le masseur kinésithérapeute exerçant dans ce secteur doit justifier d'une formation spécifique ou d'une ancienneté dans le domaine.

Il est conduit par la Société de Kinésithérapie en Réanimation (SKR), association créée en 1989 et régit par la loi 1901. [11]

1.2. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA MECANIQUE VENTILATOIRE

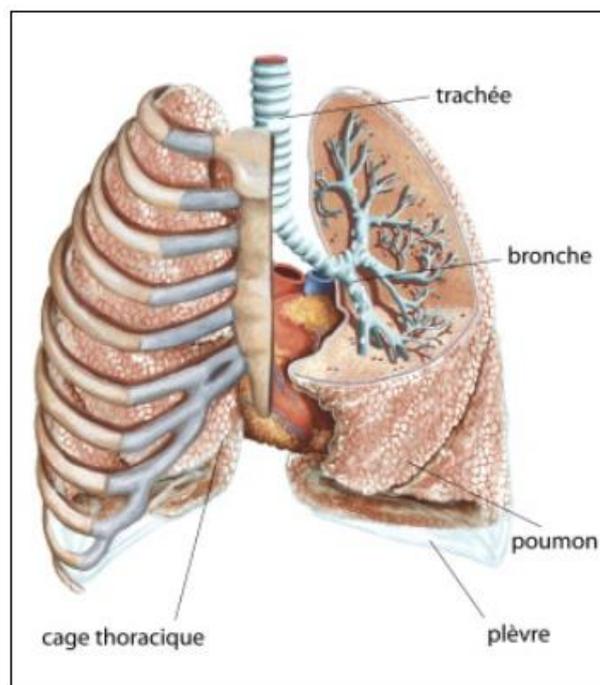


Figure 1 : les système respiratoire [12]

Le système respiratoire comprend les poumons, la trachée, les bronches, les alvéoles, etc. C'est un échangeur qui permet la diffusion et le transport de l'oxygène des poumons vers les cellules ainsi que le rejet du dioxyde de carbone créé par le métabolisme du corps humain vers l'extérieur. [13]

La pompe respiratoire, constituée de la cage thoracique, de la plèvre et des muscles respiratoires, permet d'assurer les déplacements et le renouvellement des gaz respiratoires (air inspiré et expiré) de l'extérieur du corps vers les poumons et inversement. [12]

La cage thoracique est composée des côtes, du sternum, des clavicules et de la colonne vertébrale. Elle contient les poumons et son diamètre peut augmenter ou diminuer lors des mouvements respiratoires.

Les poumons sont solidaires de la cage thoracique grâce à la plèvre, séreuse constituée de deux feuillets : un feuillet viscéral en contact avec les poumons et un feuillet pariétal qui tapisse la cage thoracique. Ces deux feuillets délimitent une cavité pleurale, c'est un espace virtuel où règne une pression légèrement inférieure à la pression atmosphérique permettant l'expansion pulmonaire lors de l'inspiration. [14]

Le poumon possède une force de rétraction (élastance) qui l'entraîne en permanence vers l'intérieur comme s'il se repliait sur lui-même et la cage thoracique possède une force d'expansion permanente qui a tendance à aller vers l'extérieur. Ces deux forces opposées s'exercent en continu sur la plèvre. [13] [15]

Les muscles respiratoires, de par leur contraction, permettent d'augmenter ou de réduire le diamètre de la cage thoracique.

Le principal muscle inspiratoire est le diaphragme, celui-ci s'insère sur la face postérieure de l'appendice xiphoïde, sur la face interne des 6 dernières côtes et sur la face antérieure des corps vertébraux (pilier droit de T12 à L3 et pilier gauche de T12 à L2), sa contraction permet un abaissement du centre phrénique et une augmentation du diamètre vertical de la cage thoracique. [16]

On retrouve également les muscles inspireurs accessoires : les intercostaux externes, les scalènes, le sterno-cléido-mastoïdiens, les trapèzes et les grand et petit pectoraux. Ces muscles ont tendance à augmenter le diamètre antéro-postérieur et transversal de la cage thoracique.

Les muscles de la paroi abdominale et les intercostaux internes sont des muscles expiratoires accessoires. [13]

La physiologie respiratoire décrit deux phénomènes : un phénomène inspiratoire actif par la contraction des muscles inspireurs et un phénomène expiratoire passif par le relâchement des muscles inspireurs.

Lorsque le système respiratoire est **au repos**, la pression intrapleurale est négative due aux forces de rétraction pulmonaire et d'expansion thoracique transmises à la plèvre en permanence. La pression intrapulmonaire est égale à la pression atmosphérique et il n'y a pas de déplacement gazeux. [13]

1.2.1. Un phénomène inspiratoire actif

Lors de l'inspiration, la contraction du diaphragme et des muscles inspireurs accessoires entraîne une augmentation du diamètre de la cage thoracique dans le sens vertical, transversal et antéro-postérieur.

La force d'expansion thoracique augmente et entraîne une diminution de la pression intrapleurale, ce qui va exercer une traction sur la surface pulmonaire et ainsi augmenter son volume. [13]

Cette augmentation du volume pulmonaire va entraîner une diminution de la pression intrapulmonaire qui devient négative et ainsi créer un gradient de pression entre l'intérieur du poumon et la pression atmosphérique [17].

C'est cette différence de pression qui va générer une force d'aspiration à l'intérieur du poumon, et permettre l'entrée d'air de la bouche vers les alvéoles pour égaliser les pressions.

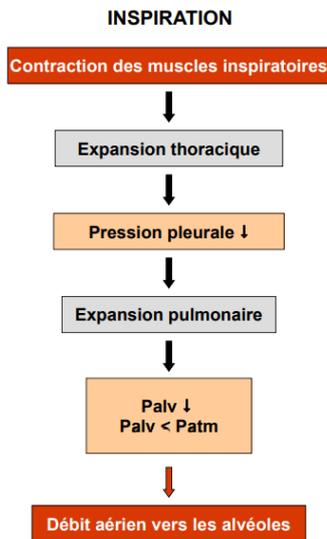


Figure 2 : le phénomène inspiratoire [18]

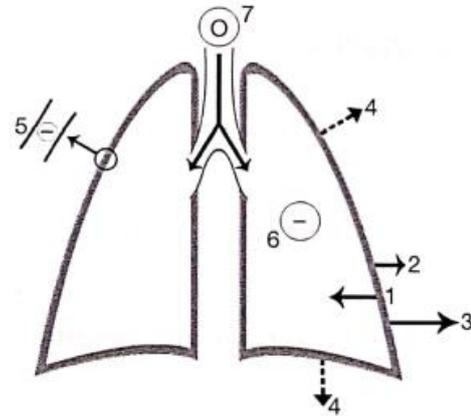


Fig. 2.4
L'inspiration.
1. Recul pulmonaire. 2. Recul thoracique. 3. Force musculaire. 4. Thorax et poumons augmentent de volume. 5. Pression intrapleurale (qui diminue). 6. Pression intrapulmonaire (qui diminue). 7. L'air entre dans les poumons.

Figure 3 : l'inspiration [13]

1.2.2. Un phénomène expiratoire passif

L'expiration normale est un phénomène passif dû au relâchement des muscles inspiratoires, entraînant une diminution du volume de la cage thoracique, la force de rétraction pulmonaire va alors devenir supérieure à celle de l'expansion thoracique, entraînant une pression intrapulmonaire positive et une réduction du volume pulmonaire et ainsi provoquer l'expulsion de l'air. [17]

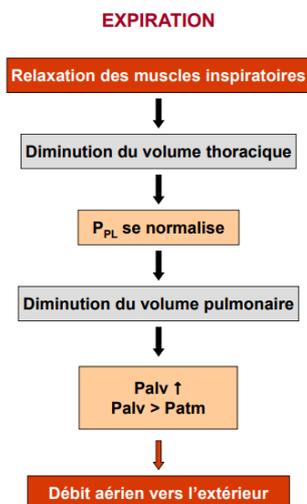


Figure 4 : le phénomène expiratoire [18]

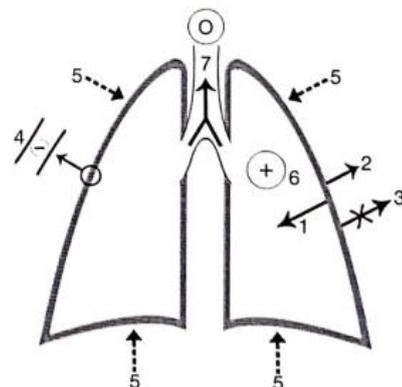


Fig. 2.6
L'expiration.
1. Recul pulmonaire. 2. Recul thoracique (1 > 2). 3. Force musculaire (nulle). 4. Pression intrapleurale (moins négative). 5. Diminution de volume du thorax et du poumon. 6. Pression intrapulmonaire (devenir positive). 7. L'air quitte les poumons.

Figure 5 : l'expiration [13]

L'expiration peut également être forcée en ajoutant la contraction des muscles expirateurs accessoires, le volume aérien expulsé va être supérieur à celui expulsé lors d'une expiration normale ; cette expiration devient donc active.

En résumé, l'air rentre et sort de la cage thoracique grâce à un gradient de pression entre la pression intrapulmonaire (pression alvéolaire) et la pression atmosphérique.

Lors de l'inspiration, la pression alvéolaire est inférieure à la pression atmosphérique entraînant une aspiration de l'air dans le poumon.

Lors de l'expiration, la pression alvéolaire est supérieure à la pression atmosphérique entraînant une expulsion de l'air des poumons. [19]

1.3. LA VENTILATION MECANIQUE INVASIVE

Le terme « ventilation mécanique » désigne l'ensemble des techniques qui assurent une suppléance totale ou partielle de la ventilation. Elle est nécessaire à la survie des patients en phase critique.

Elle concerne entre 30 et 50% des patients admis en réanimation [8].

La ventilation artificielle ou ventilation mécanique (VM) vise à maintenir l'hématose au moyen d'un respirateur artificiel (**voir annexe 1**) qui insuffle une quantité d'oxygène, humidifié et réchauffé, par l'intermédiaire d'une sonde d'intubation, d'une trachéotomie (ventilation invasive) ou d'un masque étanche (ventilation non invasive). [20]

Lors de la phase inspiratoire, le respirateur insuffle un certain volume d'air à l'intérieur des poumons, ce qui augmente la pression intrapulmonaire ainsi que le volume des poumons ; à l'inverse de la physiologie respiratoire citée précédemment. [13]

L'inspiration dans la ventilation mécanique est donc une ventilation en pression positive, alors que l'inspiration physiologique spontanée est due à une pression intrapulmonaire négative.

Les objectifs de la VM sont :

- D'assister ou de remplacer la pompe respiratoire lorsque l'activité musculaire respiratoire n'est plus capable de répondre à la demande ventilatoire du patient ;
- D'améliorer ou de normaliser les échanges gazeux ;
- De maintenir un volume pulmonaire suffisant. [21]

1.3.1. Les modes ventilatoires

Tous les modes ventilatoires peuvent être appliqués soit en mode de volume contrôlé où le respirateur délivrera un volume courant (VT) prédéfini ; soit en mode de pression contrôlée où il génère le niveau de pression inspiratoire défini lors du réglage.

On décrit généralement 4 grands types de ventilation mécanique : [20] [21] [22] [23]

- La ventilation contrôlée :

La ventilation mécanique contrôlée est une assistance ventilatoire totale. Le respirateur effectue l'intégralité du travail respiratoire grâce à des réglages prédéfinis. Il n'y a aucune participation du patient.

Elle permet la suppression totale du travail musculaire et de l'activité respiratoire, ce qui améliore les échanges gazeux et le confort des patients.

Cependant, la suppression de l'activité des muscles respiratoires nécessite une sédation importante, voir une curarisation.

- La ventilation assistée contrôlée :

Dans ce mode ventilatoire, il y a une participation partielle du patient qui peut initier un cycle ventilatoire grâce à un système de trigger lorsqu'il y a détection d'un effort inspiratoire de la part du patient, mais ce cycle respiratoire sera entièrement contrôlé par le respirateur.

Une fréquence respiratoire minimale est imposée si le patient ne déclenche pas de cycle spontanément.

Le trigger, réglé grâce à un seuil de déclenchement prédéfini, est un mécanisme de reconnaissance de l'effort inspiratoire du patient.

La ventilation assistée contrôlée, tout comme la ventilation contrôlée, permet un support ventilatoire maximal pour corriger l'hypoxie et l'hypercapnie, mais elle permet également de répondre à la demande ventilatoire du patient, de diminuer les sédations et de mettre en jeu les muscles respiratoires.

Cependant, l'augmentation de la fréquence respiratoire peut entraîner une alcalose respiratoire.

- La ventilation assistée contrôlée intermittente :

La ventilation assistée contrôlée intermittente offre une participation plus importante du sujet. Elle permet d'intercaler des phases de respiration spontanée avec une aide inspiratoire entre les phases de ventilation mécanique contrôlées par le respirateur.

Ce mode ventilatoire permet une diminution supplémentaire des sédations et pourrait supposer un renforcement des muscles respiratoires.

- La ventilation spontanée (VS) :

Dans ce mode ventilatoire, tous les cycles respiratoires sont déclenchés et gérés par le patient. Une aide inspiratoire (AI) et une pression expiratoire positive (PEP) peuvent être générées par le respirateur afin de soulager les efforts inspiratoires du patient et de lutter contre le collapsus alvéolaire.

C'est le seul mode ventilatoire qui se rapproche le plus de la ventilation physiologique car le patient contrôle sa respiration et maintient une activité musculaire respiratoire permanente. De plus, un arrêt des sédations est envisageable.

Cependant, si le patient ne déclenche pas spontanément de cycle respiratoire pendant une certaine durée prééglée sur le respirateur, celui-ci va passer automatiquement en mode contrôlé afin de récupérer une fréquence respiratoire minimale.

Le passage par la ventilation spontanée est indispensable au sevrage de la ventilation mécanique.

Toutefois, le risque d'épuisement du patient et le risque d'hypercapnie sont augmentés.

1.3.2. Les indications de la ventilation mécanique

Les indications de la ventilation mécanique sont nombreuses (**voir annexe 2**) [24].

La mise en place d'une VM invasive est indiquée dans toutes les situations responsables d'une insuffisance respiratoire aiguë, d'un encombrement bronchopulmonaire majeur ou d'un risque important d'inhalation. [25]

Elle est également indiquée lors d'une fatigue des muscles respiratoires, d'une anesthésie générale, d'une curarisation, d'une atteinte thoraco-pulmonaire ou dans certaines affections neuro-musculaires.

La VM va permettre d'améliorer l'oxygénation des tissus, d'assurer une élimination du CO₂ suffisante, donc de maintenir un pH stable et de diminuer le travail des muscles respiratoires pour éviter l'épuisement. [26]

Le choix de la mise en place d'une ventilation mécanique invasive va dépendre des pathologies citées précédemment mais également de la présence de certains signes cliniques inquiétants tel que :

- Une fréquence respiratoire > 30 cycles/min.
- Une saturation en oxygène < 90 %.
- Une pression artérielle en CO₂ > 50 mmHg.
- Un pH < 7,25.

Ces signes cliniques indiquent que la perméabilité des voies respiratoires ou que l'oxygénation des tissus ne peuvent être maintenues naturellement et nécessitent un apport par la VM. [21]

1.3.3. Les complications de la ventilation mécanique

Malgré la nécessité de la ventilation mécanique pour la prise en charge de certaines fonctions vitales, il y a toujours un risque de complications et d'accidents associés.

Il existe de nombreuses études reflétant l'association entre la durée de la ventilation et l'apparition de complications et/ou de mortalité. [6] [27]

Les principales complications de la ventilation mécanique prolongée sont [28] [29] [30] :

- Les pneumonies associées au ventilateur qui peuvent entraîner un encombrement majeur et des atélectasies ;
- Les lésions pulmonaires aiguës causées par la pression positive créée par la ventilation mécanique (ex : le pneumothorax) ;
- L'atrophie musculaire, en particulier des muscles respiratoires : dysfonction diaphragmatique et neuromyopathie acquises en réanimation (NMAR) ;
- Le dysfonctionnement de la déglutition ;
- Les défaillances cardiovasculaires ;
- Les complications créées par la sédation : troubles du sommeil et complications neuropsychiatriques.
- Et les désynchronisations patient-ventilateur (hyperventilation, hypoxie, hypercapnie, etc.)

On retrouve également des complications de l'intubation ou de la trachéotomie prolongée [21] :

- La sténose trachéale, ou laryngotrachéale ;
- Les fistules trachéo-oesophagienne ;
- Lésions laryngées dues à l'auto-extubation accidentelle ;
- Les blessures des cordes vocales ;
- Le risque de sinusites ;
- Et les pneumopathies due aux aspirations répétées.

1.4. LA DYSFONCTION DIAPHRAGMATIQUE

La dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation mécanique (DDIV) se définit comme la diminution de la force de contraction du diaphragme au cours de la VM.

En effet, de nombreuses études réalisées sur des modèles animaux [31] [32], puis sur les humains [33] [34] ont révélé que la ventilation mécanique en mode contrôlé, c'est-à-dire sans aucune participation musculaire de sujet, engendre la survenue d'une dysfonction diaphragmatique dont la sévérité dépend de la durée de la VM.

Cette DDIV est précoce, seulement 12 heures de ventilation mécanique contrôlée suffisent à induire une diminution de 18 % de la force de contraction du diaphragme chez le rat, et une diminution de 46 % après 24 heures. [31]

Il s'agit d'une atteinte purement musculaire, la jonction neuromusculaire et la transmission nerveuse sont intactes. Elle peut être la conséquence de nombreux éléments comme l'atrophie musculaire, le stress oxydatif, les lésions structurelles, le remodelage des fibres musculaires, les drogues ou la dysfonction mitochondriale. [35]

Cette DDIV va entraîner une augmentation de la fatigue musculaire du diaphragme et donc une difficulté de sevrage de la VM. [8]

L'atteinte diaphragmatique peut être évaluée par la réponse à une stimulation phrénique magnétique et par l'échographie diaphragmatique. L'échographie est l'examen de référence pour évaluer les lésions diaphragmatiques, elle permet de détecter les changements d'épaisseur du diaphragme.

Plusieurs études expérimentales ont montré que le maintien de cycles spontanés, en particulier l'utilisation du mode ventilatoire VS-AI, au cours de la ventilation mécanique permettrait de limiter cette DDIV. [36] [37] [38] [39]

1.5. LES ETAPES DU SEVRAGE VENTILATOIRE

Le sevrage ventilatoire est l'ensemble du processus permettant le passage plus ou moins rapide de la ventilation mécanique invasive en mode contrôlé à la ventilation spontanée ou « déventilation », conduisant à l'extubation. [40]

Le sevrage représente environ 40 % à 50 % du temps total de la ventilation mécanique invasive. [40] [41]

Comme il existe de nombreuses complications inhérentes à la ventilation mécanique, la question du sevrage ventilatoire est envisagée le plus tôt possible, souvent dès la mise en place de cette ventilation artificielle.

1.5.1. Les prérequis

Il a été démontré que le respect des protocoles de sevrage réduisait la durée de la ventilation mécanique. [42]

La mise en place d'un protocole de sevrage multidisciplinaire est indispensable au sein de chaque unité de réanimation.

De nombreux critères prédictifs (généraux et respiratoires) de l'issue du sevrage ont été proposés, cependant ces critères connaissent plusieurs limites. Ils permettent de prédire si les patients sont à risque d'échec d'extubation malgré un succès de l'épreuve de la ventilation spontanée (**voir annexe 3**). [40]

Dans les critères généraux du patient à prendre en compte, on retrouve l'absence de sédation ou d'effet de la sédation, l'absence d'inotrope ou de vasopresseur, un état de conscience normal avec des réponses cohérentes aux ordres simples ou score de Glasgow > 13 (**voir annexe 4**), une efficacité de la toux, une absence d'encombrement majeur et une résolution ou une amélioration significative de la cause de la décompensation respiratoire.

Il faut prendre en compte également certains critères respiratoires tel qu'une fraction inspirée en oxygène (FiO₂) < 50 % et une pression expiratoire positive (PEP) < 5 cmH₂O. [21]

Certaines mesures physiologiques peuvent également être réalisées afin de prédire les risques d'échec de sevrage ventilatoire. [21] On retrouve par exemple :

- La mesure de la pression inspiratoire maximale qui reflète la force des muscles ventilatoires ;
- La mesure de la capacité vitale
- Le rapport fréquence respiratoire / volume courant expiré (f/Vt) < 105 cycles/min/L.

1.5.2. L'épreuve de la ventilation spontanée

Le test de ventilation spontanée est indispensable pour vérifier si le sevrage ventilatoire peut être supporté par le patient. L'objectif de ce test est d'évaluer les capacités du patient à ventiler spontanément sans l'assistance du ventilateur.

Ce test est réalisé essentiellement de deux manières : avec un tube en T ou avec une aide inspiratoire. La ventilation spontanée avec une aide inspiratoire correspond au réglage du ventilateur dans le mode VS-AI et le tube en T permet simplement de faire respirer le patient à travers ce tube (**voir annexe 5**), en le déconnectant du ventilateur. [21]

La durée de cette épreuve de ventilation spontanée est comprise entre 30 et 120 minutes.

On pourra alors considérer que le patient est extuable ou sevré de la VM si au cours de cette épreuve le patient ne présente aucun signe d'intolérances ou de détresse respiratoire (désaturation, agitation, épuisement, sueur, instabilité hémodynamique, etc.) (**voir annexe 6**). Il faut également s'assurer que le patient présente une toux efficace ainsi qu'une bonne capacité à déglutir, et qu'il ne présente pas d'encombrement majeur. [21]

1.5.3. Les principales causes d'échec du sevrage de la ventilation mécanique

L'échec de sevrage est défini par l'échec d'une épreuve de sevrage en ventilation spontanée ; alors que l'échec d'extubation se définit par la nécessité d'une réintubation précoce ou d'un recours à un support ventilatoire non invasif (VNI) dans les 48h dans les suites d'une extubation.

Les données actuelles montrent qu'environ 20 % des patients nécessitent une réintubation. [43]

Les causes d'échec sont nombreuses, on retrouve principalement la faiblesse musculaire des muscles respiratoires, la dysfonction diaphragmatique, l'encombrement bronchique majeur avec une inefficacité de la toux et des défaillances cardiologiques. (**Voir annexe 7**) [44]

Chez les patients ayant un sevrage difficile ou prolongé, la question de la trachéotomie est envisagée. Elle permet d'augmenter le confort et la communication des patients, de réduire le risque d'auto-extubation, d'améliorer la mécanique ventilatoire et de reprendre une reprise progressive d'une alimentation orale. Cependant, c'est un geste invasif donc la présence de risque associé doit être pris en considération. [43]

1.5.4. Prise en charge kinésithérapique des patients dans le cadre d'un sevrage de la ventilation mécanique

Le kinésithérapeute a un rôle fondamental pendant la procédure de sevrage ventilatoire : [21] [45]

Il participe au dépistage des critères de sevrage, à la surveillance de l'épreuve de ventilation spontanée, à l'évaluation du score MRC, à l'évaluation de l'efficacité de la force de la toux, à l'appréciation des troubles de la déglutition, au désencombrement du patient et à l'évaluation de l'état de conscience du patient.

Le kinésithérapeute a également un rôle important pendant la période post-extubation, ou post-décanulation de la trachéotomie. Il va aider au désencombrement du patient par des techniques manuelles et/ou instrumentales, à l'amélioration de la toux en augmentant le flux expiratoire, à la récupération des troubles de la déglutition, à la prévention d'apparition d'atélectasie et au dépistage des signes de fatigue respiratoire.

En plus de tous ses rôles, le kinésithérapeute va continuer ses soins habituels avec la prévention de l'apparition d'escarres par des changements de position, la mise au fauteuil du patient, les mobilisations passives et le début d'un travail actif de renforcement.

1.6. LE RENFORCEMENT DES MUSCLES INSPIRATEURS CHEZ LES PATIENTS SOUS VENTILATION MECANIQUE

Pour lutter contre l'apparition des complications de la ventilation mécanique, des causes d'échec de sevrage ventilatoire et ainsi prévenir les difficultés du sevrage, l'entraînement des muscles inspiratoires (EMI) peut être proposé.

1.6.1. L'intérêt de l'entraînement des muscles inspiratoires

1.6.1.1. L'intérêt clinique de l'EMI

L'EMI est une technique visant à faire gagner en force et en endurance les muscles inspiratoires.

Le principe est fondé sur la correction du déséquilibre qui s'installe entre la capacité des muscles inspirateurs et la charge de travail qui leur est imposée. [46]

En ce qui concerne l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients sous VM, celui-ci se base sur deux méthodes reconnues par la littérature qui seront détaillées un peu plus bas : l'entraînement par une valve à seuil ou l'entraînement par modification du trigger inspiratoire sur le ventilateur. [47]

1.6.1.2. Les données scientifiques actuelles sur l'EMI

L'intérêt de l'EMI a été prouvé en terme de gain de force et d'endurance des muscles inspiratoires, d'amélioration de la qualité de vie et de diminution de la dyspnée chez les patients souffrant de bronchite pulmonaire chronique obstructive (BPCO). L'EMI est d'autant plus efficace lorsqu'il est associé à une prise en charge globale comprenant de l'activité physique, notamment dans le cadre de la réhabilitation respiratoire. [48]

De plus, il existe des preuves que l'EMI préopératoire réduit l'incidence des complications pulmonaires postopératoires chez les patients subissant une chirurgie cardiaque ou abdominale. [49]

Depuis 2008, l'European Respiratory Society (ERS) recommande un entraînement des muscles respiratoires chez les patients sous ventilation mécanique et présentant une défaillance des muscles respiratoires et un échec de sevrage (grade C). [42]

Cependant, les données de la littérature actuelle concernant les effets de l'EMI dans le sevrage de la VM restent encore pauvres.

De plus, aucune étude n'évalue les répercussions fonctionnelles de l'atteinte musculaire à distance du sevrage de la VM.

1.6.1.3. La place de l'EMI dans les services de réanimation français

En 2015, T. Bonnevie [50] a réalisé une enquête auprès des kinésithérapeutes français travaillant en unités de soins intensifs (USI) adultes à propos de l'EMI, dans laquelle 99 % des USI ont répondu.

Au total, seulement un tiers des participants ont déclaré avoir déjà utilisé l'EMI :

- Parmi eux, seulement 13 % utilisent des méthodes fondées sur les données de la littérature (valve à seuil ou modification du trigger inspiratoire sur le respirateur).
- Les autres utilisent des techniques avec une efficacité incertaine et qui sont sans ajout de résistance inspiratoire telles que la ventilation dirigée abdomino-diaphragmatique, les respirations profondes et la spirométrie incitative.

De plus, seuls 17 % d'entre eux évaluent la pression inspiratoire maximale Pimax, indicateur de l'évolution de l'entraînement musculaire.

Et pour finir, 64 % des thérapeutes en USI ont indiqué manquer de connaissance à propos de l'utilisation de l'EMI chez les patients ventilés.

Les résultats de cette enquête prouvent que l'entraînement des muscles inspiratoires n'a pas encore pris sa place dans les services de réanimation français et que les thérapeutes manquent d'informations à ce sujet.

1.6.2. Les deux méthodes reconnues par la littérature

1.6.2.1. La modification des paramètres du respirateur

L'entraînement des muscles inspiratoires peut être obtenu en modifiant le trigger inspiratoire du ventilateur.

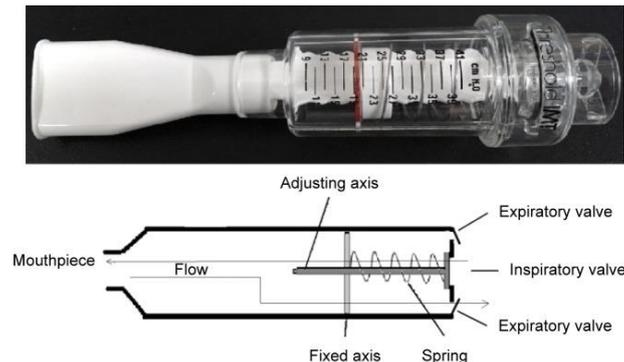
Le trigger est un dispositif permettant de détecter les appels inspiratoires spontanés du patient. Il est assimilable à un seuil de déclenchement ; plus le trigger est haut, plus l'effort inspiratoire devra être important pour déclencher spontanément un cycle supplémentaire.

La charge de travail des muscles inspiratoires, avec cette méthode, n'est imposée qu'à l'ouverture de la valve inspiratoire donc qu'au début du temps inspiratoire. [46]

Cette méthode d'EMI peut être utilisée très précocement chez les patients qui sont encore sédatisés et ne nécessitent pas de matériel supplémentaire.

1.6.2.2. Les valves à seuil

C'est la méthode la plus utilisée dans la littérature. La valve à seuil la plus répandue est la valve Threshold® IMT (Respironics). [51]



Source : [52], valve Threshold IMT.

Ce dispositif comporte une valve à ressort unidirectionnelle indépendante du flux respiratoire qui permet de fournir une charge de seuil inspiratoire pure et précise. Il permet de créer une résistance seulement à l'inspiration et pendant toute la phase inspiratoire. La charge inspiratoire générée par ce dispositif est définie et réglable par le thérapeute.

Il permet de maintenir une pression constante quel que soit le débit inspiratoire du patient. [53]

D'autres dispositifs à seuil inspiratoire existent également, on retrouve par exemple le dispositif électronique POWER breathe KH2. Le fonctionnement est similaire celui de la valve Threshold. [54]

Des critères d'initiation et d'arrêt de la séance d'entraînement sont définis et permettent de garantir la sécurité du patient. [46]

1.6.3. Evaluation de la force des muscles inspirateurs par la mesure de la force inspiratoire maximale

La mesure de la Pimax est non invasive et peu spécifique, elle reflète la force inspiratoire de l'ensemble des muscles inspirateurs.

Chez les patients qui ne sont pas ventilés artificiellement, elle est réalisée en mesurant, à l'aide d'un manomètre respiratoire, la pression à la bouche soutenue pendant une seconde au cours d'un effort inspiratoire statique maximal. [55]

Cependant, cette méthode nécessite la pleine coopération du patient pour obtenir une valeur maximale [8], ce qui n'est pas toujours possible en réanimation.

Dans le cas des patients sous ventilation mécanique, il est possible d'obtenir une information équivalente en mesurant, la pression dans les voies aériennes lors d'efforts inspiratoires contre une occlusion à l'inspiration d'une seconde, mais la fiabilité et la reproductibilité de cette méthode de mesure chez les patients ventilés ne sont pas certaines. [56]

Il existe encore une autre méthode standardisée, proposée par Caruso et al., qui permet de générer des forces plus proches de l'effort inspiratoire maximal chez les patients intubés : l'utilisation d'une valve unidirectionnelle positionnée à l'extrémité de la sonde d'intubation. Cette valve permet une occlusion à l'inspiration. Le patient réalise alors des efforts inspiratoires successivement croissants, ce qui permet d'obtenir un effort comparable à l'effort inspiratoire maximal à un volume pulmonaire approchant le volume résiduel. [57]

Cette dernière méthode peut être réalisée sans la coopération des patients. Pour y pallier, l'occlusion inspiratoire doit être maintenue 20 secondes afin d'obtenir une mesure maximale au volume résiduel. [57]

Pour chacune des méthodes citées, la mesure de la Pimax doit être répétée trois fois en retenant la valeur la plus haute. Le patient ventilé bénéficie d'un temps de repos sous VM entre chaque mesure. [46]

Pour finir, il existe une autre méthode de mesure qui peut être réalisée par la fonction NIF (négative Inspiratory Force) du respirateur. Elle permet d'évaluer la Pimax sans déventiler le patient mais réalise une occlusion à l'inspiration et à l'expiration. [46]

Une pression inspiratoire maximale inférieure à 30 cmH2O est un facteur de sevrage de ventilation différé. [46]

Son évaluation est également indispensable pour la réalisation des programmes d'entraînement des muscles inspireurs car ils se basent sur un pourcentage de la Pimax pour déterminer la charge de travail. [58] [59] [60]

1.7. PERTINENCE DE CETTE REVUE

1.7.1. Hypothèse théorique et pertinence de la revue

Dans les principales causes d'échec de sevrage de la ventilation mécanique et d'échec d'extubation, on retrouve la faiblesse des muscles inspiratoires et la dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation mécanique.

Cette DDIV induit une fatigue du diaphragme importante et une augmentation de la participation des muscles inspiratoires accessoires lors de l'inspiration spontanée. Le sujet aura tendance à montrer des signes d'épuisement et de tirage inspiratoire, qui font partie des signes cliniques d'échec de l'épreuve de ventilation spontanée. (**voir annexe 6**)

De plus, les complications liées à la ventilation mécanique sont très nombreuses et la question de sevrage de celle-ci doit être envisagée le plus tôt possible.

Vu que l'entraînement des muscles inspirateurs est une technique visant à faire gagner en force et en endurance les muscles inspiratoires, l'adaptation de cette technique sur les patients en échec de sevrage ou présentant une faiblesse des muscles inspiratoires est recommandée par l'European Respiratory Society depuis 2008 (grade C). [42]

Pour finir, il a été prouvé que l'EMI augmente la force des muscles inspiratoires par la mesure de la pression inspiratoire maximale.

A la vue de toutes ses données, il semble possible que l'utilisation précoce de l'entraînement des muscles inspiratoires sur les patients ventilés permette une réduction de temps de sevrage de la VM, c'est donc sur cette théorie que se base cette revue de littérature.

1.7.2. Objectif / problématique

L'objectif de cette revue est de savoir si l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventilés a un effet sur la durée de sevrage de la ventilation mécanique. Autrement dit, on cherche à savoir si l'EMI peut être considéré comme un outil thérapeutique supplémentaire efficace dans le sevrage de la ventilation mécanique.

La problématique de cette revue est donc : « **L'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventilés : une plus-value dans le sevrage de la ventilation mécanique ?** »

Pour cela, des recherches d'études ont été réalisées sur plusieurs moteurs de recherche afin de rassembler celles étant les plus à mêmes de répondre à cette problématique. La recherche a été réalisée selon le modèle PICO (*voir tableau 1*).

La synthèse de plusieurs études validées et incluses dans cette revue aura pour but d'avancer une réponse la plus objective possible à cette question.

Population	Patient sous ventilation mécanique invasive
Intervention	Renforcement des muscles inspirateurs
Comparateur	Soins habituels / placebo
Outcomes	Evaluation de la durée du sevrage de la ventilation mécanique, évolution de la pression inspiratoire maximale
Study Design	Essais cliniques randomisés

Tableau 1 : Modèle PICO utilisé pour les critères d'éligibilité de l'étude.

2. METHODE DE RECHERCHE

2.1. CRITERES D'ELIGIBILITE DES ETUDES

2.1.1. Schéma d'étude

L'objectif de cette revue étant de savoir si le renforcement des muscles inspiratoires peut être considéré comme un outil supplémentaire efficace dans le sevrage de la ventilation mécanique, nous pouvons qualifier cette question comme de type thérapeutique car nous évaluons l'efficacité d'un traitement.

Face à ce type de question, les schémas d'études les plus appropriés sont les essais cliniques randomisés.

De ce fait, les schémas d'études tels que les séries de cas, les études de cohorte et les études cas témoins n'ont pas été inclus dans cette revue.

2.1.2. Population et participants

Dans cette revue de littérature n'ont été retenus que les patients sous ventilation mécanique depuis au moins 48 heures, peu importe le type de support de cette ventilation artificielle (intubation ou trachéotomie). Les patients ne devaient pas être sédatisés, ni prendre des médicaments susceptibles de provoquer des troubles de l'attention, afin qu'ils puissent comprendre et suivre des instructions verbales simples au moment du début de l'intervention.

Il était également important que les patients soient tous majeurs, et qu'aucun ne présente d'affections neurologiques progressives ou de lésions médullaires supérieures à T8 qui auraient pu justifier une atteinte du diaphragme et donc une faiblesse des muscles inspirateurs.

Ils ne devaient pas non plus avoir de pathologies cardiaques ou de pathologies au niveau de la cage thoracique (fractures de côtes) qui pourraient expliquer une diminution de la tolérance à l'effort et une diminution de la mobilité pulmonaire.

Le sexe et le poids n'ont aucune incidence dans le choix de la population des articles.

2.1.3. Intervention

L'intervention, c'est-à-dire l'élément soumis à l'évaluation dans cette revue de littérature est le renforcement des muscles inspiratoires chez les patients sous ventilation mécanique, en plus de l'application des soins habituels.

L'entraînement des muscles inspirateurs peut être réalisé à l'aide d'une valve unidirectionnelle (*Threshold* ou *POWER Breathe KH2*) ou grâce à des modifications sur les paramètres du respirateur.

La valve unidirectionnelle est un dispositif à seuil permettant de créer une résistance seulement à l'inspiration et pendant toute la durée de l'inspiration.

Au niveau du respirateur, on peut modifier la sensibilité de celui-ci en fonction de la pression inspiratoire maximale du patient en augmentant le seuil de déclenchement de l'inspiration (trigger). Une résistance sera créée seulement au déclenchement de l'inspiration.

2.1.4. Comparateur

Pour déterminer si l'entraînement des muscles inspirateurs peut être considéré comme un outil thérapeutique supplémentaire efficace ou non sur la durée de sevrage des patients sous ventilation mécanique, nous comparons cette intervention à la prise en charge avec les soins habituels, ou à une prise en charge placebo.

Les soins habituels se composent de mobilisations passives et actives-aidées, de kinésithérapie respiratoire, de désencombrement, d'aspiration, de repositionnement et si possible la mise au fauteuil des patients.

Ils comprennent également un protocole de sevrage de la ventilation artificielle progressif.

Le comparateur peut également être un élément placebo, c'est-à-dire que l'on peut utiliser un dispositif d'entraînement des muscles inspiratoires mais à une charge résistive si faible que l'effet de l'entraînement sera considéré comme nul.

2.1.5. Critères de jugement

Dans cette revue, le critère de jugement principal est l'évaluation de la durée de sevrage de la ventilation mécanique.

Le critère de jugement secondaire est l'évaluation de la force musculaire inspiratoire par la mesure de la pression inspiratoire maximale.

La période de sevrage va être définie comme la période entre la fin d'une ventilation en mode contrôlé ou le début d'une ventilation en mode spontané avec une aide inspiratoire jusqu'à l'extubation ou le retrait de la canule de trachéotomie.

L'échec de sevrage est défini par la nécessité d'une ré-intubation, d'une pose de trachéotomie ou d'un décès par détresse respiratoire dans les 48 heures suivant l'extubation ou le retrait de la canule de trachéotomie.

2.2. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

2.2.1. Sources documentaires investiguées

Le choix du sujet de cette revue de littérature a émergé suite à une réflexion personnelle quant aux taux d'échecs de sevrage et à la durée de ventilation mécanique parfois très longue que j'ai pu observer pendant mon parcours d'apprentie en service de réanimation polyvalente. Je me suis alors

questionnée sur l'importance que pourrait avoir le kinésithérapeute dans le sevrage de cette ventilation mécanique et par quels moyens y parvenir.

J'ai donc commencé par une recherche globale sur la base de données Google Scholar, ne contenant que des articles académiques mais permettant d'avoir une vision d'ensemble et une idée générale de la quantité d'études sur ce sujet. Après en avoir parcouru quelques-unes, j'ai remarqué que le renforcement des muscles inspiratoires chez les patients sous ventilation mécanique était une technique pertinente et encore peu connue que j'ai eu envie d'approfondir en cherchant de manière plus précise sur d'autres moteurs de recherche.

J'ai débuté cette recherche plus approfondie sur la base de données PubMed, une des sources les plus connues et contenant de nombreuses études scientifiques dans le domaine médical. Elle permet d'accéder à des millions d'articles et d'effectuer des recherches avec un degré de précision assez élevé.

J'ai également utilisé le moteur de recherche PEDro, qui est une base de données dans le domaine de la kinésithérapie fondée sur des preuves, contenant principalement des essais cliniques randomisés, études correspondantes à ma question thérapeutique.

Régulièrement, en consultant les études qui me semblaient pertinentes, j'ai souvent été redirigée vers le site ScienceDirect. Je m'en suis donc appuyée pour compléter ma recherche.

J'ai également effectué une recherche sur Cochrane Library, qui est une source d'information indépendante, fondée sur des données probantes.

Pour finir, afin d'élargir la possibilité de trouver d'autres études pertinentes pour répondre à ma problématique, j'ai également consulté la bibliographie des études que j'ai retenues.

La période de recherche a été réalisée du mois de septembre 2021 au mois de décembre 2021.

2.2.2. Equation de recherche

Afin d'utiliser au mieux les différentes bases de données et d'affiner la sélection, une équation de recherche a été construite en combinant des mots clés pertinents établie à partir du modèle PICO de la question de recherche de cette revue de littérature.

Mots en Français	Mots en Anglais
Sevrage	Weaning
Ventilation mécanique	Mechanical ventilation / Assisted ventilation
Renforcement des muscles inspirateurs	Training inspiratory muscles / Strengthen inspiratory muscles

Tableau 2 : Mots-clés

Les opérateurs booléens « AND », « OR », et « NOT » ont été utilisé pour affiner l'équation de recherche.

- **PubMed** :

L'équation de recherche utilisée sur la base de données PubMed a été : (((mechanical ventilation) OR (assisted ventilation)) AND (weaning)) AND (training inspiratory muscles)) OR (strengthen inspiratory muscles).

143 résultats ont été identifiés. En rajoutant le filtre « randomized controlled trial », **22 résultats** ont été obtenus.

- **PEDro** :

Sur ce moteur de recherche, l'équation utilisée a été « weaning mechanical ventilation with training inspiratory muscles » en précisant que les termes devaient être retrouvés dans le titre et/ou l'abstract.

5 résultats ont été présentés.

- **Cochrane** :

L'équation utilisée a été « weaning mechanical ventilation » AND « training inspiratory muscles ».

44 résultats ont été obtenus.

2.3. LA METHODE D'EXTRACTION DES DONNEES

2.3.1. La sélection des études

La sélection des études incluses dans cette revue de littérature a été faite de la manière suivante.

Après avoir rentré l'équation de recherche dans les bases de données PubMed, PEDro et Cochrane puis n'avoir sélectionné que les essais cliniques randomisés à l'aide des filtres disponibles sur ces bases de données, une suppression des doublons a été réalisée.

A la suite de ce premier tri, une lecture de tous les titres et abstracts a été faite afin d'exclure tous les articles ne correspondant pas au thème de cette revue.

Les articles restants ont été lus en intégralité et un troisième tri a été effectué pour ne sélectionner que ceux qui répondent au modèle PICO et aux critères d'inclusion (**tableau 3**). Les études ne répondant pas aux critères d'inclusion ou présentant au moins un des critères d'exclusion ont été retirées de la revue.

Au final, **4 articles** ont été retenus et inclus dans la revue.

<u>Critères d'inclusion</u>	<u>Critères d'exclusion</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Patient ≥ 18 ans, • Ventilation mécanique ≥ 48 H ou patient trachéotomisé • Patient conscient, capable de répondre à des consignes simples ou sans sédation pendant plus de 24H, • L'utilisation d'une technique d'entraînement des muscles inspireurs fiable : les valves unidirectionnelles ou la modification du trigger inspiratoire. • La durée du sevrage de la ventilation mécanique, • Evaluation de la Pimax au début et à la fin de l'intervention, • Evaluation des constantes des patients avant chaque séance, • Essais cliniques randomisés, • Score PEDro > 4. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les pathologies neuromusculaires progressives pouvant interférer la réponse à l'EMI, • Les lésions médullaires > T8, • Les pathologies au niveau de la cage thoracique (fractures de côtes, pneumothorax), • Les pathologies cardiaques, • Utilisation de l'EMI sans évaluation de la Pimax ou de la durée du sevrage de la VM, • Etude de cohorte, série de cas, cas/témoins.

Tableau 3 : les critères d'éligibilité des articles retenus.

2.3.2. L'extraction des données

Après l'inclusion des articles, ceux-ci ont été évalués en intégralité pour en extraire les données suivantes :

- Relatives aux études : les auteurs, année de publication, type d'étude, durée et lieu de l'étude ;
- Relatives aux participants : indication, âge moyen, taille de l'échantillon, nombre de patients inclus dans chaque groupe, critères d'inclusion, critères d'exclusion ;
- Relatives à l'intervention et au comparateur : nombre et fréquence hebdomadaire des séances, durée des séances, type et description du traitement ;
- Relatives aux critères de jugement : principal, secondaires et outils de mesures utilisés.

Le recueil des données sera ordonné sous forme de tableau afin de mettre en évidence les similitudes et les différences de chaque article.

2.3.3. Evaluation de la qualité métrologique des études

Une analyse critique de chaque étude sélectionnée a été réalisée avec l'échelle PEDro (**voir annexe 8**), (outil d'évaluation, valide et fiable), des risques de biais déterminant ainsi le niveau de preuves des essais cliniques randomisés. C'est l'échelle la plus adaptée pour évaluer la qualité métrologique de ces essais. [61] [62]

L'échelle PEDro comporte 11 items qui permettent de mesurer la validité interne et externe de l'étude et d'identifier les informations statistiques nécessaires pour interpréter les résultats.

Selon PEDro, « l'objectif de l'échelle PEDro est d'aider à identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne et peuvent avoir suffisamment de d'informations statistiques pour rendre des résultats interprétables » [61]

Le critère 1 est un critère supplémentaire qui est relatif à la validité externe de l'étude ; ce critère n'est pas comptabilisé pour calculer le score PEDro (score total sur 10).

Les critères 2 à 9 permettent d'interpréter la validité interne de l'étude. Plus précisément, les items 2 à 4 permettent de définir les biais de sélection ; les items 5 et 6 définissent les biais de performance ; l'item 7 s'intéresse aux biais d'évaluation ; l'item 8 se rapporte au biais de suivi et le 9 analyse les biais d'attribution avec la mesure d'un des critères de jugement.

Les critères 10 et 11 concernent l'interprétation des résultats, avec une comparaison intergroupe, une estimation de l'effet et de la variabilité.

L'ensemble de la grille PEDro est consultable en **annexe 8**.

Le point est attribuable seulement si celui-ci est explicitement rédigé et clairement respecté. Moins on a de critères validés, plus on a un risque de retrouver un biais ; autrement dit, une note élevée est synonyme d'une bonne validité de l'étude.

Cependant, l'échelle PEDro ne permet pas de mesurer la « validité » des conclusions des études ; ce n'est pas parce que l'étude possède un bon score PEDro que le traitement est cliniquement utile. [61]

Les études sélectionnées seront donc toutes analysées par l'intermédiaire de cette échelle et les résultats seront synthétisés sous forme de tableau.

2.3.4. Méthode de synthèse des résultats

Il s'agit d'une méthode de synthèse qualitative qui suit les lignes directrices de rédaction PRISMA. [63]

Les résultats des études sélectionnées se présenteront sous forme de synthèse narrative ainsi que de tableaux détaillés pour chaque étude (**annexe 9**). Une synthèse de l'ensemble des données extraites précédemment sera réalisée dans un tableau récapitulatif.

Les études seront classées par ordre de parution.

Cette méthode de synthèse des résultats permettra de mettre en parallèle les résultats de chaque étude et de répondre à la problématique de cette revue de littérature « **L'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventilés : une plus-value dans le sevrage de la ventilation mécanique ?** »

2.3.5. Conflit d'intérêt

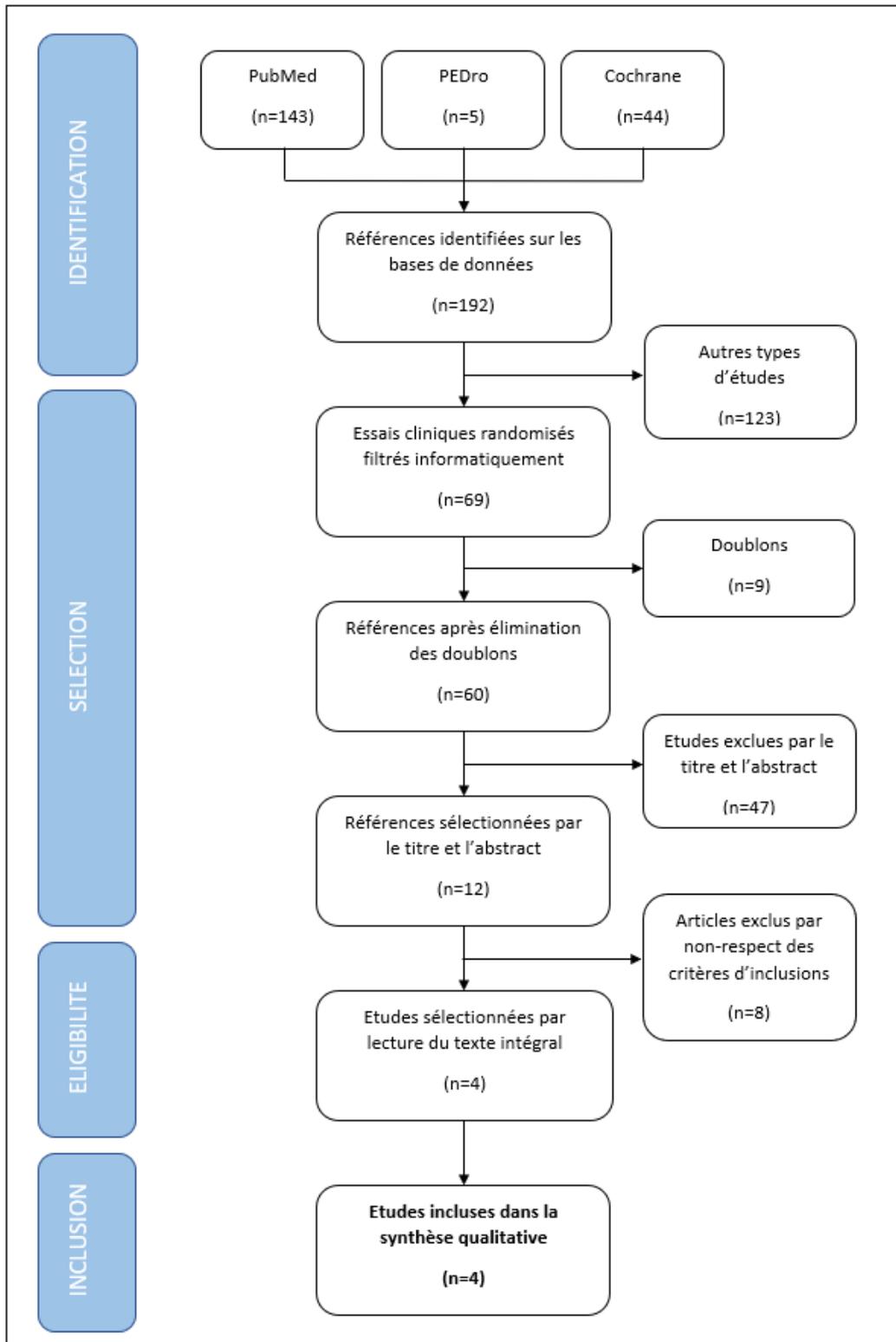
Cette revue de littérature se veut la plus neutre possible. Elle n'a qu'un but informatif et n'a pour objectif que de connaître les effets de l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventilés sur le temps de sevrage de la ventilation mécanique.

Je déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt dans la réalisation de cette revue et n'avoir aucun soutien financier de la part d'autrui.

3. RESULTATS

3.1. DESCRIPTION DES ETUDES

3.1.1. Diagramme de flux



L'identification des références est résumée à l'aide d'un diagramme de flux permettant de faire ressortir les différentes étapes de sélection et le cheminement effectué dans les recherches documentaires.

3.1.2. Etudes exclues

Comme exprimé plus haut, 8 études ont été exclues après une lecture intégrale. Le **tableau 4** résume les articles exclus ainsi que les raisons de leur exclusion.

<u>Etudes</u>	<u>Raison de l'exclusion</u>
Caruso et al. 2005 [58]	Score PEDro \leq 4
Elbouhy et al. 2014 [64]	Score PEDro \leq 4 Et on ne connaît pas la durée de la VM
Dixit et al. 2014 [65]	Score PEDro $<$ 4 VM $>$ 24 H
Martin et al. 2011 [60]	Ne mesure pas la durée du sevrage de la VM mais seulement le taux de réussite du sevrage
Ibrahiem et al. 2014 [66]	Ne prend pas en compte la durée du sevrage de la VM
Mohamed et al. 2014 [67]	Ne prend pas en compte la durée du sevrage de la VM
Pascotini et al. 2014 [68]	Les patients étaient déjà sevrés de la VM
Shimizu et al. 2014 [69]	Etude de cohorte observationnelle avec une partie interventionnelle randomisée

Tableau 4 : Etudes exclues

3.1.3. Etudes incluses

Toutes les études incluses sont des essais cliniques randomisés s'intéressant aux effets de l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventilés sur la durée du sevrage de la ventilation mécanique. Pour chacun des articles, je détaillerai la population, l'intervention, le comparateur ainsi que les critères de jugement, en les classant par ordre de parution.

Les tableaux récapitulatifs de chaque étude incluse sont présents en **annexe 9**.

- ❖ **Etude 1** : *Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients : a randomised trial.* **Cader et al. 2010** [70]

Méthode : Essai clinique randomisé

Caractéristiques des patients :

Indication : Patients âgés intubés et ayant une ventilation mécanique \geq 48H en mode contrôlé ;

Taille de l'échantillon : 41 participants, 21 dans le groupe expérimental et 20 dans le groupe contrôle ;

Lieu : USI d'un Hôpital au Brésil.

Critères d'inclusion :

- Patients \geq 70 ans
- VM \geq 48H en mode contrôlé
- Intubé en raison d'une insuffisance respiratoire hypoxémique aiguë
- Incapable de générer une pression inspiratoire $>$ 20 cmH₂O

Intervention : Durée : du début du sevrage jusqu'à l'extubation du patient.

Groupe expérimental : Entraînement des muscles inspiratoires à l'aide d'un dispositif à seuil qui offre une résistance à l'inspiration par une valve unidirectionnelle, accompagné par les soins habituels.

- *Fréquence* : 2x/j, 7j/7
- *Protocole* : pendant 5 minutes, ajout d'O₂ si nécessaire
- *Charge d'entraînement initiale* : 30% de la Pimax puis augmentation de 10% par jour si toléré par le patient.

Groupe contrôle : Soins habituels qui comprennent la modification des paramètres d'assistance ventilatoire (PEP, FiO₂), la mobilisation passive et active, des AFE, l'aspiration endotrachéale, le positionnement, l'hyperinflation manuelle et l'instillation saline.

Critères de jugement :

- **Le changement de la Pimax pendant la période de sevrage**
- Le temps de sevrage de la VM
- L'indice de Tobin.

❖ **Etude 2** : *Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures : a randomised trial. Condessa et al. 2013 [71]*

Méthode : Essai clinique randomisé

Caractéristiques des patients :

Indication : Patients recevant ventilation mécanique \geq 48H ;

Taille de l'échantillon : 92 participants, 45 dans le groupe expérimental et 47 dans le groupe contrôle ;

Lieu : USI de l'Hôpital de Clínicas de Porto Alegre, au Brésil.

Critères d'inclusion :

- Patients \geq 18 ans
- VM en mode contrôlé \geq 48H
- Patients prêts pour le sevrage : avec une ventilation sous pression entre 12 et 15 cmH₂O et une pression expiratoire finale positive comprise entre 5 et 7 cmH₂O
- Hémodynamiquement stables : pas de médicaments vasoactifs
- Pas d'agents sédatifs

Intervention : Durée : jusqu'à l'extubation, la trachéotomie ou le décès du patient.

Groupe expérimental : Entraînement musculaire inspiratoire à l'aide d'un dispositif à seuil inspiratoire, en plus des soins habituels.

- *Fréquence* : 2x/j, 7j/7
- *Protocole* : 5 séries de 10 répétitions chacune, avec ajout d'O₂ si nécessaire
- *Charge d'entraînement initiale* : 40% de la Pimax

Groupe contrôle : Soins habituels qui comprennent la mobilisation passive à active-aidée, la compression thoracique avec relâchement rapide à la fin de l'expiration, l'aspiration endotrachéale et le positionnement du patient.

Critères de jugement :

- **La durée de la période de sevrage de la VM**
- Le changement de la force des muscles inspiratoires évaluée par la mesure de la Pimax
- Le changement du volume courant
- Le changement de l'indice respiratoire rapide et peu profond.

❖ **Etude 3** : *Inspiratory muscle training in the intensive care unit : a new perspective. Tonella et al. 2017 [72]*

Méthode : Essai clinique randomisé

Caractéristiques des patients :

Indication : Patients trachéotomisés ;

Taille de l'échantillon : 21 participants, 10 dans le groupe expérimental et 11 dans le groupe contrôle ;

Lieu : USI d'une clinique hospitalière dans l'université de Campinas .

Critères d'inclusion :

- Patients ≥ 18 ans
- Patients trachéotomisés
- Sans sédation depuis plus de 24H
- Mode de ventilation : contrôlé ou spontané

Intervention : Durée : jusqu'au sevrage de la VM

Groupe expérimental : Entraînement des muscles inspiratoires à l'aide d'un dispositif d'entraînement inspiratoire électronique *POWER breathe KH2*

- *Fréquence* : 2x/j, 7j/7
- *Protocole* : 3 séries de 10 répétitions chacune, avec une minute de repos entre chaque série
- *Charge d'entraînement initiale* : 30% de la Pimax, réajusté quotidiennement avec une augmentation de 10% chaque jour.

Groupe contrôle : Programme de nébulisation intermittente utilisant une pièce en T pendant une durée progressivement croissante, jusqu'à ce qu'ils aient atteint 48H d'autonomie respiratoire sur la nébulisation continue.

Critères de jugement :

- **La Pimax**
- La durée du la VM
- Le temps de sevrage total
- L'indice de respiration superficielle rapide

- ❖ **Etude 4** : *Efficacy of respiratory muscle training in weaning of mechanical ventilation in patients with mechanical ventilation for 48 hours or more : a randomized controlled clinical trial. Moreno et al. 2019 [73]*

Méthode : Essai clinique randomisé

Caractéristiques des patients :

Indication : Patients sous ventilation mécanique ≥ 48 H ;

Taille de l'échantillon : 126 participants, 62 dans le groupe expérimental et 64 dans le groupe contrôle ;

Lieu : USI dans la ville de Cali, en Colombie.

Critères d'inclusion :

- Patients ≥ 18 ans
- Nécessitant une ventilation mécanique ≥ 48 heures
- Premier événement nécessitant une VM
- PaO₂ ≥ 60 mmHg ; FiO₂ $\leq 0,5$; PEEP ≤ 8 cmH₂O
- Score RASS compris entre -1 et 0
- PAM ≥ 60 mmHg, en l'absence de médicament vasopresseur (ou le minimum)

Intervention : Durée : jusqu'au sevrage de la VM

Groupe expérimental : Mise en place d'un programme de réentraînement des muscles inspiratoires avec une valve unidirectionnelle *Threshold* en plus d'une prise en charge respiratoire conventionnelle.

- *Fréquence* : 2x/j, 7j/7
- *Protocole* : 3 séries de 6 à 10 répétitions chacune, avec deux minutes de repos entre chaque série
- *Charge d'entraînement initiale* : 50% de la Pimax

Groupe contrôle : Prise en charge respiratoire conventionnelle impliquant de la kinésithérapie respiratoire, de la kinésithérapie motrice et la prise en charge des paramètres de la VM.

Critères de jugement :

- **Le sevrage de la VM**
- La force des muscles inspiratoires évaluée par la mesure de la Pimax
- La fréquence de l'échec du sevrage
- La nécessité d'une VM non invasive

Dans toutes les études, des critères d'arrêts d'une séance d'entraînement des muscles inspiratoires ont été précisés sauf dans l'étude de **Moreno et al. 2019 [73]**.

La séance d'entraînement a été interrompue si :

- La fréquence respiratoire est supérieure à 35 respirations par min (>30 pour l'étude de Condessa et al.),
- La saturation en oxygène est inférieure à 90%,
- La pression artérielle systolique est supérieure à 180 mmHg ou inférieure à 90 mmHg,
- La fréquence cardiaque est supérieure à 130 battements par minute (140 bpm pour l'étude de Cader et al.),
- L'apparition d'une respiration paradoxale, d'une agitation, d'une arythmie, d'une hémoptysie, de transpiration.

Auteurs + années	Participants			Intervention (EMI)	Comparateur	Outcomes
	Population étudiée	Groupes	Moyenne d'âge			
Cader et al. 2010 [70]	Patients âgés intubés et ayant une VM ≥ 48H	Gp E : 21 Gp C : 20 N : 41	Gp E : 83 ans Gp C : 82 ans	EMI à l'aide d'un dispositif à seuil inspiratoire <u>Protocole</u> : 2x/j, 7j/7 pendant 5min Charge initiale : 30% Pimax puis augmentation quotidienne de 10% si toléré ± O2 si nécessaire + soins habituels	<u>Soins habituels</u> : Modification des paramètres d'assistance ventilatoire, mobilisation passive / active, AFE, aspiration endotrachéale, positionnement, hyperinflation manuelle, installation saline.	<ul style="list-style-type: none"> • Changement de la Pimax • Temps de sevrage • Indice de Tobin
Condessa et al. 2013 [71]	Patients sous VM ≥ 48H	Gp E : 45 Gp C : 47 N : 92	Gp E : 64 ans Gp C : 65 ans	EMI à l'aide d'un dispositif à seuil inspiratoire Débute lorsque le patient passe en mode ventilatoire spontané <u>Protocole</u> : 2x/j, 7j/7 5 séries de 10 répétitions Charge d'entraînement initiale : 40% Pimax ± O2 si nécessaire + soins habituels	<u>Soins habituels</u> : Mobilisation passive / active, compression thoracique avec relâchement rapide à la fin de l'expiration, aspiration endotrachéale, positionnement du patient.	<ul style="list-style-type: none"> • Durée période sevrage de la VM • Changement de la force musculaire inspiratoire • Changement du volume courant • Changement de l'indice de respiration rapide et peu profonde

<p>Tonella et al. 2017 [72]</p>	<p>Patients trachéotomisés</p>	<p>Gp E : 10 Gp C : 11 N : 21</p>	<p>Gp E : 58 ans Gp C : 46 ans et demi</p>	<p>EMI à l'aide d'un dispositif d'entraînement inspiratoire électrique <i>POWER breathe KH2</i></p> <p><u>Protocole</u> : 2x/j, 7j/7 3 séries de 10 répétitions (1 min de repos) Charge résistive initiale : 30% Pimax réajusté quotidiennement et augmenté de 10% chaque jour</p>	<p>Programme de nébulisation intermittente utilisant une pièce en T pendant une durée progressivement croissante jusqu'à atteindre 48H d'autonomie respiratoire</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pimax • Indice de respiration superficielle rapide • Durée de la VM • Temps de sevrage total
<p>Moreno et al. 2019 [73]</p>	<p>Patients sous VM ≥ 48H</p>	<p>Gp E : 62 Gp C : 64 N : 126</p>	<p>Gp E : 61 ans Gp C : 62 ans</p>	<p>EMI à l'aide d'une valve unidirectionnelle <i>Threshold IMT</i></p> <p><u>Protocole</u> : 2x/j, 7j/7 3 séries de 6 à 10 répétitions (2 min de repos) Charge d'entraînement initiale : 50% Pimax</p>	<p><u>PEC conventionnelle</u> : Kinésithérapie respiratoire, kinésithérapie motrice, prise en charge de la VM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sevrage de la VM • Force des muscles inspireurs (Pimax) • Fréquence de l'échec de sevrage • Nécessité d'une VM non invasive

Tableau 5 : Synthèses des caractéristiques des 4 études incluses.

3.2. RISQUES DE BIAIS DES ETUDES INCLUSES

3.2.1. Grille d'analyse utilisée

Afin d'évaluer le risque de biais présent dans les articles inclus dans cette revue littéraire, l'utilisation de l'échelle PEDro est la plus appropriée. Cette grille d'évaluation permet de donner un score concernant la qualité méthodologique interne des essais cliniques randomisés. [61]

Comme expliqué dans la partie 2.3.3., cette échelle comprend 11 critères. Le premier critère concerne la validité externe de l'étude, il ne rentre pas en compte dans le calcul du score total. Les critères 2 à 9 concernent la validité interne et les critères 10 et 11 renseignent sur les informations statistiques présentes dans l'étude pouvant rendre les résultats interprétables.

Le score est donc donné sur 10. Une note élevée est synonyme d'étude bien réalisée.

Le tableau ci-dessous synthétise l'analyse de la validité interne des études incluses dans cette revue.

Auteurs et années	Items											Score PEDro
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Cader et al, 2010</i> [70]	X	X	X	X					X	X	X	6/10
<i>Condessa et al, 2013</i> [71]	X	X	X	X			X		X	X	X	7/10
<i>Tonella et al, 2017</i> [72]	X	X	X	X					X		X	5/10
<i>Moreno et al, 2019</i> [73]	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	9/10

X : Item validé
: Item refusé

Tableau 6 : Score PEDro des études incluses

3.2.2. Synthèse des biais retrouvés

Un biais est un défaut de réalisation de l'essai clinique randomisé. Cette échelle d'évaluation permet d'analyser les biais suivants :

- **Le biais de sélection :**

Il est présent lorsqu'il existe une différence de composition entre les deux groupes. Il comprend :

- Item 2 : « les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes »
- Item 3 : « la répartition a respecté une assignation secrète »
- Item 4 : « les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants »

Dans cette revue, aucun des articles inclus ne présente de biais de sélection.

- **Le biais de performance :**

Ce biais est la conséquence de non-aveuglement des thérapeutes ou des patients, il comprend :

- Item 5 : « tous les sujets étaient en aveugle »
- Item 6 : « tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient en aveugle »

Tous les articles de la revue présentent un biais de performance car aucun des thérapeutes ayant administré le traitement n'est en aveugle.

De plus, les études de Cader et al. [70], Condessa et al. [71] et Tonella et al. [72] présentent un double biais de performance car les sujets n'étaient pas en aveugle.

- **Le biais d'évaluation :**

Ce biais est dû à un non-aveuglement des évaluateurs et donc à une mesure erronée des critères de jugement. Il concerne l'Item 7 : « tous les examinateurs étaient en aveugle pour au moins un des critères de jugement essentiels ».

Seules les études de Condessa et al. [71] et de Moreno et al. [73] n'ont pas de biais d'évaluation. Les deux autres, c'est-à-dire les études de Cader et al. [70] et Tonella et al. [72] ont un biais d'évaluation car les examinateurs n'étaient pas en aveugle.

- **Le biais de suivi**

Il concerne l'Item 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 »

Concernant le biais de suivi, il a été relevé dans les études de Cader et al. [71], Condessa et al. [72] et Tonella et al. [73] ; en effet, les mesures des critères de jugement ont été obtenues pour moins de 85% des sujets inclus dans l'étude.

Dans l'étude de Cader et al. [71], la perte de suivi est de 7 patients dans le groupe expérimental (initialement 21) et de 6 patients dans le groupe contrôle (initialement 20). Dans chaque groupe, 4 participants sont décédés et il y a eu 3 participants dans le groupe expérimental et 2 dans le groupe témoin qui ont été trachéotomisés. Les mesures des critères de jugement ont été réalisées chez 14 patients dans chaque groupe.

Or, l'auteur a calculé la taille d'échantillon statistiquement significative qui fournirait une probabilité de 80% de détecter une différence de 10 cmH2O dans la pression inspiratoire maximale à un niveau de signification de 5%. Cette taille d'échantillons serait de 10 participants par groupes.

Il y a une perte de suivi importante mais la taille d'échantillon à la fin de l'étude reste statistiquement significative.

Dans l'étude de Condessa et al. [72], une perte de suivi de 7 patients est présente dans le groupe expérimental (45 participants au début mais la mesure des critères de jugement n'a été réalisée que sur 38 patients) : 2 décès, 1 pose de trachéotomie, 4 échecs de sevrage. Dans le groupe contrôle, la perte de suivi est de 8 patients : 5 décès, une pose de trachéotomie et 2 échecs de sevrage (47 participants au début, contre 39 à la fin).

L'auteur a calculé qu'un total de 43 patients par groupe fournirait 80% de puissance avec un niveau de signification à 5% pour détecter une différence de 24 heures entre les groupes expérimental et contrôle comme statistiquement significative.

Dans l'étude de Tonella et al. [73], il y a eu un décès dans le groupe contrôle donc sur les 11 patients de ce groupe, 10 ont reçu la mesure des critères de jugement à la fin de l'étude.

Dans le groupe expérimental, il y a eu un décès et deux patients exclus en raison de l'instabilité hémodynamique, sur les 10 patients inclus dans ce groupe, seuls 7 ont reçu les mesures des critères de jugement.

L'auteur n'a pas calculé la taille d'échantillons nécessaire dans chaque groupe pour obtenir un résultat statistiquement significatif, mais au vu de la très faible population dans chaque groupe, ces résultats ne peuvent pas être réellement significatifs.

Les mesures ont donc été obtenues pour moins de 85% des patients inclus dans l'étude.

Il n'y a pas de biais de suivi dans l'étude de Moreno et al. [73], en effet aucun patient n'a été retiré de l'étude et il n'y a eu aucun effets indésirables.

- **Le biais d'attrition / attribution**

Il est représenté par l'Item 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 ».

Aucun des articles ne présente de biais d'attrition.

- **Le biais de résultat**

Le biais de résultat est présent lorsque les études ne possèdent pas assez d'informations statistiques pour interpréter correctement les résultats.

- Item 10 : « les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels »
- Item 11 : « pour au moins un des critères de jugements essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité ».

Dans la revue, un biais de résultat a été obtenu dans l'étude de Tonella et al. [72] ; en effet, les auteurs n'ont pas calculé les différences statistiques inter-groupes.

3.3. EFFETS DE L'INTERVENTION

Afin d'analyser au mieux les résultats et déterminer s'ils sont statistiquement significatifs, nous allons étudier les fluctuations d'échantillonnage à travers la valeur de p , la taille d'effet et l'intervalle de confiance à 95%.

Les fluctuations d'échantillonnage sont le témoin d'une différence qui est due au hasard et non à l'effet du traitement, elles sont objectivées par la valeur p .

- Si la valeur de p est inférieure à 5% ($p < 0,05$), cela signifie qu'il y a moins de 5% de chance que le résultat ne soit dû qu'au hasard. La différence observée dans les résultats est donc statistiquement significative et on peut conclure d'un effet du traitement sur la population ciblée.
- Si la valeur de p est supérieure à 5%, les chances que le résultat soit dû au hasard sont trop importantes pour rendre ce résultat significatif d'un effet du traitement.

La taille de l'effet correspond à la différence des moyennes des résultats entre les groupes : expérimental et contrôle. C'est une estimation de la force de l'effet observé d'un traitement sur une population. Plus la taille d'effet est élevée, plus l'effet du traitement est important. Une taille d'effet de 0 signifie que le traitement n'a permis aucune amélioration sur le groupe expérimental.

L'intervalle de confiance à 95% permet d'affirmer qu'il y a 95% de chance que la valeur de l'effet du traitement sur la population générale se trouve dans les limites de l'intervalle de confiance. Plus les bornes de l'intervalle sont éloignées, plus les résultats seront difficilement interprétables. Si cet intervalle passe par la valeur 0, c'est-à-dire un effet nul du traitement, cela signifie que les résultats ne seront pas interprétables ni extrapolables à la population générale. Celui-ci est calculé par nos soins grâce à un fichier Excel s'il n'est pas déjà donné par les auteurs.

3.3.1. Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal est la période de sevrage de la ventilation mécanique. Comme nous cherchons à savoir si l'entraînement des muscles inspiratoires permet de réduire ou non le temps de sevrage de la ventilation mécanique, plus la taille d'effet sera négative, plus cela signifiera que l'entraînement a eu un effet positif sur le groupe expérimental et donc qu'il a permis une réduction de la durée du sevrage.

- **Cader et al. 2010** [70]

Outcome	Groupe		Différence des moyennes inter-groupes	P value
	Expérimental	Contrôle	Groupe EXP – Groupe CON	
Période de sevrage (jours)	3,6 (\pm 1,5)	5,3 (\pm 1,9)	-1,7 [-3,0 to -0,4]	$P < 0,05$

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne (\pm écart-type), et [intervalle de confiance à 95%].

Tableau 7 : Résultats période de sevrage de l'étude de Cader et al. 2010

Dans cette étude, la période de sevrage a duré en moyenne $3,6 \pm 1,5$ jours pour le groupe expérimental alors qu'elle a duré $5,3 \pm 1,9$ jours pour le groupe contrôle.

Les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$ et le principe de l'intention de traiter a été utilisé. La taille d'effet et l'intervalle de confiance à 95% ont été calculés par les auteurs.

La taille d'effet traduit une réduction de la période de sevrage de 1,7 jours dans le groupe ayant bénéficié de l'entraînement des muscles inspiratoires. Par ailleurs, l'intervalle de confiance à 95% étant de faible amplitude et ne passant pas par le 0, cela reflète que les résultats de l'étude sont fiables et interprétables. Cependant, la valeur de la taille d'effet n'est pas très élevée et ne traduit pas une forte amélioration de l'entraînement des muscles inspiratoires sur le temps de sevrage.

- **Condessa et al. 2013** [71]

Outcome	Groupe		Différence des moyennes inter-groupes	P value
	Expérimental	Contrôle	Groupe EXP – Groupe CON	
Durée de la période de sevrage (heures)	53 (± 44)	61 (± 60)	-8 [-32 to 16]	P < 0,05

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne (± écart-type), et [intervalle de confiance à 95%].

Tableau 8 : Résultats période de sevrage de l'étude de Condessa et al. 2013

Dans cette étude, la durée moyenne de la période de sevrage est de 53 ± 44 heures dans le groupe expérimental, et de 61 ± 60 heures dans le groupe témoin. Les écart-types sont élevés et proche de la moyenne de chaque groupe, ce qui reflète une forte dispersion des résultats.

Les résultats sont statistiquement significatifs car $p < 0,05$. La taille d'effet et l'intervalle de confiance ont également été calculés par les auteurs.

La taille d'effet indique une diminution moyenne de 8 heures dans la durée du sevrage de la ventilation mécanique du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle, mais la différence entre les deux groupes ne permet pas de conclure de l'efficacité du traitement sur la période de sevrage car l'intervalle de confiance à 95% est trop large et comprend le 0, qui représente l'inefficacité du traitement.

- **Tonella et al, 2017** [72]

Outcome	Groupe		Différence des moyennes inter-groupes	P value
	Expérimental	Contrôle	Groupe EXP – Groupe CON	
Durée de la période de sevrage (jours)	3,5 (± 1,6)	9,4 (± 6,47)	-5,9 [-10,14 to -1,66]	P = 0,0192

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne (± écart-type), et [intervalle de confiance à 95%].

Tableau 9 : Résultats de la période de sevrage de l'étude de Tonella et al. 2017

Dans l'étude de *Tonella et al.*, le groupe expérimental a une durée moyenne de sevrage de la ventilation mécanique de 3,5 ± 1,6 jours, alors que la durée moyenne de sevrage du groupe contrôle est de 9,4 ± 6,47 jours. L'écart-type du groupe contrôle est élevé et reflète une variabilité importante des résultats.

Le calcul de la taille d'effet et de l'intervalle de confiance à 95% a été réalisé par nos soins. Celui-ci traduit une différence moyenne de 5,9 jours dans le sevrage en faveur du groupe interventionnel. L'intervalle de confiance étant de moyenne amplitude et intégrant la taille d'effet dans ses bornes, on peut considérer que les résultats reflètent une efficacité du traitement par rapport à une intervention placebo.

De plus, ces résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de $P = 0,0192$.

- **Moreno et al. 2019** [73]

Outcome	Groupe		Différence des moyennes inter-groupes	P value
	Expérimental	Contrôle	Groupe EXP – Groupe CON	
Durée de la période de sevrage (heures)	9,36 (± 12,51)	8,78 (± 11,41)	0,58 [-4,12 to 5,28]	P = 0,84

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne (± écart-type), et [intervalle de confiance à 95%].

Tableau 10 : Résultats de la période de sevrage de l'étude de Moreno et al. 2019

En ce qui concerne l'étude de *Moreno et al.*, il y a peu de différence dans la durée de sevrage de la ventilation artificielle. En effet, le groupe expérimental à une durée de sevrage moyenne de 9,36 ± 12,51 heures et la durée moyenne de sevrage du groupe contrôle est de 8,78 ± 11,41 heures. Les écart-types indiquent une forte dispersion dans les résultats par rapport à la moyenne.

La taille d'effet était calculée par les auteurs, mais l'intervalle de confiance a été calculé par nos soins. On remarque une différence de 0,58 heures dans le sevrage entre les deux groupes, mais en faveur du groupe contrôle. L'intervalle de confiance comprend le 0 entre ses bornes ce qui traduit que les résultats ne sont pas interprétables. De plus, la taille d'effet est en faveur du groupe contrôle et elle est proche d'un effet nul donc on peut conclure qu'il n'y pas d'effet du renforcement des muscles inspiratoires sur la durée du sevrage de la ventilation mécanique.

Pour finir, la valeur du $P = 0,84$ nous indique que les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

3.3.2. Critère de jugement secondaire

Le critère de jugement secondaire de cette revue de littérature est l'évolution de la force musculaire inspiratoire par la mesure de la pression inspiratoire maximale Pimax au début et à la fin du traitement.

- **Cader et al. 2010** [70]

Outcome	Groupes				Différence des moyennes intra-groupes (Post-test moins Pré-test)		Différence inter-groupes	p value
	Pré-test		Post-test		EXP	CON	Groupe EXP – Groupe CON	
	EXP	CON	EXP	CON				
MIP (cmH2O)	15,1 (±2,6)	15,3 (±2,2)	25 (±3,9)	17,6 (±1,9)	9,9 (±2,5)	2,3 (±2,1)	7,6 [5,8 to 9,4]	P < 0,05

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne (± écart-type), et [intervalle de confiance à 95%].

Tableau 11 : Résultats de la pression inspiratoire maximale de l'étude de Cader et al. 2010

Les moyennes des pressions inspiratoires maximales en Pré-test sont équivalentes et reflètent une bonne similarité entre les groupes. Les écart-types sont petits et traduisent une faible dispersion des résultats.

Dans cette étude, on observe une augmentation de la pression inspiratoire maximale plus importante dans le groupe expérimental (9,9 ± 2,5 cmH2O) que dans le groupe témoin (2,3 ± 2,1 cmH2O) à la fin de

l'intervention. La taille d'effet et l'intervalle de confiance à 95% ont été calculés par les auteurs de l'étude.

L'objectif étant d'évaluer si le renforcement des muscles inspiratoires augmente ou non la pression inspiratoire maximale, plus la différence inter-groupe sera importante et la taille d'effet sera élevée, plus on pourra en déduire que l'intervention a un effet positif sur la Pimax. Cependant, pour confirmer l'efficacité de celui-ci il faut que l'intervalle de confiance n'ait pas des bornes trop larges et qu'il ne contienne pas le 0, qui reflète l'inefficacité du traitement. Ici, la taille d'effet est de 7,6 cmH2O et l'intervalle de confiance de [5,8 à 9,4] contient la taille d'effet et des bornes de faible amplitude, il suggère une amélioration de la Pimax pouvant aller de 5,8 cmH2O à 9,4 cmH2O dans le groupe interventionnel par rapport au groupe contrôle.

Ces résultats sont statistiquement significatifs ($p < 0,05$), fiables, valides et interprétables. On en conclut une amélioration de la pression inspiratoire maximale significative dans le groupe ayant reçu un entraînement des muscles inspiratoires.

- **Condessa et al. 2013** [71]

Outcome	Groupes				Différence des moyennes intra-groupes (Post-test moins Pré-test)		Différence inter-groupes	p value
	Pré-test		Post-test		EXP	CON	Groupe EXP – Groupe CON	
	EXP	CON	EXP	CON				
MIP (cmH2O)	34 (± 14)	38 (± 10)	41 (± 12)	35 (± 10)	7 (± 12)	-3 (± 11)	10 [5 to 15]	$P < 0,05$

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne (± écart-type), et [intervalle de confiance à 95%].

Tableau 12 : Résultats de la pression inspiratoire maximale de l'étude Condessa et al. 2013

Les moyennes des pressions avant le début de l'intervention possèdent peu d'écart entre les deux groupes. La pression inspiratoire maximale a augmenté en moyenne de 7 (± 12) cmH2O dans le groupe expérimental, alors qu'elle a diminué de 3 (± 11) cmH2O dans le groupe contrôle. Cependant, les écarts-types sont relativement élevés par rapport aux moyennes intra-groupes et peuvent laisser apparaître une dispersion dans les résultats.

La taille d'effet est de 10 cmH2O en faveur du groupe expérimental et l'intervalle de confiance de [5 à 15] ; celui-ci comprend la taille d'effet dans ses bornes, il ne passe pas par le 0 et il est de faible amplitude. Les résultats de cette étude sont statistiquement significatifs ($P < 0,05$) et suggèrent une amélioration de la pression inspiratoire maximale chez les patients ayant reçu un entraînement des muscles inspiratoires.

De plus, la diminution de la pression inspiratoire maximale observée dans la différence intra-groupe du groupe contrôle suggère que la seule application des soins habituels et conventionnels ne suffit pas à garder cette pression stable ; or plus cette pression diminue, plus le risque d'augmenter le temps de ventilation mécanique et donc la dépendance à celle-ci augmente.

- **Tonella et al. 2017** [72]

Outcome	Groupes				Différence inter-groupes
	EXPERIMENTAL		CONTRÔLE		Groupe EXP Post-test – Groupe CON Post-test
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	
MIP (cmH2O)	54 (± 20) <i>p</i> = 0,017	61 (± 17)	43 (± 16) <i>p</i> = 0,304	53 (± 19)	8 [-5,54 to 21,54]

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne (± écart-type), et [intervalle de confiance à 95%]

Tableau 13 : Résultats de la pression inspiratoire maximale de l'étude de Tonella et al. 2017

Les différences intra-groupes ont été calculées par nos soins. Elles indiquent une amélioration de la pression inspiratoire maximale de 7 cmH2O statistiquement significative dans le groupe expérimental (*p* = 0,017), alors que dans le groupe contrôle l'amélioration est de 10 cmH2O mais les résultats ne sont pas statistiquement significatifs car la valeur de *p* est supérieure à 0,05 (*p* = 0,304).

Cependant, on observe qu'une différence de 11 cmH2O entre les deux groupes est notable avant le début de l'intervention, ce qui signifie que les deux groupes n'étaient pas similaires et que le groupe interventionnel commence l'entraînement des muscles inspiratoire en ayant déjà une Pimax supérieure à celle du groupe contrôle donc les résultats post-test ne pourront pas refléter les effets réels de l'intervention, ce qui crée un biais dans l'interprétation des résultats de cette étude.

De plus, les écart-types sont également élevés, ce qui augmente le taux de divergence des résultats.

Pour finir, la différence inter-groupe a été calculée par nos soins en réalisant la différence des Pimax du groupe expérimental post-test et du groupe contrôle post-test.

Nous n'avons pas pu calculer l'intervalle de confiance à 95% de la différence inter-groupe de la même manière que celui calculé par les auteurs dans les autres études car il nous manque des données pour calculer l'écart-type des différences intra-groupe. La fait que notre calcul ne prenne pas en compte les moyennes des pressions inspiratoires pré-test crée également un biais et ne nous permet pas de comparer la taille d'effet et l'IC à 95% présentés dans ce tableau avec celles des autres études.

Cette différence inter-groupe nous indique une augmentation de 8 cmH2O pour le groupe expérimental mais l'intervalle de confiance à 95% passe par le 0 et contient des bornes trop éloignées pour que les résultats soient interprétables. La mesure de la différence inter-groupe prend en compte les données du groupe contrôle post-test, or ces données ne sont statistiquement pas significatives, ce qui implique que ce résultat n'est pas statistiquement significatif.

- **Moreno et al. 2019** [73]

Outcome	Différence des moyennes intra-groupes		Différence inter-groupes
	EXPERIMENTAL	CONTRÔLE	Groupe EXP – Groupe CON
MIP (cmH2O)	9,43 (± 17,48)	5,92 (± 11,90)	3,51 [-2,31 to 9,33]
	<i>p</i> = 0,00	<i>p</i> = 0,001	<i>p</i> = 0,48

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne (± écart-type), et [intervalle de confiance à 95%].

Tableau 14 : Résultats de la pression inspiratoire maximale de l'étude de Morano et al. 2019

Dans l'étude de *Moreno et al, 2019* [73] seules les différences des moyennes des Pimax intra-groupes et les différences inter-groupe ont été données par les auteurs. On ne connaît pas les moyennes et les écart-types de chaque groupe en pré-test et en post-test.

Ici, les différences intra-groupes sont statistiquement significatives ($P < 0,05$) avec une augmentation de 9,43 ($\pm 17,48$) cmH₂O dans le groupe expérimental et de 5,92 ($\pm 11,90$) cmH₂O dans le groupe contrôle ; cependant les écart-types sont très élevés par rapport aux moyennes.

La taille d'effet est de 3,51 cmH₂O en faveur du groupe expérimental mais l'intervalle de confiance passe par la valeur nul donc les résultats ne permettent pas de conclure un effet positif de l'entraînement des muscles inspiratoires sur l'augmentation de la pression inspiratoire maximale. De plus, ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs ($p = 0,48$).

Pour conclure cette partie, voici un tableau confrontant les conclusions des auteurs sur leur étude avec les résultats statistiques ci-dessus.

Etudes	Conclusions des auteurs	Cohérence avec les données statistiques
Cader et al. 2010 [70]	« Nous concluons que l'entraînement musculaire inspiratoire améliore la force musculaire inspiratoire chez les patients intubés plus âgés. Chez les patients qui ne reçoivent pas de trachéotomie, il peut également réduire le temps de sevrage. »	OUI
Condessa et al. 2013 [71]	« Bien que la période de sevrage n'ait pas différé de manière significative entre les groupes : expérimental et contrôle, l'entraînement des muscles inspiratoires avec un dispositif à seuil peut être une méthode adéquate pour augmenter la force musculaire inspiratoire et le volume courant chez les patients recevant une ventilation mécanique. »	OUI
Tonella et al. 2017 [72]	« On peut conclure que le dispositif électronique IMT est sûr car il n'a pas eu d'effet négatif sur la fréquence cardiaque, la PAM et les variations de SpO ₂ . En outre, il pourrait être efficace puisqu'il a entraîné une augmentation de la pression inspiratoire maximale par rapport aux valeurs de pré-entraînement, et que le temps de sevrage était plus court que dans le groupe contrôle »	OUI pour la durée de sevrage Peu cohérent pour l'augmentation de la Pimax
Moreno et al. 2019 [73]	« L'évaluation de l'impact de l'entraînement des muscles inspiratoires n'a révélé aucune différence statistiquement significative dans le temps de sevrage de la VM ni de changement dans la force musculaire inspiratoire entre les deux groupes »	OUI

Tableau 15 : récapitulatif des conclusions des auteurs

4. DISCUSSION

4.1. ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS

Dans la partie précédente, les résultats sur la durée de sevrage de la ventilation mécanique et sur l'évolution de la pression inspiratoire maximale de chaque étude ont été extraits afin d'être analysés. Nous allons donc nous intéresser de plus près à ces résultats et à leur biais de manière à les interpréter et à évaluer s'ils peuvent être exploitables dans la pratique clinique.

Une analyse des résultats sera réalisée pour chaque critère de jugement dans un premier temps, puis nous nous intéresserons aux limites présentes dans chacune des études et pour finir, nous ferons une synthèse de l'ensemble de ces résultats.

4.1.1. Analyse des résultats sur la durée de sevrage de la ventilation mécanique

Les 4 études incluses évaluent la durée de la période de sevrage de la ventilation mécanique.

Dans tous les articles inclus dans cette revue, une même définition de la période de sevrage de la ventilation mécanique a été donnée : il s'agit du temps écoulé entre le début de la ventilation mécanique en mode spontané jusqu'à l'extubation ou la décanulation du patient.

De même, une définition d'un échec de sevrage a été donnée dans chacune des études : il s'agit de la nécessité d'une ré-intubation, d'une pose de trachéotomie ou d'un décès par détresse respiratoire dans les 48 heures suivant l'extubation ou le retrait de la canule de trachéotomie.

Deux d'entre elles, *Cader et al. 2010* [70] et *Tonella et al, 2017* [72] ont évalué cette durée en jours alors que les études de *Condessa et al, 2013* [71] et *Moreno et al, 2019* [73] l'ont évalué en heures.

Sur les 4 études, deux d'entre elles ont obtenu des **résultats qui ne peuvent pas être interprétables et qui ne sont pas statistiquement significatifs**.

En effet, dans l'étude de *Condessa et al, 2013* [71] l'intervalle de confiance à 95% est large et contient la valeur 0 ce qui ne nous permet pas de conclure d'un quelconque effet de l'entraînement des muscles inspiratoires sur le temps de sevrage de la ventilation mécanique.

L'étude de *Moreno et al, 2019* [73] possède une taille d'effet de 0,58 heures en faveur du groupe contrôle, cette valeur est très proche de 0 ce qui reflète un effet nul de l'intervention. De plus, la valeur de p est $> 0,05$ et l'IC à 95% passe par la valeur 0, ces résultats ne peuvent pas être extrapolés à une population générale, ils sont donc non significatifs et simplement dûs au hasard.

Par ailleurs, ces deux études présentent une différence de temps de sevrage en heures ; une taille d'effet significative aurait été trop faible dans tous les cas pour interpréter un réel effet du traitement sur l'ensemble d'une population.

Les écart-types de ces deux études étaient également trop élevés, cela augmente la probabilité de dispersion dans les résultats sur l'ensemble d'une population.

Concernant les études de *Cader et al. 2010* [70] et *Tonella et al, 2017* [72], les **résultats observés sont statistiquement significatifs et sont en faveur d'un effet positif de l'entraînement des muscles inspiratoires sur la durée du sevrage.**

La taille d'effet de l'étude de *Tonella et al, 2017* [72] est de 5,9 jours, ce qui signifie que le groupe ayant reçu le traitement a eu une réduction moyenne de la durée de sevrage de 5,9 jours par rapport au groupe ayant reçu l'intervention placebo. L'IC à 95% et la valeur de p nous indique que les résultats sont interprétables et statistiquement significatifs.

La taille d'effet de l'étude de *Cader et al. 2010* [70] est de 1,7 jours. L'interprétation des résultats est possible et statistiquement significative, cependant la valeur de l'effet du traitement reste relativement faible pour en déduire un effet réellement représentatif de l'ensemble de la population générale.

4.1.2. Analyse des résultats sur l'évolution de la force des muscles inspiratoires

Les 4 études ont toutes évalué la force des muscles inspiratoires à partir de la mesure de la pression inspiratoire maximale. Cette mesure a été réalisée au minimum avant le début de l'intervention et à la fin de l'intervention dans chacune des études.

Tout d'abord, nous observons que la pression inspiratoire maximale a augmenté dans tous les groupes expérimentaux et contrôles des quatre études, sauf dans le groupe contrôle de l'étude de *Condessa et al, 2013* [71] où la Pimax a diminué de 3cmH₂O entre le début et la fin de l'intervention.

L'étude de *Cader et al. 2010* [70] possède une taille d'effet de 7,6 cmH₂O en faveur du groupe expérimental, l'intervalle de confiance à 95% est faible, contient la valeur de la taille d'effet et ne passe pas par la valeur 0. Ces résultats tendent à montrer une amélioration de la Pimax statistiquement significative ($p < 0,05$) chez les patients ventilés ayant reçu un entraînement des muscles inspirateurs.

L'étude de *Condessa et al, 2013* [71] présente également des résultats statistiquement significatifs avec une taille d'effet de 10 cmH₂O et un IC à 95% avec des bornes proches ne passant pas par la valeur 0, ce qui signifie que l'entraînement des muscles inspiratoires a permis une amélioration de la pression inspiratoire maximale chez les patients intubés. De plus, la diminution de la Pimax remarquée entre le début et la fin de l'intervention nous fait penser que le fait de ne pas recevoir d'EMI chez des patients en détresse respiratoire peut entraîner une réduction de cette pression et donc pourrait entraîner une augmentation du temps total de la ventilation mécanique.

Concernant l'étude de *Tonella et al, 2017* [72], la différence des moyennes inter-groupes n'a pas pu être calculée de la même manière que les trois autres études incluses dans la revue. Nous ne pourrions pas comparer les données de la taille d'effet et de l'IC 95% aux celles des autres études afin de ne pas créer un biais dans la comparaison des résultats mais nous pouvons les analyser. La taille d'effet montrerait une amélioration de 8cmH₂O dans le groupe expérimental mais l'IC à 95% nous indique que ces résultats ne sont pas interprétables et extrapolables à la population générale car ceux-ci passent par la valeur 0 et ses bornes sont larges ce qui ne nous permet pas d'émettre une conclusion d'un quelconque effet de l'EMI sur la Pimax.

De plus, les résultats des différences intra-groupe du groupe expérimental sont statistiquement significatifs, mais pas ceux du groupe contrôle.

L'étude de **Moreno et al, 2019** [73] ne nous permet pas de conclure de l'effet de l'intervention sur l'évolution de la force des muscles inspiratoires car l'intervalle de confiance passe par le 0 et la valeur de p est supérieure à 5%. Les résultats ne sont pas statistiquement significatifs. De plus, les écart-types des différences intra-groupes sont supérieurs aux moyennes des différences intra-groupes, ce qui prouve qu'il existe une dispersion dans les résultats trop importante pour pouvoir les généraliser à l'ensemble d'une population.

Concentrons-nous sur les valeurs des pressions inspiratoires maximales évaluées avant le début de l'intervention dans les deux groupes, dans les études de **Cader et al. 2010** [70] et de **Condessa et al, 2013** [71] il y a peu de différences entre les deux groupes. En effet, la différence est de 0,2cmH₂O en faveur du groupe contrôle dans l'étude de **Cader et al. 2010** [70] et de 4cmH₂O en faveur du groupe contrôle dans l'étude de **Condessa et al, 2013** [71], on peut considérer que les groupes étaient similaires au début de l'intervention.

Cependant, pour l'étude de **Tonella et al, 2017** [72] la différence avant le début de l'intervention est de 11cmH₂O en faveur du groupe expérimental. L'importance de cette différence crée un biais supplémentaire dans l'évaluation de la Pimax à la fin de l'intervention. Les résultats finaux ne peuvent pas être interprétés correctement.

L'étude de **Moreno et al, 2019** [73] ne nous décrit pas les valeurs de la Pimax dans les différents groupes, ni avant, ni après le traitement.

Il faut également prendre en compte que les groupes expérimentaux de chaque étude n'ont pas reçu la même charge d'entraînement des muscles inspiratoires. Nous détaillerons ce point un peu plus loin.

Pour conclure, les résultats des études de **Cader et al. 2010** [70] et de **Condessa et al, 2013** [71] reflètent une amélioration de la pression inspiratoire maximale statistiquement significative chez les patients sous ventilation mécanique ayant reçu un entraînement des muscles inspiratoires par rapport aux patients n'ayant reçu que les soins habituels.

Les études de **Tonella et al, 2017** [72] et de **Moreno et al, 2019** [73] n'ont pas des résultats statistiquement significatifs et ne peuvent pas conclure de l'effet de l'EMI sur la Pimax.

4.1.3. Limites des études incluses

L'une des principales limites de l'étude de **Cader et al. 2010** [70] est la perte de suivi des patients (7 dans le groupe expérimental et 6 dans le groupe contrôle), en effet une grande proportion des patients inclus dans l'étude sont décédés ou ont été trachéotomisés avant ou après le début du sevrage. Cette perte de suivi a été aggravée par la grande variabilité de l'état des patients.

Cependant, la taille de l'échantillon (>10participants) est restée suffisante pour identifier des différences statistiquement significatives entre les groupes.

L'absence de mise en aveugle des participants, des thérapeutes et des évaluateurs est une autre limite de l'étude de **Cader et al. 2010** [70], mais l'effet placebo chez les patients a été réduit car le consentement éclairé a été fourni par les proches et non par les patients eux-mêmes.

On retrouve aussi un faible nombre de participants (41 patients) dans cette étude. Plus le nombre de participants est faible, plus l'interprétation des résultats sur l'ensemble de la population est difficile à être évaluée.

Dans l'étude de **Condessa et al, 2013** [71], la perte de suivi plus importante que prévu par les auteurs représente une limite de cette étude. La taille de l'échantillon calculée pour obtenir une bonne puissance statistique n'a pas été atteinte, les résultats ne peuvent pas être généralisés à une population. Les différences entre les populations étudiées et la faible durée du temps de formation des praticiens sont également considérées comme une limite de l'étude, tout comme l'absence de mise en aveugle des participants et des thérapeutes.

Cependant, les évaluateurs eux étaient en aveugle.

L'hétérogénéité des patients inclus dans l'étude de **Tonella et al, 2017** [72] représente une limite dans l'interprétation de l'effet de l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients trachéotomisés, en particulier la différence de pression inspiratoire maximale entre les deux groupes mesurés avant le début de l'entraînement. De plus, le très faible échantillon de patient (21 patients) inclus dans l'étude et la présence d'un biais de suivi représentent également une limite. Les biais de performance et d'évaluation dûs à une non mise en aveugle sont également à prendre en compte.

Concernant l'étude de **Moreno et al, 2019** [73] la principale limite est la courte durée de la période d'entraînement des muscles inspiratoires liée aux caractéristiques de la population éligible (sous ventilation mécanique depuis 48heures) suggérant l'absence de dépendance à la ventilation mécanique et une faible probabilité d'apparition d'un dysfonctionnement diaphragmatique. Le protocole de sevrage ventilatoire a débuté dès que les patients ont été inclus dans l'étude, les résultats de la période de sevrage étant calculés en heures reflète un faible nombre de séances d'EMI chez les patients du groupe expérimental. L'EMI n'a donc pas pu avoir d'effets sur la durée du sevrage du fait de sa faible application.

L'absence de mise en aveugle des thérapeutes représente une limite dans cette étude également.

La qualité méthodologique des études représente également une limite à prendre en compte dans l'interprétation des résultats. Plus elle est faible, plus l'interprétation des résultats sera limitée et non significative de la population générale. Cette qualité méthodologique a été évaluée par le score PEDro. **Cader et al. 2010** [70] a un score PEDro de 6/10, **Condessa et al, 2013** [71] a un score de 7/10, **Tonella et al, 2017** [72] de 5/10 et **Moreno et al, 2019** [73] de 9/10.

4.1.4. Synthèse des résultats des critères de jugement

En prenant en compte les analyses des résultats de chaque critère de jugement et les limites et les biais des études inclus, on peut effectuer une synthèse de ces résultats et de leur interprétation.

L'étude de **Tonella et al, 2017** [72] conclut d'une durée de sevrage statistiquement significative plus courte dans le groupe expérimental ainsi que d'une évolution de la pression inspiratoire maximale non significative donc non interprétable.

De plus, l'hétérogénéité importante entre les groupes, la très faible taille d'échantillons inclus dans l'étude (21 patients), la perte de suivi, l'absence de mise en aveugle des participants, thérapeutes et évaluateurs et la présence d'un biais de résultat ne nous permettent pas de généraliser ces résultats à l'ensemble de la population et l'interprétation de ses résultats est donc limitée avec une puissance statistique faible. Cette étude étant l'étude possédant le score PEDro le plus faible de la revue et celle possédant le plus de biais, l'interprétation d'un effet réellement significatif de l'entraînement des muscles inspiratoires sur le temps de sevrage chez les patients est très limitée.

L'étude de **Cader et al. 2010** [71] conclut d'une diminution du temps de sevrage et d'une augmentation de la pression inspiratoire maximale statistiquement significatives chez les patients ayant reçu l'entraînement des muscles inspiratoires. Cette étude possède un score PEDro de 6/10, une absence de mise en aveugle des participants, thérapeutes et évaluateurs ainsi qu'un faible nombre de participants (41 patients). Elle présente également une perte de suivi importante mais la taille d'échantillons reste statistiquement significative car le nombre de participants par groupe reste supérieure à 10. Cette étude possède une qualité méthodologique moyenne et ses biais sont à prendre en compte dans l'interprétation des résultats : ils restent donc statistiquement significatifs mais peu représentatifs d'une population générale.

Concernant l'étude de **Condessa et al, 2013** [71], les résultats sur la durée du sevrage ne sont pas significatifs mais l'augmentation de la Pimax dans le groupe interventionnel est significative. Les limites principales de cette étude sont la perte de suivi et l'absence de mise en aveugle des participants et thérapeutes, ainsi qu'un score PEDro de 7/10. La qualité méthodologique de cette étude est bonne, ses résultats sont plus susceptibles de représenter la population générale.

Pour finir, l'étude de **Moreno et al, 2019** [73] possède un score PEDro très élevé et ses biais principaux sont l'absence de mise en aveugle des thérapeutes ainsi que la courte période de l'entraînement des muscles inspiratoires. Concernant ces résultats, ils sont extrapolables à l'ensemble de la population et statistiquement significatifs.

Cependant, ces résultats présentent peu d'intérêt sur le plan pratique. En effet, l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventilés ne réduit pas le temps de sevrage et n'augmente pas la valeur de la pression inspiratoire maximale. Au vu de la très forte puissance statistique de cette étude, ces résultats sont discordants : obtenir une moyenne de 9,36 heures et 8,78 heures de sevrage respectivement dans les groupes expérimental et contrôle avec une taille d'échantillons de l'étude de 126 patients est très faible. Il devrait y avoir plus de différence dans les résultats.

Il se pourrait que cette discordance soit due à des critères d'inclusion de l'étude peu pertinents, en particulier l'inclusion des patients nécessitant une ventilation mécanique supérieure ou égale à 48 heures. Au bout de 48 heures de VM, les patients n'ont probablement pas développé de dépendance à la ventilation mécanique, ni d'apparition d'une faiblesse des muscles inspiratoires ce qui fait que les patients qui sont prêts à être sevrés au bout de 48 heures de VM ne vont pas développer de difficultés lors de ce sevrage, celui-ci sera donc rapide. Ces résultats ne reflètent pas l'effet de l'entraînement des muscles inspiratoires sur le temps de sevrage de la VM car le sevrage est trop rapide pour qu'un effet puisse apparaître.

Pour résumer, la réduction du temps de sevrage chez les patients ayant reçu l'EMI est à prendre en compte très modérément dans les études de **Cader et al. 2010** [70] et surtout de **Tonella et al, 2017** [72], elle n'est donc pas réellement significative dans aucune des études incluses dans cette revue de littérature.

L'évolution de la force musculaire inspiratoire est en faveur d'une augmentation dans le groupe expérimental dans 2 études et n'est statistiquement pas significative dans les deux autres études. L'interprétation de ces résultats ne nous permet pas d'émettre une conclusion en faveur ou non de cet entraînement des muscles inspiratoires car nous savons que les deux études concluantes d'un résultat non significatif sont les études possédant la plus faible et la plus forte puissance statistique, et les deux études ayant des résultats significatifs sont celles possédant une puissance statistique moyenne.

4.2. APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE CLINIQUE

L'applicabilité des résultats en pratique clinique ne prend pas seulement en compte l'analyse des résultats réalisés précédemment. Il faut aussi tenir compte de la population, l'intervention, le comparateur, etc.

4.2.1. La population

Pour que l'étude puisse être incluse dans cette revue de littérature, deux conditions sur la population devaient être respectées : les participants devaient avoir 18 ans ou plus et recevoir une ventilation mécanique invasive depuis au moins 48 heures. Le patient pouvait être intubé ou bien avoir une trachéotomie, cela n'importait pas dans l'inclusion de l'étude.

Il n'y avait pas de conditions particulières sur le sexe, le poids ou la taille des sujets.

Cependant, les études incluses avaient des critères d'inclusion différents :

Cader et al. 2010 [70] s'est intéressé aux patients âgés (>70ans) intubés ayant une ventilation mécanique supérieure ou égale à 48 heures en mode contrôlé. Ces patients étaient intubés en raison d'une insuffisance respiratoire hypoxémique aiguë et étaient incapables de générer une pression inspiratoire supérieure à 20cmH₂O. Le taux d'hommes (19) et de femmes (22) inclus dans l'étude est homogène et les moyennes d'âges similaires (83ans/82ans)

L'étude de **Condessa et al, 2013** [71] s'intéresse aux patients âgés d'au moins 18 ans et recevant une VM en mode contrôlé pendant au moins 48 heures. Ces patients devaient être prêts à être sevrés et sans agents sédatifs. Une différence de 10 hommes (51) supplémentaires par rapport au nombre de femmes (41) inclus dans l'étude est notable. Les moyennes d'âges sont équivalentes dans les deux groupes (64/65ans).

Tonella et al, 2017 [72] s'intéresse aux patients trachéotomisés > 18 ans, sans sédation depuis 24heures. Ici, le temps de ventilation mécanique n'est pas précisé mais la mise en place d'une trachéotomie se fait généralement après au moins un échec d'extubation et pour des patients qui ont une forte probabilité de subir un long sevrage ventilatoire, donc non en première intention, ce qui signifie que les patients ont forcément une VM depuis au moins 48 heures.

L'hétérogénéité de la population de cette étude est importante, sur les 19 patients non perdus de vue : 15 sont des hommes et 4 sont des femmes. Les moyennes d'âges entre les groupes sont également très éloignées : 58 ans pour le groupe expérimental et 46 ans et demi pour le groupe contrôle.

Pour finir, **Moreno et al, 2019** [73] a inclus dans son étude des patients > 18 ans suite à un premier événement nécessitant une ventilation mécanique pendant au moins 48 heures. La moyenne d'âge était de 62 ans dans le groupe expérimental et de 64 ans dans le groupe contrôle. Le taux d'hommes inclus dans l'étude (71) est supérieur à celui des femmes (55).

Dans l'ensemble des participants inclus dans cette revue de littérature, on remarque que le sexe ratios n'est pas homogène. En effet, la nécessité d'une ventilation mécanique invasive peut toucher autant les hommes que les femmes, mais les échantillons des études incluses comportent une majorité d'hommes. Concernant les moyennes d'âge, celles-ci ne sont pas réellement représentatives de la population générale : l'étude de **Tonella et al, 2017** [72] présente une moyenne d'âge la plus proche de la population générale. Les résultats de l'étude de **Cader et al. 2010** [70] ne représenteront pas la population générale, mais seulement une population comprenant des patients âgés de 70 ans ou plus.

Trois des études incluses s'intéressent aux patients intubés recevant une VM>48heures, seule l'étude de **Tonella et al, 2017** [72] inclut des patients trachéotomisés donc recevant une VM pendant plus longtemps.

L'hétérogénéité entre l'ensemble des participants de cette revue est relativement importante.

4.2.2. L'intervention

Nous cherchons à savoir si un entraînement des muscles inspiratoires peut avoir un effet sur la durée du sevrage de la ventilation artificielle, pour cela plusieurs méthodes existent.

Les études incluses dans cette revue utilisent toutes un dispositif à seuil inspiratoire à l'aide d'une valve unidirectionnelle permettant de créer une résistance tout le long de l'inspiration du patient. Cependant, trois de ses études utilisent le dispositif de la marque Threshold IMT, et **Tonella et al, 2017** [72] utilise le dispositif d'entraînement inspiratoire électronique POWER breathe KH2.

Concernant l'intensité de l'entraînement, celle-ci diffère d'une étude à l'autre. En effet, **Moreno et al, 2019** [73] réalise tous les entraînements musculaires inspiratoires avec une charge d'entraînement à 50% de la pression inspiratoire maximale initiale. La charge d'entraînement initiale de l'étude de **Condessa et al, 2013** [71] est de 40% de la Pimax initiale.

Tonella et al, 2017 [72] et **Cader et al. 2010** [70] ont utilisés un protocole avec une charge initiale de 30% de la Pimax et avec une augmentation de 10% quotidiennement si l'entraînement précédent avait été bien toléré par le patient.

Dans chacune des études, une prise en charge conventionnelle est également réalisée quotidiennement.

Toutes les études ont la même fréquence d'entraînement : deux entraînements par jour, tous les jours. La durée totale de l'intervention est variable car l'entraînement a continué jusqu'au sevrage total de la ventilation mécanique et comme vu précédemment dans les résultats, la durée du sevrage a été variable d'une étude à l'autre (certaines se comptent en heures et d'autres en jours).

Dans les études de **Cader et al. 2010** [70] et de **Condessa et al, 2013** [71], un protocole d'extubation comprenant un test respiratoire spontané avec l'utilisation d'un tube en T pendant 30min est ajouté au traitement dans les deux groupes : expérimental et contrôle.

Les charges d'entraînements diffèrent de manière importante entre les quatre études, ce qui compromet la comparaison des résultats de ces études.

4.2.3. Le comparateur

Le comparateur est essentiel pour conclure de l'efficacité d'un traitement.

En ce qui concerne les groupes contrôles, ceux des études de **Cader et al. 2010** [70], **Condessa et al, 2013** [71] et **Moreno et al, 2019** [73] reçoivent une prise en charge kinésithérapique conventionnelle comprenant de la kinésithérapie respiratoire, de la kinésithérapie motrice, le repositionnement et une prise en charge de la ventilation mécanique.

Tonella et al, 2017 [72] utilise une comparaison avec un protocole de respiration spontanée quotidienne. Les patients sont soumis à un programme de nébulisation intermittente utilisant une pièce en T avec une durée progressivement croissante jusqu'à atteindre 48 heures d'autonomie respiratoire.

Comme vu précédemment, l'étude de **Tonella et al, 2017** [72] diffère des trois autres études, que ce soit sur sa population plus hétérogène, son intervention utilisant un autre dispositif d'entraînement ou bien sur son comparateur. Cette étude ne pourra pas être réellement comparée aux autres.

4.2.4. Les critères de jugement

Concernant les critères de jugement de ses études, le temps de sevrage de la ventilation mécanique et l'évaluation de la force musculaire inspiratoire par la mesure de la pression inspiratoire maximale sont présent dans les 4 études.

Cependant, d'autres critères de jugement sont également présents dans chacune d'elles mais ces critères de jugement n'ont pas été pris en compte dans la rédaction de cette revue de littérature.

En effet, **Cader et al. 2010** [70], évalue aussi l'indice de Tobin, **Condessa et al, 2013** [71] évalue le volume courant et l'indice de respiration rapide et peu profonde, **Tonella et al, 2017** [72] s'intéresse également à l'indice de respiration superficielle rapide et à la durée totale de la ventilation mécanique, et **Moreno et al, 2019** [73] prend en compte dans son étude la fréquence de l'échec du sevrage et la nécessité d'une ventilation mécanique non invasive ou non.

L'évaluation de la période de sevrage peut différer d'une étude à l'autre en fonction de la définition que les auteurs utilisent pour décrire cette période. Dans cette revue, les auteurs ont tous utilisé la même définition ce qui permet d'analyser et de comparer les résultats de manière objective. Ce critère de jugement ne nécessite pas de matériel particulier mis à part un calendrier ou un chronomètre.

Concernant l'évaluation de la pression inspiratoire maximale, la mesure de celle-ci a également été réalisée de la même manière dans chaque étude, mais il n'y a pas de normes décrites dans la littérature permettant de juger et d'interpréter correctement les résultats. On remarque de grandes variations dans les mesures prise avant ou après l'intervention entre ses études.

4.3. QUALITE DES PREUVES

Le niveau de preuve d'une étude caractérise « la capacité de l'étude à répondre à la question posée » selon la HAS. [74]

Pour établir le niveau des preuves de cette revue de littérature, nous allons utiliser le système de classification GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation), il permet d'identifier un niveau de preuve pour chacun des critères de jugement présent.

Selon l'HAS, il existe 4 niveaux de preuves scientifiques. Ces niveaux seront ensuite classés dans des grades de recommandations A, B ou C. (**tableau 16**)

Dans l'approche GRADE, les essais cliniques randomisés ont un niveau de preuve élevé de niveau 1.

Ce système ne s'intéresse pas seulement à la méthodologie des études, il prend également en compte des facteurs qui peuvent moduler la cotation du niveau de chaque étude. En effet, cinq facteurs sont susceptibles de diminuer le niveau de preuve : la présence d'un risque de biais, l'hétérogénéité des résultats, le caractère indirect des résultats, l'imprécision des résultats et la présence d'un biais de publication. D'autres facteurs peuvent permettre d'augmenter le niveau de preuve comme la force de l'association, le gradient dose-réponse ou encore les facteurs de confusion.

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 : <ul style="list-style-type: none"> - Essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - Analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 : <ul style="list-style-type: none"> - Essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - Etudes comparatives non randomisées bien menées ; - Etudes de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 : <ul style="list-style-type: none"> - Etudes cas-témoins
	Niveau 4 : <ul style="list-style-type: none"> - Etudes comparatives comportant des biais importants ; - Etudes rétrospectives ; - Séries de cas ; - Etudes épidémiologiques descriptives.

Tableau 16 : Grade de recommandation de la HAS [74]

Les études de **Cader et al. 2010** [70] et de **Tonella et al, 2017** [72] ont une qualité méthodologique moyennement bonne d'après l'échelle PEDro, celle de **Condessa et al, 2013** [71] a une bonne qualité méthodologique et celle de **Moreno et al, 2019** [73] a une très bonne qualité méthodologique. Ces études sont toutes des essais cliniques randomisés mais la majorité d'entre elles présentent des biais de performance, d'évaluation et de suivi, ainsi que des faibles échantillons.

Ce sont des études de faible puissance. Cette revue de littérature présente donc un niveau de preuve de niveau 2, ce qui correspond à une recommandation de **grade B** : « **présomption scientifique** ».

4.4. BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE

L'évaluation des biais potentiels d'une revue de littérature peut s'estimer avec la grille AMSTAR (*a measurement tool to assess the methodological quality of systematical reviews*). Il s'agit d'un outil de mesure qui permet l'évaluation des revues de littérature en mesurant leur qualité méthodologique composé de 11 items. (**annexe 10**) [75]

Items de la grille AMSTAR	Réponses	Justification
Item 1 : un plan de recherche établi a priori est-il fourni ?	OUI	Les objectifs de recherche ont été établis avant la réalisation de la recherche.
Item 2 : la sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes ?	NON	Cette revue étant un mémoire de fin d'étude, la sélection des études et l'extraction des données ont été réalisées par une seule personne.
Item 3 : La recherche documentaire était-elle exhaustive ?	OUI	3 bases de données ont été utilisées pour effectuer la recherche, les Mesh terms et les mots clés ont été précisés.
Item 4 : la nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion ?	OUI	Uniquement des essais cliniques randomisés ont été inclus dans la revue.
Item 5 : une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie ?	OUI	Cf partie 3.1.2 et 3.1.3.
Item 6 : les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?	OUI	Un résumé et un tableau des études incluses sont présents dans la partie résultat.
Item 7 : la qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée ?	OUI	La qualité méthodologique de chaque étude a été évaluée par l'échelle PEDro.
Item 8 : la qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?	OUI	Cf partie précédente.
Item 9 : les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?	NON	Aucun test d'homogénéité n'a été réalisé.
Item 10 : la probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée ?	OUI	Le biais de publication n'a pas pu être évalué car la revue contient moins de 10 articles.
Item 11 : les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?	NON	Les auteurs n'ont pas tous déclaré les soutiens financiers, ni les conflits d'intérêts dans leurs études.

Tableau 17 : Récapitulatif de la grille AMSTAR de cette revue de littérature [75]

Un score total de 8/11 est obtenue pour cette revue.

Le principal biais de cette revue est le **biais d'interprétation subjective**, en effet ce travail est le résultat d'un mémoire de fin d'étude, il s'agit donc d'un travail individuel. Un seul évaluateur a sélectionné les études incluses, effectué une analyse statistique et vérifié leurs qualités méthodologiques, un biais a pu être créé à chacune de ces étapes. Il est possible qu'une part de subjectivité ait été introduite dans la rédaction de cette revue malgré la volonté de l'auteur d'être le plus neutre possible.

Toutefois, d'autres biais potentiels peuvent être mis en évidence :

- Lors de la sélection des études, il est possible que certaines études répondant aux critères d'inclusion de la revue n'aient pas été trouvées.
- Le faible nombre d'articles inclus dans la revue a pu entraîner une limitation dans l'interprétation des résultats et dans la généralisation de ces résultats à l'ensemble de la population générale.
- Toutes les études incluses comprennent au moins un biais de performance ou d'évaluation, les patients et/ou thérapeutes et/ou évaluateurs n'étaient pas en aveugle.

- Les modalités de compétences et de formation des thérapeutes ne sont pas connues ce qui peut avoir une influence sur les résultats obtenus.
- Il n'y a pas eu de test d'homogénéité effectué afin de vérifier si les résultats des études puissent être combinés.
- Le comparateur de l'étude de **Tonella et al, 2017** [72] est différent des comparateurs des trois autres études incluses et les protocoles d'intervention de chaque étude ne sont pas similaires.
- On retrouve un nombre relativement faible de participants dans l'ensemble de cette revue : 280 patients. Cette taille d'échantillon reste trop bas pour permettre une généralisation et entraîne une faible puissance statistique à cette revue.
- Les conflits d'intérêts n'ont pas été déclarés par tous les auteurs.

5. CONCLUSION

L'objectif de cette revue est de connaître l'effet de l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventilés sur le temps de sevrage de la ventilation mécanique.

On s'est également intéressé à l'évolution de la force des muscles inspiratoires par la mesure de la pression inspiratoire maximale.

Pour cela, quatre études ont été analysées et les résultats ont été mis en commun en prenant en compte les biais présents dans chaque étude et donc le niveau de preuve de chaque étude.

5.1. IMPLICATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE

Les déficits musculaires des muscles respiratoires sont courants chez les patients nécessitant une ventilation mécanique invasive. Ces déficits peuvent entraîner une augmentation du temps de ventilation et donc du temps de sevrage. La nécessité d'un apport ventilatoire dépend également de l'état de santé et de stabilité du patient.

Afin de diminuer le taux de fréquence d'apparition de complications de la VM, en particulier l'apparition d'un dysfonctionnement diaphragmatique, nous savons qu'il faut que la durée de la VM soit la plus courte possible.

Le renforcement des muscles inspiratoires dans le cadre de la prise en charge de la ventilation mécanique, n'est pas un traitement de première intention. Aujourd'hui, d'autres méthodes et protocoles de sevrage de la ventilation mécanique prouvés scientifiquement sont plus fréquemment utilisés dans les services de réanimation, mais cette revue s'intéressait à l'impact de l'EMI sur la durée de sevrage afin de voir si une méthode supplémentaire pourrait être intégrée dans le panel de méthodes déjà reconnues jusqu'à maintenant.

Les résultats de cette revue sont à interpréter avec précaution du fait de la présence de nombreux biais et limites dans les études incluses. Les tailles d'échantillons sont faibles, hétérogènes et les protocoles d'intervention sont différents d'une étude à l'autre. Il est donc difficile de conclure d'un effet du renforcement des muscles inspiratoires sur la durée du sevrage de la ventilation mécanique et sur l'évolution de la force des muscles inspirateurs.

Après analyse des résultats des études incluses dans cette revue, on ne peut pas conclure d'un effet réellement significatif de l'EMI sur cette durée de sevrage. En effet, les deux études concluant d'une réduction de la durée de sevrage présentent un grand nombre de biais et ne permettent pas de rendre ces résultats pertinents et représentatifs.

Concernant l'évolution de la Pimax chez les patients ayant reçu l'entraînement des muscles inspiratoires, les résultats sont impartiaux. On ne peut pas conclure d'un effet positif réellement significatif, cependant on ne peut pas interpréter que ce renforcement n'entraîne aucune augmentation de la Pimax sur les patients ventilés. Il est possible que l'EMI ai un impact sur la Pimax mais on ne peut pas certifier et mesurer réellement cet effet.

Cette revue nous apporte peu d'informations concernant notre question clinique mis à part que l'EMI ne peut pas être considéré comme une nouvelle méthode fiable dans le sevrage de la ventilation mécanique, après analyse et comparaison de ses quatre essais cliniques randomisés.

L'applicabilité de cette méthode en pratique clinique est donc peu pertinente à la suite de ses données actuelles.

5.2. IMPLICATION POUR LA RECHERCHE

Afin de répondre à cette problématique d'une façon plus efficace, il serait utile de réaliser d'autres études avec un plus grand nombre de sujets, ce qui réduirait l'intervalle de confiance et permettrait de connaître l'effet réel de l'entraînement des muscles inspiratoires sur le sevrage de la ventilation mécanique sur l'ensemble de la population.

Des études comprenant des patients avec un sevrage difficile et un temps de ventilation mécanique plus long seraient également utiles afin d'évaluer l'effet de l'entraînement des muscles inspiratoires sur des plus longues périodes et chez des patients présentant une dépendance plus importante à la ventilation mécanique.

Des études multicentriques seraient également pertinentes à réaliser afin de cibler une population plus large.

Il est donc important d'encourager la poursuite des recherches et d'inclure une comparaison des différentes méthodes d'entraînement des muscles inspiratoires.

6. BIBLIOGRAPHIE

- [1] SFAR. Information médicale sur la réanimation n.d.
- [2] Legifrance. Décret n° 2002-466 du 5 avril 2002 relatif aux conditions techniques de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les établissements de santé pour pratiquer les activités de réanimation, de soins intensifs et de surveillance continue et modifiant le co. JORF N°82 2002.
- [3] Carpentier D, Beduneau G, Girault C. Prolonged stay in Intensive Care Unit 2015.
- [4] Montuclard L, Garrouste-Orgeas M, Timsit JF, Misset B, De Jonghe B, Carlet J. Outcome, functional autonomy, and quality of life of elderly patients with a long-term intensive care unit stay. *Crit Care Med* 2000.
- [5] Combes A, Costa MA, Trouillet JL, Baudot J, Mokhtari M, Gibert C, et al. Morbidity, mortality, and quality-of-life outcomes of patients requiring ≥ 14 days of mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2003.
- [6] Rimachi R, Vincent JL, Brimiouille S. Survival and quality of life after prolonged intensive care unit stay. *Anaesth Intensive Care* 2007.
- [7] Arabi Y, Venkatesh S, Haddad S, Al Shimemeri A, Al Malik S. A prospective study of prolonged stay in the intensive care unit: predictors and impact on resource utilization. *Int J Qual Heal Care J Int Soc Qual Heal Care* 2002.
- [8] Jung B, Gleeton D, Daurat A, Conseil M, Mahul M, Rao G, et al. Conséquences de la ventilation mécanique sur le diaphragme. *Rev Mal Respir* 2015.
- [9] Légifrance. Titre II : Professions de masseur-kinésithérapeute et de pédicure-podologue (Articles R4321-1 à R4323-3) n.d.
- [10] Société de kinésithérapie de réanimation SKR. Référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur kinésithérapeute de réanimation (MKREA) en secteur adulte. *Réanimation* 2011.
- [11] SKR. Société de Kinésithérapie de Réanimation n.d.
- [12] Benlahouès D. Anatomy and physiology of the respiratory system. *Aide Soignante* 2013;27:10–2. <https://doi.org/10.1016/J.AIDSOI.2013.02.003>.
- [13] Reychler G, Roeseler J, Delguste P. Kinésithérapie respiratoire. 3ème édit. 2014.
- [14] Maffei P. Pathologie pleurales et kinésithérapie. 2021.
- [15] Vincent P. Mécanique Ventilatoire - physiologie respiratoire. *StuDocu* 2018.
- [16] Forner. Les paralysies respiratoire 2021.
- [17] Physiologie respiratoire n.d.
- [18] Launois-Rollinat S. Ventilation pulmonaire : le cycle respiratoire. *Univ Joseph Fourier* 2012.
- [19] Zeller M. Physiologie respiratoire n.d.
- [20] Pitte M. Les modes ventilatoires mécaniques n.d.
- [21] Société de kinésithérapie de réanimation SKR. Actualités en kinésithérapie de réanimation 2005. n.d.

- [22] Pitte M. Les paramètres et réglages de la ventilation mécanique n.d.
- [23] Roch A, Mercier-Ide · E. Le point sur la ventilation mécanique invasive-Principaux modes ventilatoires en ventilation mécanique invasive chez l'adulte n.d.
- [24] Moll V. Rétablissement et contrôle de la perméabilité des voies respiratoires - Réanimation -. Man MSD n.d.
- [25] Philippe P. La ventilation mécanique invasive : Place du kinésithérapeute dans le sevrage 2016.
- [26] Vazel L, Potard G, Martins-Carvalho C, LeGuyader M, Marchadour N, Marianowski R. Intubation : technique, indication, surveillance, complications. EMC - Oto-Rhino-Laryngologie 2004.
- [27] Scheinhorn DJ, Hassenpflug MS, Votto JJ, Chao DC, Epstein SK, Doig GS, et al. Post-ICU mechanical ventilation at 23 long-term care hospitals: a multicenter outcomes study. Chest 2007.
- [28] Drašković B, Rakić G. Complications of mechanical ventilation. Srp Arh Celok Lek 2011.
- [29] Yartsev A. Complications de la ventilation mécanique invasive prolongée | Physiologie dérangée 2015.
- [30] Sandur S, Stoller JK. Pulmonary complications of mechanical ventilation. Clin Chest Med 1999.
- [31] Powers SK, Andrew Shanely R, Coombes JS, Koesterer TJ, McKenzie M, Van Gammeren D, et al. Mechanical ventilation results in progressive contractile dysfunction in the diaphragm. J Appl Physiol 2002.
- [32] Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock. Crit Care Med 2021.
- [33] Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. N Engl J Med 2008.
- [34] Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet JP, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans 2012.
- [35] Georges M, Sigala D, Vassilakopoulos T, Heunks L. Dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation mécanique : physiopathologie et stratégies thérapeutiques d'avenir. Rev Des Mal Respir Actual 2013.
- [36] Grassi A, Ferlicca D, Lupieri E, Calcinati S, Francesconi S, Sala V, et al. Assisted mechanical ventilation promotes recovery of diaphragmatic thickness in critically ill patients: a prospective observational study. Crit Care 2020.
- [37] Futier E, Constantin JM, Combaret L, Mosoni L, Roszyk L, Sapin V, et al. Pressure support ventilation attenuates ventilator-induced protein modifications in the diaphragm. Crit Care 2008.
- [38] Jung B, Constantin JM, Rossel N, Le Goff C, Sebbane M, Coisel Y, et al. Adaptive support ventilation prevents ventilator-induced diaphragmatic dysfunction in piglet. Anesthesiology 2010.
- [39] Gayan-Ramirez G, Testelmans D, Maes K, Rácz GZ, Cadot P, Zádor E, et al. Intermittent spontaneous breathing protects the rat diaphragm from mechanical ventilation effects. Crit Care Med 2005.

- [40] Girault C, Gacouin A. Comment sevrer de la ventilation mécanique ? Sevrage conventionnel et place de la ventilation non invasive pour le sevrage de la ventilation mécanique. *Rev Mal Respir* 2017. <https://doi.org/10.1016/J.RMR.2017.03.029>.
- [41] Hermans G, Agten A, Testelmans D, Decramer M, Gayan-Ramirez G. Increased duration of mechanical ventilation is associated with decreased diaphragmatic force: A prospective observational study. *Crit Care* 2010.
- [42] Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: Recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med* 2008.
- [43] Mrozek S, Constantin J-M. Sevrage de la ventilation mécanique 2012.
- [44] Goligher EC, Dres M, Fan E, Rubenfeld GD, Scales DC, Herridge MS, et al. Mechanical ventilation-induced diaphragm atrophy strongly impacts clinical outcomes. *Am J Respir Crit Care Med* 2018.
- [45] Lefort S. Place de l'évaluation du score MRC Sum avant extubation en médecine intensive et réanimation n.d.
- [46] Lesage V, Gravier FE, Médrinal C, Bonnevie T. L'entraînement des muscles inspireurs : une stratégie efficace dans le sevrage de la ventilation mécanique. *Réanimation* 2016.
- [47] Bonnevie T. Entraînement en force des muscles inspireurs du patient ventilé-de la dysfonction diaphragmatique au sevrage de la ventilation mécanique Strength training of inspiratory muscles in mechanically ventilated patient-from diaphragmatic dysfunction to weanin 2013.
- [48] Gosselink R, De Vos J, Van Den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J* 2011.
- [49] Verra M, Monnin D. Les résultats convaincants d'un entraînement des muscles inspireurs avant une opération. *Kinésithérapie, La Rev* 2017.
- [50] Bonnevie T, Villiot-Danger JC, Gravier FE, Dupuis J, Prieur G, Médrinal C. Inspiratory muscle training is used in some intensive care units, but many training methods have uncertain efficacy: a survey of French physiotherapists. *J Physiother* 2015.
- [51] Elkins M, R D. L'entraînement musculaire inspiratoire facilite le sevrage de la ventilation mécanique chez les patients en soins intensifs unite: examen systémique 2015.
- [52] Wu W, Zhang X, Lin L, Ou Y, Li X, Guan L, et al. Transdiaphragmatic pressure and neural respiratory drive measured during inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J COPD* 2017.
- [53] Bonnevie T. Entraînement en force des muscles inspireurs du patient ventilé-de la dysfonction diaphragmatique au sevrage de la ventilation mécanique 2013.
- [54] Hoffman M, Hollebeke M Van, Clerckx B, Muller J, Louvaris Z, Gosselink R, et al. Can inspiratory muscle training improve weaning outcomes in difficult to wean patients? A protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open* 2018.
- [55] Fossé Q, Dres • M. Diaphragmatic dysfunction in Intensive Care Unit: physiopathology, diagnosis and treatment. *Méd Intensive Réa* 2020.
- [56] Multz AS, Aldrich TK, Prezant DJ, Karpel JP, Hendler JM. Maximal inspiratory pressure is not a reliable test of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients 2012.

- [57] Caruso P, Friedrich C, Denari SDC, Ruiz SAL, Deheinzelin D. The unidirectional valve is the best method to determine maximal inspiratory pressure during weaning. *Chest* 1999.
- [58] Caruso P, Denari SDC, Ruiz SAL, Bernal KG, Manfrin GM, Friedrich C, et al. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics (Sao Paulo)* 2005.
- [59] Cader SA, de Souza Vale RG, Castro JC, Bacelar SC, Biehl C, Gomes MCV, et al. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomised trial. *J Physiother* 2010.
- [60] Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care* 2011.
- [61] PEDro. Échelle PEDro-Français n.d.
- [62] de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother* 2009.
- [63] Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie, La Rev* 2015.
- [64] Elbouhy MS, AbdelHalim HA, Hashem AMA. Effect of respiratory muscles training in weaning of mechanically ventilated COPD patients. *Egypt J Chest Dis Tuberc* 2014.
- [65] Dixit A, Prakash S. Effects of threshold inspiratory muscle training versus conventional physiotherapy on the weaning period of mechanically ventilated patients : a comparative study. *Int J Physiother Res* 2014.
- [66] Ibrahiem A. Effect of respiratory muscles training in addition to standard chest physiotherapy on mechanically ventilated patients 2014.
- [67] Mohamed A. Response of mechanically ventilated respiratory failure patients to respiratory muscles training 2014.
- [68] Pascotini FDS, Denardi C, Nunes GO, Trvisan ME, Antunes VDP. Treinamento muscular respiratório em pacientes em desmame da ventilação mecânica. *ABCS Heal Sci* 2014.
- [69] Shimizu J. Determinant factors for mortality of patients receiving mechanical ventilation and effects of a protocol muscle training in weaning 2014.
- [70] Cader SA, de Souza Vale RG, Castro JC, Bacelar SC, Biehl C, Gomes MCV, et al. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: A randomised trial. *J Physiother* 2010.
- [71] Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, Baptista M, Silva ACT, Vieira SRR. Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. *J Physiother* 2013.
- [72] Tonella RM, Dos Santos Roceto Ratti L, Delazari LEB, Junior CF, Da Silva PL, Herran ARDS, et al. Inspiratory Muscle Training in the Intensive Care Unit: A New Perspective. *J Clin Med Res* 2017.
- [73] Sandoval Moreno LM, Casas Quiroga IC, Wilches Luna EC, García AF. Efficacy of respiratory muscle training in weaning of mechanical ventilation in patients with mechanical ventilation for 48hours or more: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Med Intensiva* 2019.
- [74] Haute Autorité de Santé. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique - État des lieux n.d.

- [75] 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.

Liste des abréviations :

VM : Ventilation mécanique

Pimax : Pression inspiratoire maximale

ECMO : Oxygénation par membrane extracorporelle

VS : Ventilation spontanée

PEP : Pression expiratoire positive

AI : Aide inspiratoire

DDIV : Dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation mécanique

FiO2 : Fraction inspirée en oxygène

VT : Volume courant

EMI : Entraînement des muscles inspiratoires

BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive

USI : Unité de soins intensifs

AFE : Augmentation du flux expiratoire

Gp E : Groupe expérimental

Gp C : Groupe contrôle

IC à 95% : Intervalle de confiance à 95%

HAS : Haute autorité de santé

Liste des annexes

Annexe 1 : Le fonctionnement d'un respirateur artificiel

Annexe 2 : Les indications de la ventilation mécanique

Annexe 3 : Les critères prédictifs du sevrage de la ventilation mécanique

Annexe 4 : Echelle du score de Glasgow

Annexe 5 : Le tube en T

Annexe 6 : Les signes d'intolérances / signes d'échec du sevrage ventilatoire

Annexe 7 : Les principaux déterminants physiopathologiques de l'échec de sevrage / extubation

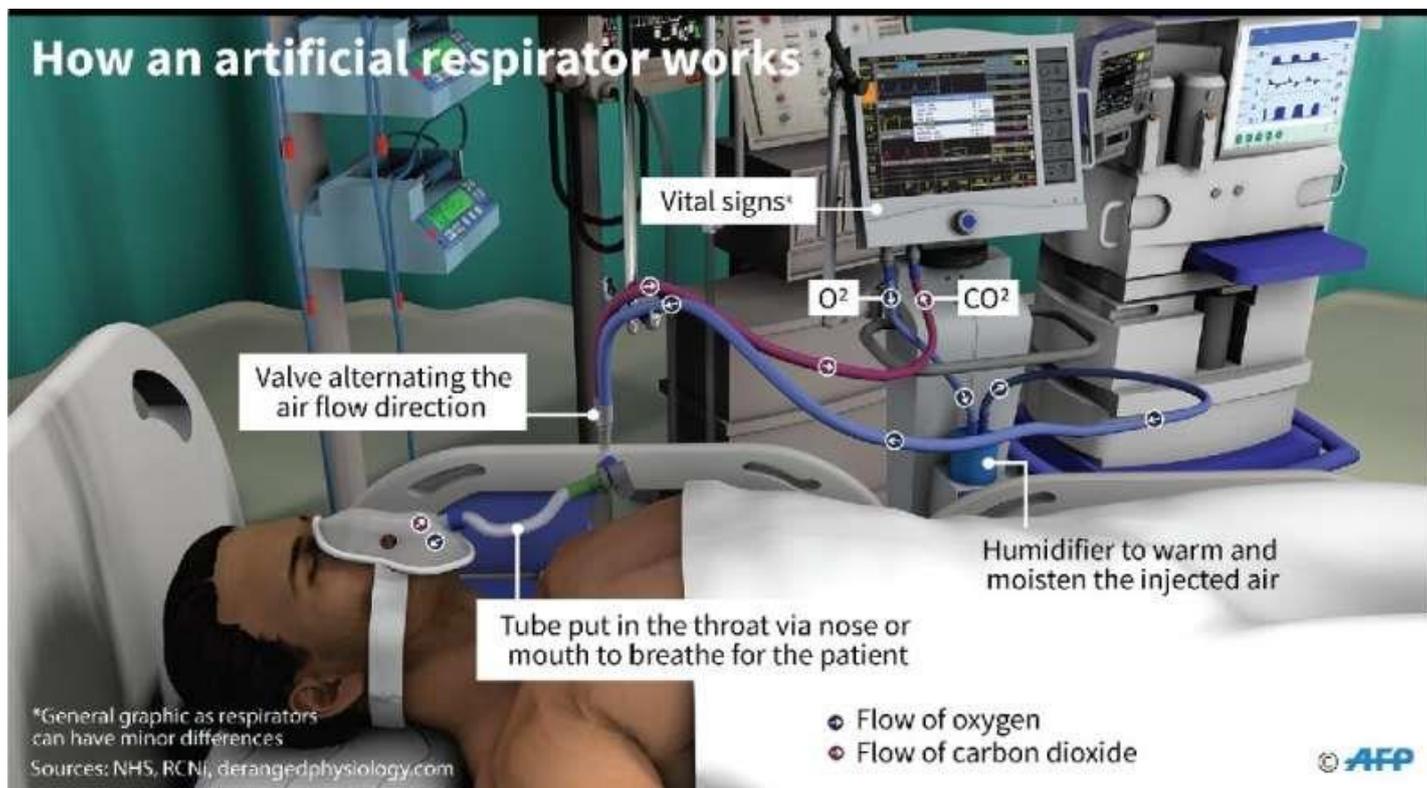
Annexe 8 : Echelle PEDro

Annexe 9 : Tableaux récapitulatifs des études incluses dans la revue

Annexe 10 : Grille d'évaluation AMSTAR

ANNEXES

Annexe 1 : Le fonctionnement d'un respirateur artificiel



Source : [L'industrie se précipite pour répondre à la demande de ventilateurs \(medicalxpress.com\)](http://medicalxpress.com)

Annexe 2 : Les indications de la ventilation mécanique

Situations nécessitant un contrôle des voies respiratoires	
Classification	Exemples
Urgences extrêmes	<ul style="list-style-type: none">Arrêt cardiaqueArrêt respiratoire ou apnée (p. ex., dus à une maladie du système nerveux central, à une prise médicamenteuse ou à une hypoxie)Coma profond, lorsque la langue se relâche et obstrue la glotteŒdème laryngé aiguLaryngospasmeCorps étranger au niveau du larynx (p. ex., "café coronary", c'est-à-dire, fausse route)NoyadeTraumatisme des voies respiratoires supérieuresBlessure de la tête ou blessure haut située de la moelle épinière
Urgences	<ul style="list-style-type: none">Insuffisance respiratoireBesoin d'une assistance ventilatoire (p. ex., dans les syndromes de détresse respiratoire aiguë, l'inhalation de fumées ou de toxiques, les brûlures des voies respiratoires, les inhalations de liquide gastrique, les aggravations de bronchopneumopathie chronique obstructive [BPCO] ou d'asthme, les infections ou autres problèmes parenchymateux pulmonaires diffus, les maladies neuromusculaires, la dépression du centre de la respiration ou l'extrême fatigue des muscles respiratoires)Nécessité de soulager le travail respiratoire chez les patients en état de choc, en bas débit cardiaque ou souffrant d'un stress myocardique qui doit être diminuéAvant un lavage gastrique en cas de surdosage médicamenteux et d'altération de la conscienceAvant une œsophagoscopie en cas d'hémorragie digestive hauteAvant une bronchoscopie en cas d'état respiratoire marginalAvant un bilan rx en cas d'altération de la conscience, en particulier si une sédation est nécessaire

Source : Rétablissement et contrôle de la perméabilité des voies respiratoires - Réanimation - Édition professionnelle du Manuel MSD (msdmanuals.com)

Annexe 3 : Les critères prédictifs du sevrage de la ventilation mécanique

Tableau 2 Critères de sevrabilité à évaluer au quotidien.

Critères respiratoires

$FiO_2 < 0,5$ ou rapport $PaO_2 / FiO_2 \geq 150$ mmHg

$PEPe \leq 5$ cmH₂O

$(f/Vt \leq 105$ cycles/min/L)^{a,b}

Critères généraux

Absence de sédation ou bon état de vigilance sous sédation légère

Stabilité de l'état cardiovasculaire et absence ou faible doses de vasopresseurs

Toux efficace et absence d'encombrement bronchique notable

FiO_2 : fraction inspirée en oxygène ; PEPe : pression expiratoire positive extrinsèque ; f/Vt : rapport fréquence respiratoire/volume courant expiré.

^a Critère non obligatoire, d'autant moins que la probabilité clinique de succès du sevrage/extubation est élevée.

^b Valeur seuil de 85 cycles/min/L potentiellement plus discriminante chez le BPCO.

Source : [40]

Annexe 4 : Echelle du score de Glasgow

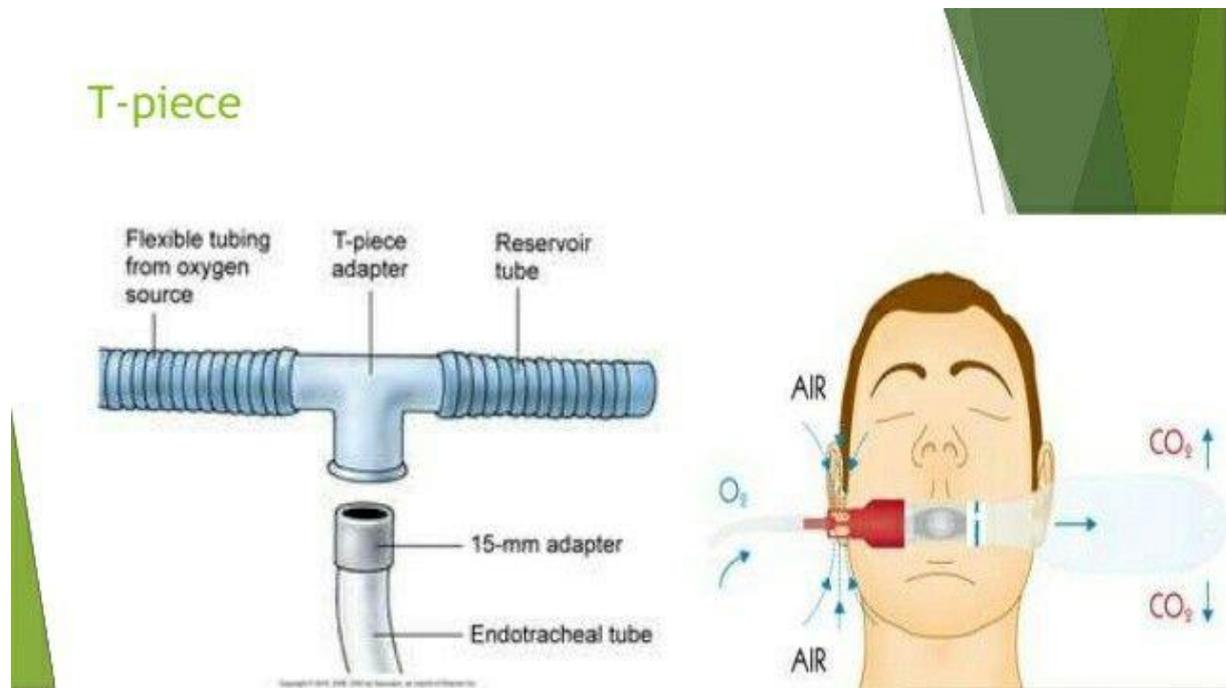
Echelle du score de Glasgow (GCS)

Ouverture des yeux (Y)	Réponse verbale (V)	Réponse motrice (M)
1 - Nulle	1 - Nulle	1 - nulle
2 - A la douleur	2 - Incompréhensible	2 - Extension stéréotypée (rigidité <u>décérébrée</u>)
3 - Au bruit	3 - Inappropriée	3 - Flexion stéréotypée (rigidité de <u>décortication</u>)
4 - Spontanée	4 - Confuse	4 - Evitement
	5 - Normale	5 - Orientée
		6 - Aux ordres

Score de Glasgow = Y + V + M (mini = 3 ; maxi = 15)

Source : [Principales normes à connaître](#)

Annexe 5 : Le tube en T



Source : [\(327\) Pinterest](#)

Annexe 6 : Les signes d'intolérances / signes d'échec du sevrage ventilatoire

Tableau 1 Critères d'échec
Signes généraux <ul style="list-style-type: none">- troubles de la conscience- agitation
Signes d'intolérance <ul style="list-style-type: none">- sueurs, tirage- tachypnée > 35/min- tachycardie > 140/min- hypertension artérielle ou hypotension (variations > 20 % de la valeur de base)
Troubles cardiaques <ul style="list-style-type: none">- extrasystoles auriculaires ou ventriculaires- douleurs angineuses- sous-décalage du segment ST
Gaz du sang <ul style="list-style-type: none">- hypercapnie instable ou mal tolérée (flapping ou $\text{PaCO}_2 > 80 \text{ mmHg}$)- $\text{SpO}_2 < 90 \%$ sous oxygène

Source : [21]

Annexe 7 : Les principaux déterminants physiopathologiques de l'échec de sevrage / extubation

Tableau 1 Principaux déterminants physiopathologiques de l'échec du processus de sevrage/extubation.

Sevrage

Altération de l'échangeur pulmonaire
Inadéquation capacité des muscles respiratoires/charge ventilatoire imposée
Augmentation de la ventilation
Augmentation de la charge élastique ou résistive
Hyperinflation pulmonaire dynamique/auto-PEP
Altération de la commande centrale/dysfonction diaphragmatique
Inadéquation de la réponse cardiovasculaire par dysfonction VG
Variations brutales des conditions de pré-post charge du VG
Ischémie myocardique
Surcharge hydro-sodée/troubles métaboliques/troubles endocriniens
Facteurs psychologiques (patient/médecin)

Extubation

Dysfonction VG
Surcharge hydro-sodée
Obstruction/augmentation des résistances des VAS (œdème/lésions laryngés)
Encombrement bronchique/inefficacité de la toux/troubles de déglutition
Paralysie/dysfonction diaphragmatique
Hypoxémie/atélectasie
Troubles de conscience/encéphalopathie

PEP : pression expiratoire positive ; VG : ventricule gauche ;
VAS : voies aériennes supérieures.

Source : [40]

Annexe 8 : Echelle 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 contrôlée 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:

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi développée par Verhagen et ses collègues au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). Cette liste est basée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items supplémentaires à la liste Delphi (critères 8 et 10 de l'échelle PEDro) ont été inclus dans l'échelle PEDro. Si plus de données empiriques apparaissent, il deviendra éventuellement possible de pondérer certains critères de manière à ce que le score de PEDro reflète l'importance de chacun des items.

L'objectif de l'échelle PEDro est d'aider l'utilisateur de la base de données PEDro à rapidement identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés indexés dans PEDro (c'est-à-dire les essais contrôlés randomisés et les essais cliniques contrôlés, sans précision) qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (critères 10 à 11). Un critère supplémentaire (critère 1) qui est relatif à la validité "externe" (c'est "la généralisabilité" de l'essai ou son "applicabilité") a été retenu dans l'échelle PEDro pour prendre en compte toute la liste Delphi, mais ce critère n'est pas comptabilisé pour calculer le score PEDro cité sur le site Internet de PEDro.

L'échelle PEDro ne doit pas être utilisée pour mesurer la "validité" des conclusions d'une étude. En particulier, nous mettons en garde les utilisateurs de l'échelle PEDro sur le fait que les études qui montrent des effets significatifs du traitement et qui ont un score élevé sur l'échelle PEDro, ne signifie pas nécessairement que le traitement est cliniquement utile. Il faut considérer aussi si la taille de l'effet du traitement est suffisamment grande pour que cela vaille la peine cliniquement d'appliquer le traitement. De même, il faut évaluer si le rapport entre les effets positifs du traitement et ses effets négatifs est favorable. Enfin, la dimension coût/efficacité du traitement est à prendre compte pour effectuer un choix. L'échelle ne devrait pas être utilisée pour comparer la "qualité" des essais réalisés dans différents domaines de la physiothérapie, essentiellement parce qu'il n'est pas possible de satisfaire à tous les items de cette échelle dans certains domaines de la pratique kinésithérapique.

Dernière modification le 21 juin 1999. Traduction française le 1 juillet 2010

Précisions pour l'utilisation de l'échelle PEDro:

- Tous les critères **Les points sont attribués uniquement si le critère est clairement respecté.** Si, lors de la lecture de l'étude, on ne retrouve pas le critère explicitement rédigé, le point ne doit pas être attribué à ce critère.
- Critère 1 Ce critère est respecté si l'article décrit la source de recrutement des sujets et une liste de critères utilisée pour déterminer qui était éligible pour participer à l'étude.
- Critère 2 Une étude est considérée avoir utilisé une *répartition aléatoire* si l'article mentionne que la répartition entre les groupes a été faite au hasard. La méthode précise de répartition aléatoire n'a pas lieu d'être détaillée. Des procédures comme pile ou face ou le lancé de dés sont considérées comme des méthodes de répartition aléatoire. Les procédures quasi-aléatoires, telles que la répartition selon le numéro de dossier hospitalier ou la date de naissance, ou le fait de répartir alternativement les sujets dans les groupes, ne remplissent pas le critère.
- Critère 3 Une *assignation secrète* signifie que la personne qui a déterminé si un sujet répondait aux critères d'inclusion de l'étude ne devait pas, lorsque cette décision a été prise, savoir dans quel groupe le sujet serait admis. Un point est attribué pour ce critère, même s'il n'est pas précisé que l'assignation est secrète, lorsque l'article mentionne que la répartition a été réalisée par enveloppes opaques cachetées ou que la répartition a été réalisée par table de tirage au sort en contactant une personne à distance.
- Critère 4 Au minimum, lors d'études concernant des interventions thérapeutiques, l'article doit décrire au moins une mesure de la gravité de l'affection traitée et au moins une mesure (différente) sur l'un des critères de jugement essentiels en début d'étude. L'évaluateur de l'article doit s'assurer que les résultats des groupes n'ont pas de raison de différer de manière cliniquement significative du seul fait des différences observées au début de l'étude sur les variables pronostiques. Ce critère est respecté, même si les données au début de l'étude ne sont présentées que pour les sujets qui ont terminé l'étude.
- Critères 4, 7-11 Les *critères de jugement* essentiels sont ceux dont les résultats fournissent la principale mesure de l'efficacité (ou du manque d'efficacité) du traitement. Dans la plupart des études, plus d'une variable est utilisée pour mesurer les résultats.
- Critères 5-7 Être "*en aveugle*" signifie que la personne en question (sujet, thérapeute ou évaluateur) ne savait pas dans quel groupe le sujet avait été réparti. De plus, les sujets et les thérapeutes sont considérés être "*en aveugle*" uniquement s'il peut être attendu qu'ils ne sont pas à même de faire la distinction entre les traitements appliqués aux différents groupes. Dans les essais dans lesquels les critères de jugement essentiels sont auto-évalués par le sujet (ex. échelle visuelle analogique, recueil journalier de la douleur), l'évaluateur est considéré être "*en aveugle*" si le sujet l'est aussi.
- Critère 8 Ce critère est respecté uniquement si l'article mentionne explicitement *à la fois* le nombre de sujets initialement répartis dans les groupes *et* le nombre de sujets auprès de qui les mesures ont été obtenues pour les critères de jugement essentiels. Pour les essais dans lesquels les résultats sont mesurés à plusieurs reprises dans le temps, un critère de jugement essentiel doit avoir été mesuré pour plus de 85% des sujets à l'une de ces reprises.
- Critère 9 Une *analyse en intention de traiter* signifie que, lorsque les sujets n'ont pas reçu le traitement (ou n'ont pas suivi l'intervention contrôle) qui leur avait été attribué, et lorsque leurs résultats sont disponibles, l'analyse est effectuée comme si les sujets avaient reçu le traitement (ou avaient suivi l'intervention contrôle) comme attribué. Ce critère est respecté, même sans mention d'une analyse en intention de traiter si l'article mentionne explicitement que tous les sujets ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle comme attribué.
- Critère 10 Une comparaison statistique *intergroupe* implique une comparaison statistique d'un groupe par rapport à un autre. Selon le plan expérimental de l'étude, cela peut impliquer la comparaison de deux traitements ou plus, ou la comparaison d'un traitement avec une intervention contrôle. L'analyse peut être une simple comparaison des résultats mesurés après administration des traitements, ou une comparaison du changement dans un groupe au changement dans un autre (quand une analyse factorielle de variance a été utilisée pour analyser les données, ceci est souvent indiqué sous la forme d'une interaction groupe x temps). La comparaison peut prendre la forme d'un test sous hypothèses (qui produit une valeur "p", décrivant la probabilité que les groupes diffèrent uniquement du fait du hasard) ou prendre la forme d'une estimation (par exemple: différence de moyennes ou de médianes, différence entre proportions, nombre nécessaire de sujets à traiter, risque relatif ou rapport de risque instantané dit "hazard ratio") et de son intervalle de confiance.
- Critère 11 Une *estimation de l'effet* est une mesure de la taille de l'effet du traitement. L'effet du traitement peut être décrit soit par une différence entre les groupes, soit par le résultat au sein (de chacun) de tous les groupes. Les *estimations de la variabilité* incluent les écarts-types, les erreurs standards, les intervalles de confiance, les intervalles interquartiles (ou autres quantiles) et les étendues. Les estimations de l'effet et/ou de la variabilité peuvent être fournies sous forme graphique (par exemple, les écarts-types peuvent être représentés sous forme de barres d'erreurs dans une figure) à la condition expresse que le graphique soit clairement légendé (par exemple, qu'il soit explicite que ces barres d'erreurs représentent des écarts-type ou des erreurs-standard). S'il s'agit de résultats classés par catégories, ce critère est considéré respecté si le nombre de sujets de chaque catégorie est précisé pour chacun des groupes.

Source : [Échelle PEDro - PEDro](#)

Annexe 9 : Tableaux récapitulatifs des études incluses dans la revue

Etude 1 : *Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients : a randomised trial. Cader et al. 2010*

Méthode	Design : Essai clinique randomisé avec allocation cachée et analyse de l'intention de traiter Niveau de preuve : 6 / 10 sur l'échelle PEDro
Participants	<p>Lieu de l'étude : unité de soins intensifs d'un hôpital au Brésil.</p> <p>Conditions de santé : Patients âgées intubés et ayant une VM \geq 48H</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patients \geq 70 ans • VM \geq 48H en mode contrôlé • Intubé en raison d'une insuffisance respiratoire hypoxémique aiguë • Incapable de générer une pression inspiratoire $>$ 20 cmH₂O <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Affection susceptible de compromettre le sevrage (pathologies cardiaques) ou l'entraînement musculaire inspiratoire (neuropathie ou myopathie) • Trachéotomie avant le début du sevrage • Comorbidités neurologique majeure • Obèses morbides • Prise de médicaments susceptibles de provoquer des troubles de l'attention. <p>Taille de l'échantillon : 41 patients</p> <ul style="list-style-type: none"> > Groupe expérimental : 21 > Groupe contrôle : 20 <p>Moyenne d'âge :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Groupe expérimental : 83 ans > Groupe contrôle : 82 ans <p>Sexe : 19 hommes / 22 femmes</p>
Intervention	<p>Durée : du début du sevrage jusqu'à l'extubation</p> <p>Groupe expérimental : soins habituels (cf groupe contrôle) + entraînement musculaire inspiratoire à l'aide d'un dispositif à seuil qui offre une résistance à l'inspiration par une valve unidirectionnelle</p> <p>Début de l'entraînement : passage d'une ventilation contrôlée à une ventilation spontanée</p> <p>Fréquence : 2x/j, 7j/7</p> <p>Entraînement : 5 min +/- O₂ si nécessaire</p> <p>Charge d'entraînement initiale : 30% de la Pimax. Puis augmentation de 10% par jour si toléré par le patient</p> <p>Groupe contrôle : soins habituels qui comprend la modification des paramètres d'assistance ventilatoire (PEEP, FiO₂), de la mobilisation passive et active, des AFE, l'aspiration endotrachéal, le positionnement, l'hyperinflation manuelle et l'instillation saline.</p>
Outcome	<p>Principal : changement de Pimax pendant la période de sevrage</p> <p>Secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temps de sevrage - Indice de Tobin

Etude 2 : *Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures : a randomised trial. Condessa et al. 2013*

Méthode	<p>Design : Essai clinique randomisé avec allocation cachée, évaluation des résultats en aveugle et analyse en intention de traiter</p> <p>Niveau de preuve : 7 / 10 sur l'échelle PEDro</p>
Participants	<p>Lieu de l'étude : unité de soins intensifs de l'hôpital de Clínicas de Porto Alegre, au Brésil.</p> <p>Conditions de santé : Patient recevant une ventilation mécanique</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patients ≥ 18 ans • VM en mode contrôlé ≥ 48H • Patients prêts pour le sevrage : avec une ventilation sous pression entre 12 et 15 cmH₂O et une pression expiratoire finale positive comprise entre 5 et 7 cmH₂O • Hémodynamiquement stables : pas de médicaments vasoactifs • Pas d'agents sédatifs <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypotension • Maladie intracrânienne sévère avec un niveau de conscience insuffisant (Glasgow ≤ 11) • Barotraumatisme • Trachéotomie • Maladie neuromusculaire <p>Taille de l'échantillon : 92 patients</p> <ul style="list-style-type: none"> > Groupe expérimental : 45 > Groupe contrôle : 47 <p>Moyenne d'âge :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Groupe expérimental : 64 ans > Groupe contrôle : 65 ans <p>Sexe : 51 hommes / 41 femmes</p>
Intervention	<p>Durée : jusqu'à l'extubation, la trachéotomie ou le décès du patient.</p> <p>Groupe expérimental : soins habituels (<i>cf groupe contrôle</i>) + entraînement musculaire inspiratoire avec un dispositif à seuil inspiratoire</p> <p>Début de l'entraînement : passage d'une ventilation contrôlée à une ventilation assistée sous pression</p> <p>Fréquence : 2x/j, 7j/7</p> <p>Entraînement : 5 séries de 10 répétitions, avec +/- 02 supplémentaire</p> <p>Charge d'entraînement initiale : 40% de la P_{imax}</p> <p>Groupe contrôle : soins habituels qui comprend de la mobilisation passive à active aidé, la compression thoracique avec relâchement rapide à la fin de l'expiration, l'aspiration endotrachéale et le positionnement du patient.</p>
Outcome	<p>Principal : durée de la période de sevrage de la VM</p> <p>Secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Changement de la force musculaire inspiratoire - Changement du volume courant - Changement de l'indice respiratoire rapide et peu profonde

Etude 3 : Inspiratory muscle training in the intensive care unit : a new perspective. Tonella et al. 2017

Méthode	<p>Design : Essai clinique randomisé Niveau de preuve : 5 / 10 sur l'échelle PEDro</p>
Participants	<p>Lieu de l'étude : intensive care unit of the Clinical Hospital at the State University of Campinas Conditions de santé : Patients trachéotomisés Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patients ≥ 18 ans • Patients trachéotomisés • Sans sédation depuis plus de 24H • Mode de ventilation : contrôlé ou spontané <p>Critères d'exclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lésions du nerf phrénique • Maladie neuromusculaire ou des troubles musculosquelettiques • Nécessité de plus de 1 aspiration par heure • Utilisation de VM à domicile avant hospitalisation <p>Taille de l'échantillon : 21 patients > Groupe expérimental : 10 > Groupe contrôle : 11</p> <p>Moyenne d'âge :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Groupe expérimental : 58 ans > Groupe contrôle : 46,5 ans <p>Sexe : 15 hommes / 4 femmes</p>
Intervention	<p>Durée : jusqu'au sevrage de la VM Groupe expérimental : entraînement musculaire inspiratoire à l'aide d'un dispositif d'entraînement inspiratoire électronique : <i>POWER breathe KH2</i> Fréquence : 2x/j, 7j/7 Entraînement : 3 séries de 10 répétitions avec une minute de repos entre chaque série. Charge résistive initiale : 30% de la Pimax, réajusté quotidiennement avec une augmentation de 10% chaque jour d'entraînement. Groupe contrôle : les patients ont été soumis à un programme de nébulisation intermittente utilisant une pièce en T pendant une durée progressivement croissante, jusqu'à ce qu'ils aient atteint 48H d'autonomie respiratoire sur la nébulisation continue.</p>
Outcome	<p>Principal : Pimax Secondaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indice de respiration superficielle rapide - Durée de la VM - Temps de sevrage total

Etude 4 : Efficacy of respiratory muscle training in weaning of mechanical ventilation in patients with mechanical ventilation for 48 hours or more : a randomized controlled clinical trial. Moreno et al. 2019

Méthode	Design : Essai clinique randomisé, contrôlé, en double aveugle et en groupe parallèle Niveau de preuve :
Participants	<p>Lieu de l'étude : unité de soins intensifs de quatrième niveau relevant d'un établissement de santé de la ville de Cali, en Colombie.</p> <p>Conditions de santé : Patient sous ventilation mécanique ≥ 48H</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patients ≥ 18 ans • Nécessitant une ventilation mécanique ≥ 48 heures • Premier événement nécessitant une VM • PaO₂ ≥ 60 mmHg ; FiO₂ $\leq 0,5$; PEEP ≤ 8 cmH₂O • Score RASS compris entre -1 et 0 • PAM ≥ 60 mmHg, en l'absence de médicament vasopresseur (ou le minimum) <p>Critères d'exclusion : Patient souffrant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'une maladie neuromusculaire progressive • d'une atteinte du SNC • de lésions de la moelle épinière $> T5$ • d'une maladie du squelette thoracique ou rachidien • d'une assistance ventilatoire à domicile avant hospitalisation • de la présence de sécrétions excessives • de femmes enceintes • de patients infectés par des organismes multirésistants. <p>Taille de l'échantillon : 126 patients</p> <ul style="list-style-type: none"> > Groupe expérimental : 62 patients > Groupe contrôle : 64 patients <p>Moyenne d'âge : 57,49 ans</p> <p>Sexe : 71 hommes / 55 femmes</p>
Intervention	<p>Durée : Jusqu'au sevrage de la VM</p> <p>Groupe expérimental : Prise en charge respiratoire conventionnelle (cf. groupe contrôle) + programme de réentraînement des muscles inspiratoire avec une valve unidirectionnelle : <i>Threshold IMT</i></p> <p>Fréquence : 2x/j, 7j/7</p> <p>Entraînement : 3 séries de 6 à 10 répétitions chacune, avec 2 min de repos entre chaque série.</p> <p>Charge d'entraînement initiale : 50% de la Pimax initiale.</p> <p>Groupe contrôle : Prise en charge respiratoire conventionnelle impliquant de la kinésithérapie respiratoire, de la kinésithérapie motrice et la prise en charge de la VM.</p>
Outcome	<p>Principal : sevrage de la VM</p> <p>Secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Force des muscles inspiratoire évalué par la mesure de la Pimax initiale et finale - Fréquence de l'échec du sevrage - Nécessité d'une VM non invasive

Annexe 10 : Grille d'évaluation AMSTAR



AMSTAR – GRILLE D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ MÉTHODOLOGIQUE DES REVUES SYSTÉMATIQUES

AMSTAR : a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews

1. Un plan de recherche établi a priori est-il fourni?

La question de recherche et les critères d'inclusion des études doivent être déterminés avant le début de la revue.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Pour que la réponse soit « oui », il doit y avoir un protocole, l'approbation d'un comité d'éthique ou des objectifs d'étude prédéterminés ou établis a priori.

Commentaire :

2. La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes?

Au moins deux personnes doivent procéder à l'extraction des données de façon indépendante, et une méthode de consensus doit avoir été mise en place pour le règlement des différends.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Deux personnes sélectionnent les études, deux personnes procèdent à l'extraction des données, puis elles se mettent d'accord ou vérifient leur travail respectif.

Commentaire :

Traduction en français : Institut national d'excellence en santé et en services sociaux www.INESSS.qc.ca

Institut national
d'excellence en santé
et en services sociaux
Québec

3. La recherche documentaire était-elle exhaustive?

Au moins deux sources électroniques doivent avoir été utilisées. Le rapport doit comprendre l'horizon temporel de la recherche et les bases de données interrogées (Central, EMBASE et MEDLINE, par exemple). Les mots clés et (ou) les termes MeSH doivent être indiqués et, si possible, la stratégie de recherche complète doit être exposée. Toutes les recherches doivent être complétées par la consultation des tables des matières de revues scientifiques récentes, de revues de la littérature, de manuels, de registres spécialisés ou d'experts dans le domaine étudié et par l'examen des références fournies dans les études répertoriées.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si on a consulté au moins deux sources et eu recours à une stratégie complémentaire, cocher « oui » (Cochrane + Central = deux sources; recherche de la littérature grise = stratégie complémentaire).

Commentaire :

4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion?

Les auteurs doivent indiquer s'ils ont recherché tous les rapports, quel que soit le type de publication, ou s'ils ont exclu des rapports (de leur revue systématique) sur la base du type de publication, de la langue, etc.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si les auteurs indiquent qu'ils ont recherché la littérature grise ou non publiée, cocher « oui ». La base de données SIGLE, les mémoires, les actes de conférences et les registres d'essais sont, en l'occurrence, tous considérés comme de la littérature grise. Si la source renfermait de la littérature grise, mais aussi de la littérature à large diffusion, les auteurs doivent préciser qu'ils recherchaient de la littérature grise ou non publiée.

Commentaire :

5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie?

Une liste des études incluses et exclues doit être fournie.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Il est acceptable de s'en tenir aux études exclues. S'il y a un hyperlien menant à la liste, mais que celui-ci est mort, cocher « non ».

Commentaire :

6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées?

Les données portant sur les sujets qui ont participé aux études originales, les interventions qu'ils ont reçues et les résultats doivent être regroupées, sous forme de tableau, par exemple. L'étendue des données sur les caractéristiques des sujets de toutes les études analysées (âge, race, sexe, données socio-économiques pertinentes, nature, durée et gravité de la maladie, autres maladies, par exemple) doit y figurer.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Ces données ne doivent pas nécessairement être présentées sous forme de tableau, pour autant qu'elles soient conformes aux exigences ci-dessus.

Commentaire :

7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée?

Les méthodes d'évaluation déterminées a priori doivent être indiquées (par exemple, pour les études sur l'efficacité pratique, le choix de n'inclure que les essais cliniques randomisés à double insu avec placebo ou de n'inclure que les études où l'affectation des sujets aux groupes d'étude était dissimulée); pour d'autres types d'études, d'autres critères d'évaluation seront à prendre en considération.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Ici, les auteurs peuvent avoir utilisé un outil ou une grille quelconque pour évaluer la qualité (score de Jadad, évaluation du risque de biais, analyse de sensibilité, etc.) ou peuvent exposer les critères de qualité en indiquant le résultat obtenu pour CHAQUE étude (un simple « faible » ou « élevé » suffit, dans la mesure où l'on sait exactement à quelle étude l'évaluation s'applique; un score général n'est pas acceptable, pas plus qu'une plage de scores pour l'ensemble des études).

Commentaire :

8. La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions?

Les résultats de l'évaluation de la rigueur méthodologique et de la qualité scientifique des études incluses doivent être pris en considération dans l'analyse et les conclusions de la revue, et formulés explicitement dans les recommandations.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Voici une formulation possible : « La faible qualité des études incluses impose la prudence dans l'interprétation des résultats ». On ne peut cocher « oui » à cette question si on a coché « non » à la question 7.

Commentaire :

9. Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées?

Si l'on veut regrouper les résultats des études, il faut effectuer un test d'homogénéité afin de s'assurer qu'elles sont combinables (chi carré ou I^2 , par exemple). S'il y a hétérogénéité, il faut utiliser un modèle d'effets aléatoires et (ou) vérifier si la nature des données cliniques justifie la combinaison (la combinaison est-elle raisonnable?).

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Cocher « oui » si on souligne ou explique la nature hétérogène des données, par exemple si les auteurs expliquent que le regroupement est impossible en raison de l'hétérogénéité ou de la variabilité des interventions.

Commentaire :

10. La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée?

Une évaluation du biais de publication doit comprendre une association d'outils graphiques (diagramme de dispersion des études ou autre test) et (ou) des tests statistiques (test de régression d' Egger, méthode de Hedges et Olkin, par exemple).

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si les auteurs ne fournissent aucun résultat de test ni diagramme de dispersion des études, cocher « non ». Cocher « oui » s'ils expliquent qu'ils n'ont pas pu évaluer le biais de publication, parce qu'ils ont inclus moins de 10 études.

Commentaire :

11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés?

Les sources possibles de soutien doivent être déclarées, tant pour la revue systématique que pour les études qui y sont incluses.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

On ne peut cocher « oui » que si la source de financement ou de soutien de la revue systématique ET de chaque étude incluse est indiquée.

Commentaire :

Appréciation générale

©Shea et al. BMC Medical Research Methodology 2007 7:10 doi:10.1186/1471-2288-7-10.

Les remarques (en Italiques), signées Michelle Weir, Julia Warswick et Carolyn Wayne, rendent compte de conversations avec Bev Shea et (ou) Jeremy Grimshaw qui ont eu lieu en juin et octobre 2008 ainsi qu'en juillet et septembre 2010.

Source : [75]

Résumé

Introduction : L'application de la ventilation mécanique (VM) concerne entre 30 à 50% des patients admis en réanimation. Son utilisation prolongée entraîne l'apparition de nombreuses complications, la plus fréquente est la dysfonction diaphragmatique induite par la VM qui entraîne un prolongement et une difficulté dans le sevrage ventilatoire. L'entraînement des muscles inspirateurs (EMI) est une technique visant à augmenter la force et l'endurance des muscles inspiratoires reconnue chez les patients non ventilés.

Objectif : Le but de cette revue de littérature est donc de connaître les effets de l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients ventilés sur le temps de sevrage de la ventilation mécanique. On s'intéresse également à l'évolution de la force musculaire inspiratoire par l'évaluation de la pression inspiratoire maximale au cours de cet EMI.

Méthodologie de recherche : Les bases de données PubMed, PEDro et Cochrane Library ont été investiguées pour sélectionner des études permettant de répondre à la question clinique. Le modèle PICO et les critères d'inclusion et d'exclusion ont été préalablement établis. Les protocoles devaient appliquer l'EMI et évaluer la durée de sevrage des patients ventilés ainsi que la mesure de la pression inspiratoire maximale pour pouvoir être inclus dans la revue.

Résultats : Quatre essais cliniques randomisés ont été inclus. Les résultats ont montré que l'EMI réduisait de manière significative la durée de sevrage de la VM dans 2 études sur les 4 et qu'il permettait une augmentation de la pression inspiratoire maximale statistiquement significative également dans 2 études sur les 4 incluses. Cependant, certaines études incluses présentent des biais trop importants et des tailles d'échantillons trop faibles pour conclure d'un effet représentatif de l'ensemble de la population.

Conclusion : Les études sur les effets de l'EMI chez les patients ventilés sont encore trop faibles pour conclure d'un effet réellement significatif sur la durée du sevrage de la VM, cependant l'EMI semble prometteur sur l'amélioration de la Pimax des patients ventilés. Des nouvelles recherches sont encore nécessaires pour voir si ces résultats se confirment.

Mots-clés : *sevrage ; ventilation mécanique ; renforcement des muscles inspirateurs.*

Abstract

Introduction: The application of mechanical ventilation (MV) concerns between 30 and 50% of patients admitted to the ICU. Its prolonged use leads to the appearance of numerous complications, the most frequent of which is diaphragmatic dysfunction induced by MV, which leads to prolonged and difficult ventilatory weaning. Inspiratory muscle training (IMT) is a technique to increase the strength and endurance of the inspiratory muscles recognized in non-ventilated patients.

Objective: The aim of this literature review is therefore to know the effects of inspiratory muscle training in ventilated patients on the weaning time of mechanical ventilation. We are also interested in the evolution of the inspiratory muscle strength by evaluating the maximal inspiratory pressure during this IME.

Search Methodology: PubMed, PEDro, and Cochrane Library databases were searched to select studies to answer the clinical question. The PICO model and inclusion/exclusion criteria were established beforehand. Protocols had to apply IME and assess weaning time of ventilated patients as well as maximal inspiratory pressure measurement to be included in the review.

Results: Four randomized clinical trials were included. The results showed that IME significantly reduced VM weaning time in 2 of the 4 studies and provided a statistically significant increase in maximal inspiratory pressure also in 2 of the 4 included studies. However, some of the included studies had too much bias and too small sample sizes to conclude that the effect was representative of the whole population.

Conclusion: The studies on the effects of IME in ventilated patients are still too weak to conclude of a really significant effect on the duration of weaning from MV, however IME seem promising on the improvement of the Pimax of ventilated patients. Further research is still needed to see if these results are confirmed.

Keywords: *Weaning ; mechanical ventilation / assisted ventilation ; training inspiratory muscles / strengthen inspiratory muscles.*