



## Avertissement

Ce document est le fruit d'un long travail et a été validé par l'auteur et son directeur de mémoire en vue de l'obtention de l'UE 28, Unité d'Enseignement intégrée à la formation initiale de masseur kinésithérapeute.

L'IFMK de Nancy n'est pas garant du contenu de ce mémoire mais le met à disposition de la communauté scientifique élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [secretariat@kine-nancy.eu](mailto:secretariat@kine-nancy.eu)

## Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

MINISTÈRE DE LA SANTÉ  
RÉGION GRAND EST  
INSTITUT DE FORMATION LORRAIN DE MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

**QUEL PROTOCOLE PROPOSER SUR LE  
RENFORCEMENT DES MUSCLES INSPIRATOIRES  
DESTINE AUX PATIENTS ATTEINTS DE BPCO  
STADE I OU II ? :**

**Une revue systématique de la littérature**

**Sous la direction de Marine Mervelet**

Mémoire présenté par **Loïc Descieux**,  
Étudiant en 4<sup>ème</sup> année de Masso-  
kinésithérapie en vue de valider l'UE28  
dans le cadre de la formation initiale du  
Diplôme d'État de Masseur-kinésithérapeute

Promotion 2017-2021



UE 28 - MÉMOIRE  
DÉCLARATION SUR L'HONNEUR CONTRE LE PLAGIAT

Je soussigné(e), DESCIEUX Loïc.....

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant le conseil de discipline de l'ILFMK et les tribunaux de la République Française.

Fait à Nancy, le 08/04/2021.....

Signature

## REMERCIEMENTS

Cet ouvrage ne représente pas seulement la fin d'une formation il est aussi la conclusion de l'ensemble d'une vie étudiante et écolière, il me semble donc important de remercier certains acteurs sans qui cette partie de ma vie n'aurait pu être ce qu'elle est.

**Madame Marine Mervelet** : Merci à madame Mervelet pour tout ce qu'elle a pu apporter à ce travail qu'il s'agisse de ses conseils, ses corrections et ses relectures, merci aussi pour son engagement et sa disponibilité tout au long de ce projet

**A ma mère** : Pour tous les sacrifices qu'elle a dû réaliser pour me permettre de réussir, pour son écoute et son soutien à toute épreuve lors de ces nombreuses années

**A mon père** : pour les valeurs et la discipline qu'il a su m'inculquer au travers de mon parcours et de ses actes

**A mes amis** : bien trop nombreux pour les citer, pour leur écoute, leurs conseils, leur soutien et les souvenirs que j'ai pu construire avec eux

**A Roxane, Jean-Rémi et Benjamin** : Une pensée particulière à ces personnes pour leur soutien, leur présence et sans qui ce projet n'aurait pu être achevé

**A monsieur Vincent Ferring** : mon référent qui a su m'accompagner pendant 4 ans, me guider dans ce travail et m'aider à faire de moi le professionnel que je suis

**A l'ensemble de l'équipe de l'ILFMK** : merci à l'ensemble de l'équipe pédagogique et au personnel de l'institut pour ces années d'études, un remerciement particulier à madame Muller qui a permis la réalisation de ce projet

**A la France** : même si ce projet ne pourra jamais assez lui rendre hommage, je remercie mon pays pour tout ce qu'il a fait pour moi et ma famille quand, la patrie reconnaissante, elle les a accueillis à bras ouverts quand ceux-ci ont tout sacrifié pour elle et ses valeurs. Je remercie ce pays sans lequel je ne serai pas qui je suis aujourd'hui et espère un jour en être un digne héritier

## Résumé / Abstract

---

### Quel protocole proposer sur le renforcement des muscles inspiratoires destiné aux patients atteints de BPCO stade I ou II ? : Une revue systématique de la littérature

**Introduction :** La BPCO (Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive) touche près de 3,5 millions de personnes en France. De nombreux traitements peuvent être proposés pour améliorer la qualité de vie des patients. Ils comprennent les traitements pharmacologiques, les programmes d'éducation thérapeutique et de réentraînement musculaire divers allant d'un renforcement global à ciblé. Le renforcement des muscles inspiratoires (RMI) fait partie des traitements proposés aux patients, cependant aucune recommandations claires quant à sa mise en œuvre n'est émise. Ce travail vise à établir s'il existe un protocole de renforcement des muscles inspiratoires « idéal », applicable chez les patients atteints de BPCO stade I ou II.

**Matériel et méthode :** Cette recherche documentaire s'étend de juin 2020 à mai 2021 et inclut des études de 1990 à nos jours. Elle se focalise sur deux bases de données via deux équations de recherche. Les études retenues portent sur des patients atteints au stade I ou II de la maladie et bénéficiant d'un protocole de RMI mesurant la PI max ainsi qu'un autre critère de recherche comme un test de marche de 6 minutes, d'une évaluation de la dyspnée, de données spirométriques, d'une recherche sur la qualité de vie perçue ou de l'observance du traitement.

**Résultats :** Cinq articles ont été retenus par cette revue, il s'agit de 5 essais contrôlés randomisés. Ils ont été explorés via les grilles de lectures CONSORT. A la suite de leur analyse, il nous est possible d'émettre des hypothèses quant à ce protocole.

**Discussion :** De nombreuses autres études ont suggéré des protocoles plausibles et semblent indiquer l'utilité de ces derniers chez les patients cependant, il existe un manque de consensus sur ses modalités d'application et ce quel que soit la gravité de l'atteinte du patient de plus amples études sont nécessaires pour obtenir des recommandations fiables. Il apparaît qu'un protocole se basant sur 3 séances par semaines avec 6 séries de 5 respirations par séance durant 2 mois avec une résistance initiale de 30 % augmentant jusqu'à 60 % de la PI max serait le protocole idéal pour des patients BPCO au stade I ou II.

**Mots clés :** BPCO ; Renforcement des muscles inspiratoires ; Revue systématique

---

### Which protocol for the strengthening of inspiratory muscles intended for patients with stage I or II COPD ? : A systematic review of the literature

**Introduction:** COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) affects nearly 3.5 millions people in France. Many treatments can be offered to improve the quality of life of patients. They include pharmacological treatments, therapeutic education, and muscle re-training programs ranging from global to targeted strengthening. Inspiratory muscle strengthening (RMI) is one of the treatments offered to patients, however, no clear recommendations for its implementation are made. This work aims to establish whether there is an "ideal" inspiratory muscle strengthening protocol applicable in patients with stage I or II COPD.

**Material and method:** This literature search runs from June 2020 to May 2021 and includes studies from 1990 to the present day. It focuses on 2 databases via 2 search equations. The studies selected relate to patients with stage I or II of the disease and benefiting from an RMI protocol measuring the max PI as well as another research criterion, whether it is a walking test of 6 minutes, dyspnea assessment, spirometric data, perceived quality of life research, or treatment adherence.

**Results:** 5 articles were included in this review, these are 5 randomized controlled trials. They were explored via the CONSORT reading grids. Following their analysis, we can hypothesize about this protocol

**Discussion:** Many other studies have suggested plausible protocols and seem to indicate their usefulness in patients, however, there is a lack of consensus on its application modalities regardless of the severity of the patient's involvement. further studies are needed to obtain reliable recommendations. It appears that a protocol based on 3 sessions per week with 6 series of 5 breaths per session for 2 months with initial resistance of 30% increasing up to 60% of the max IP would be the ideal protocol for COPD patients at stage I or II. Keywords: COPD ; Strengthening inspiratory muscles ; Muscle strengthening

**Keywords:** COPD ; Inspiratory muscle training ; Systematic review

## **Sommaire :**

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	1
<b>1.1. Contextualisation</b> .....	1
<b>1.2. Question de recherche</b> .....	2
<b>1.3. Hypothèse de recherche</b> .....	2
<b>1.4. Objectifs de l'étude</b> .....	2
<b>1.5. Prérequis</b> .....	2
1.5.1. La BPCO.....	2
1.5.2. Physiopathologie.....	3
1.5.3. Diagnostic et classification .....	5
1.5.4. Traitements .....	9
1.5.5. Les muscles inspiratoires .....	12
1.5.5.1. Le diaphragme .....	12
1.5.5.2. Les muscles inspireurs accessoires. ....	12
1.5.6. Le renforcement des muscles inspiratoires .....	14
<b>2. MATERIEL ET METHODE</b> .....	16
<b>2.1. Stratégie de recherche</b> .....	16
<b>2.2. Etablissement des équations de recherches</b> .....	16
<b>2.3. Présentation des critères d'inclusion</b> .....	17
<b>2.4. Processus de sélection des articles</b> .....	19
<b>3. RESULTATS</b> .....	21
<b>3.1. Présentation des articles</b> .....	21
<b>3.2. Analyse des articles</b> .....	21
<b>3.3. Extraction des données</b> .....	22
<b>3.4. Description des protocoles</b> .....	26
<b>3.5. Résultats des études</b> .....	31
3.5.1. Critère de recherche principal.....	31
3.5.2. Critères de recherche secondaires.....	32
<b>4. DISCUSSION</b> .....	36
<b>4.1. Interprétation des résultats</b> .....	36
<b>4.2. Références bibliographiques complémentaires</b> .....	38
<b>4.3. Biais et limitations</b> .....	42

4.3.1. Biais et limitation des études incluses .....	42
4.3.2. Biais du projet.....	44
4.3.3. Limitations du projet.....	45
<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>46</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>ANNEXES</b>	

# ABBREVIATIONS

**ATS** : *American Thoracic Society*

**BPCO** : **Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive**

**CV** : **Capacité Vitale**

**CVF** : **Capacité Vitale Forcée**

**DEP** : **Débit Expiratoire de Pointe**

**DIP** : **Débit Inspiratoire de Pointe**

**EFR** : **Exploration de la Fonction Respiratoire**

**EMT** : *Expiratory Muscle Training*

**ERS** : *European Respiratory Society*

**HAS** : **Haute Autorité de Santé**

**IMT** : *Inspiratory Muscle Training*

**MeSH** : *Medical Subject Headings*

**PE max** : **Pression Expiratoire Maximale**

**PI max** : **Pression Inspiratoire Maximale**

**PR** : *Pulmonary Rehabilitation*

**RMI** : **Renforcement des Muscles Inspiratoires**

**RP** : **Réhabilitation Pulmonaire**

**RR** : **Réhabilitation Respiratoire**

**RPM** : *Respiratory Pressure Meter*

**SPLF** : **Société de Pneumologie de Langue Française**

**TDM6** : **Test de Marche de 6 Minutes**

**VEMS** : **Volume Expiratoire Maximal par Seconde**

**VNI** : **Ventilation Non Invasive**

**6MWT** : **6 Minutes Walking Test**



## **1. INTRODUCTION**

### **1.1. Contextualisation**

Ce projet de recherche se concentre sur l'étude du Renforcement des Muscles Inspiratoires (RMI ou IMT). Il s'agit d'une initiation à la recherche de la littérature. Le RMI est une pratique rééducative qui peut être retrouvée dans la réhabilitation pulmonaire ou réhabilitation respiratoire (RP, RR ou PR). Ce programme de PR comprend de nombreux modules dont l'objectif est de répondre aux déficiences et incapacités des patients atteints de BPCO (Bronchopneumopathie Chronique Obstructive) dans une prise en charge globale et pluridisciplinaire (1).

En fonction de la sévérité de l'atteinte, établie grâce à la classification GOLD, des programmes de PR peuvent être mis en place. Ces derniers s'adressent principalement aux patients atteints de BPCO lors des stades sévères à très sévères de la maladie. Cependant, des études montrent leur efficacité sur des patients atteints de formes légères à moyennes et indiquent qu'il faudrait étendre la PR à ces patients (1).

Les modalités des différents traitements proposés lors des programmes de PR sont, pour la majorité, bien détaillés dans les recommandations (1,2).

Néanmoins, concernant les modalités d'utilisation du RMI, les dernières recommandations ne donnent pas d'instructions détaillées que ce soit sur le nombre de répétitions, la durée d'entraînement ou encore la résistance à appliquer (1,2). De même, à ce jour, la Cochrane n'a validé aucun protocole concernant ce type de réentraînement et un projet est en cours de réalisation ce qui peut démontrer l'envie de clarifier et d'harmoniser les modalités de rééducation du RMI (3).

Cette absence de recommandations claires concernant les modalités du RMI et la volonté énoncée des différentes recommandations à prendre en charge des patients aux stades précoces de la maladie ont motivé la mise en place de ce projet.

## **1.2. Question de recherche**

Est-il possible d'établir, à partir d'une recherche dans la littérature, un protocole de renforcement des muscles inspiratoires « idéal », en termes de durée, d'intensité et de fréquence d'entraînement, donnant les meilleurs résultats possibles, applicable chez les patients atteints de BPCO stade I ou II ?

## **1.3. Hypothèse de recherche**

Notre hypothèse de recherche suppose qu'il existe un protocole de RMI fiable et reproductible, permettant une bonne observance et des résultats importants sur le plan fonctionnel des patients BPCO au stade I et II.

## **1.4. Objectifs de l'étude**

L'objectif principal de cette étude est d'établir le protocole qui donne les meilleurs résultats concernant l'augmentation de la P<sub>I</sub>max des patients.

Les objectifs secondaires sont de retrouver dans ce protocole une amélioration de la fonction respiratoire, objectivée par des données spirométriques, de la qualité de vie et des capacités fonctionnelles des patients, un suivi de l'observance adapté au patient, une applicabilité aussi bien en milieu ambulatoire/libéral qu'hospitalier.

## **1.5. Prérequis**

### **1.5.1. La BPCO**

La BPCO est une maladie chronique de l'appareil respiratoire, elle est caractérisée par une obstruction permanente et progressive des voies aériennes (4,5). En France, cette pathologie touchait, en 2020, 3,5 millions de personnes (6). Cette maladie est en particulier causée par le tabagisme qu'il soit actif ou passif, ou par l'exposition à différents polluants contenus dans l'air.

Le coût en santé, pour la prise en charge des patients atteints de BPCO, s'élevait à 3.5 milliards d'euros par an entre 2005 et 2010 selon le ministère de la santé, soit environ 4000€ par an et par patient (7).

Concernant les symptômes de cette maladie, ils sont multiples : nous retrouvons entre autres, une toux chronique, l'apparition d'une dyspnée lors des activités de la vie quotidienne d'aggravation progressive à mesure que la maladie progresse, une fatigue chronique, une hyperproduction de mucus et des expectorations, des difficultés respiratoires, des signes d'hypoxie (8), des infections respiratoires plus fréquentes que la normale. La maladie avançant, le patient peut être atteint de bronchites chroniques et ses poumons peuvent présenter des signes d'emphysème pulmonaire. L'emphysème correspond à un élargissement anormal et permanent des espaces au-delà des bronchioles terminales des poumons s'accompagnant d'une destruction des parois alvéolaires rendant cette zone non fonctionnelle d'un point de vue respiratoire (9). L'apparition des symptômes et leur gravité est progressive (10).

### 1.5.2. Physiopathologie

Ces symptômes sont caractérisés par un syndrome inflammatoire chronique qui accompagne la maladie. Ce syndrome inflammatoire correspond à une réponse inflammatoire anormale à l'exposition aux agressions extérieures (fumées de cigarettes, émanations toxiques ...). Cette inflammation pourrait être en partie due à un terrain génétique et certaines personnes peuvent développer ce syndrome sans exposition aux facteurs de risques (11). Cette inflammation peut avoir des origines multiples. Elle peut être due à un stress oxydatif causé par les muscles du fait de l'exposition aux polluants. Une autre cause possible est un déséquilibre entre hypersécrétion de protéases et hypo-sécrétion d'anti-protéases par certaines cellules pulmonaires et pouvant mener à la destruction de l'élastine du parenchyme pulmonaire étant une des causes du développement de l'emphysème pulmonaire (11). Chez les patients atteints de BPCO, il est possible de remarquer une augmentation anormale des cellules inflammatoires et de leur médiateur dans l'ensemble de l'appareil pulmonaire. Ces médiateurs et cellules de l'inflammation en grand nombre ont pour effet de favoriser ce processus inflammatoire. Ces mécanismes répétés peuvent entraîner le développement de fibrose ainsi que d'un plus grand

nombre de cellules musculaires au niveau des bronches ce qui peut contribuer au développement d'emphysème (11).

La maladie peut aussi connaître des périodes d'aggravation des symptômes respiratoires autrement appelés exacerbations. Une exacerbation d'un patient atteint de BPCO se déclenche lorsque ce dernier est exposé à une bactérie ou un virus ou encore à un polluant extérieur. Elle a pour effet d'aggraver les constrictions bronchiques diminuant alors les capacités d'échanges gazeux du patient. Ce mécanisme peut causer ou aggraver une hypoxémie, augmenter la dyspnée et réduire les capacités respiratoires du patient. Ces atteintes pouvant mener à une hospitalisation d'urgence en service de réanimation du patient (11).

La maladie peut, selon les cas, s'accompagner de faiblesses musculaires qu'il s'agisse des muscles respiratoires ou des muscles périphériques (12). Ces faiblesses musculaires peuvent accompagner une impotence fonctionnelle et avoir un impact sur la qualité de vie des patients. De même, il semble y avoir une corrélation entre gravité de la BPCO et faiblesse des muscles périphériques (13). La pathologie, ainsi que ses conséquences sur le patient, influent sur la fonction et la force des muscles inspiratoires. Par exemple, si le patient présente des déformations thoraciques avec le temps, les changements d'orientation des muscles inspiratoires et expiratoires peuvent altérer leur bon fonctionnement (14). Ces déformations, ainsi que les hyperinflations pulmonaires, agissent aussi sur la force du diaphragme qui, bien que s'adaptant aux forces auxquelles il est soumis, peut s'affaiblir avec le temps (14). De plus, d'autres facteurs interviennent dans l'affaiblissement des structures musculaires, qu'il s'agisse du stress oxydatif plus important retrouvé dans cette pathologie ou de l'hypersecretion des protéases.

Même si, dans un premier temps, l'ensemble de ces structures musculaires semblent s'adapter à ces nouvelles contraintes et compenser leurs conséquences sur le patient, l'augmentation en nombre et gravité des symptômes ainsi que de l'âge des patients va mener à une inefficacité croissante des structures musculaires à compenser les déficits respiratoires (14). Il est possible de citer une hyperinflation pulmonaire devenue trop importante pour une fonction musculaire efficace ou alors une altération de la structure des corps musculaires du fait des

contraintes et remodelages constants telle qu'elle va engendrer une faiblesse de plus en plus importante de ces muscles (14).

Il est aussi à noter que l'augmentation de la dyspnée chez les patients engendre elle aussi, un déconditionnement à l'effort global, ce qui participe aussi à ces phénomènes de faiblesse musculaire (14).

### 1.5.3. Diagnostic et classification

Le diagnostic de la maladie peut être fait de façon fortuite à l'issue d'une consultation médicale pour une bronchite chronique ou lors d'un épisode d'exacerbation. De même, s'ils constatent, lors d'une autre prise en charge pour un autre motif, que le patient présente différents symptômes de la maladie, d'autres professionnels de santé peuvent être amenés à orienter le patient vers son médecin traitant qui pourra diriger le patient vers un spécialiste qui pourra poser le diagnostic (4,5).

Le diagnostic consiste alors en la réalisation d'une exploration fonctionnelle respiratoire (EFR) via spirométrie dans le but de mettre en évidence un trouble obstructif. En l'absence d'autres comorbidités ou d'un âge trop avancé, le patient sera diagnostiqué BPCO s'il présente un rapport de Tiffeneau VEMS/CVF (volume expiratoire maximal en une seconde sur capacité vitale fonctionnelle) inférieur à 70% de la valeur prédite théorique après prise de bronchodilatateurs. Un score de Tiffeneau inférieur à 70 % de la valeur prédite, après cette prise, permettra de caractériser le caractère obstructif de l'atteinte du patient. L'emploi de bronchodilatateur permet de caractériser l'irréversibilité de l'obstruction et d'éliminer d'autres atteintes par des maladies comme l'asthme par exemple (15). L'EFR permet aussi de rechercher les capacités inspiratoires et expiratoires du patient ainsi que les volumes mobilisables par rapport à sa capacité pulmonaire totale (4,5). Une fois le diagnostic posé, différentes échelles et scores sont utilisés pour déterminer la gravité et l'avancée de la pathologie. L'EFR peut être complété par d'autres examens : par exemple, une épreuve d'effort qui permet d'attester de l'importance de la dyspnée du patient en suivant sa consommation d'oxygène à l'effort via la  $VO_2$  max.

La classification GOLD permet de classer la sévérité de l'atteinte en 4 stades de léger à très sévère selon le VEMS du patient. Il est cependant à noter que la corrélation entre les symptômes, les déficiences fonctionnelles et la diminution du VEMS n'est pas toujours retrouvée (11).

**Tableau I :** échelle de classement GOLD de la BPCO (4)

Patients ayant un score de Tiffeneau < à 0.70	
Stade de la pathologie	Critère d'atteinte
Stade I léger	VEMS $\geq$ 80 % de la valeur prédite
Stade II modéré	50 % $\leq$ VEMS < 80 % de la valeur prédite
Stade III sévère	30 % $\leq$ VEMS < 50 % de la valeur prédite
Stade IV très sévère	VEMS < 30 % de la valeur prédite Ou VEMS < 50 % de la valeur prédite avec insuffisance respiratoire chronique

De même, l'importance de la dyspnée du patient est elle aussi évaluée via, entre autres, l'échelle mMRC (Tab. II) ou encore le questionnaire d'évaluation de la qualité de vie « *St George respiratory questionnaire* » (11). Le « CAT » (Fig. 1) ou *COPD assessment test* est aussi, un questionnaire permettant d'évaluer l'impact de la maladie sur la qualité de vie du patient. Le score limitant pour caractériser un impact pour le patient est  $\leq 10$ . Ces évaluations permettent de mieux prendre en compte l'impact de la maladie sur sa vie quotidienne et permet donc d'évaluer la qualité de vie (11).

**Tableau II :** échelle d'évaluation de la dyspnée mMRC (traduction) (11).

mMRC stade 0	Je ne suis essoufflé que pour des exercices soutenus	Oui/non
mMRC stade 1	Je suis essoufflé quand je me dépêche sur un niveau plat ou en montant un colline	Oui/non

mMRC stade 2	Je marche moins vite que les gens de mon âge à plat ou je dois m'arrêter quand je marche à mon pas à plat	Oui/non
mMRC stade 3	Je m'arrête pour respirer après 100 m ou après quelques minutes à plat	Oui/non
mMRC stade 4	Je suis trop essoufflé pour quitter mon domicile ou je suis essoufflé rien qu'à m'habiller ou me déshabiller	Oui/non

**CAT™ ASSESSMENT**

For each item below, place a mark (x) in the box that best describes you currently.  
Be sure to only select one response for each question.

EXAMPLE: I am very happy	0	1	2	3	4	5	I am very sad	SCORE
I never cough	0	1	2	3	4	5	I cough all the time	
I have no phlegm (mucus) in my chest at all	0	1	2	3	4	5	My chest is completely full of phlegm (mucus)	
My chest does not feel tight at all	0	1	2	3	4	5	My chest feels very tight	
When I walk up a hill or one flight of stairs I am not breathless	0	1	2	3	4	5	When I walk up a hill or one flight of stairs I am very breathless	
I am not limited doing any activities at home	0	1	2	3	4	5	I am very limited doing activities at home	
I am confident leaving my home despite my lung condition	0	1	2	3	4	5	I am not at all confident leaving my home because of my lung condition	
I sleep soundly	0	1	2	3	4	5	I don't sleep soundly because of my lung condition	
I have lots of energy	0	1	2	3	4	5	I have no energy at all	

Reference: Jones et al. ERJ 2009; 34 (3); 648-54.  
FIGURE 2 3

TOTAL SCORE:

Figure 1 : CAT assessment test (11)

Ces scores permettent alors de classer les patients selon leur risque de présenter des exacerbations via le « *ABCD assessment tool* » (Fig. 2) ce qui peut là aussi permettre d'orienter la prise en charge (11). En fonction de sa catégorie, il sera possible d'évaluer les symptômes et le risque d'hospitalisation à court terme d'un patient. L'importance des symptômes vont de la

catégorie A (peu de risque d'hospitalisation et peu de symptômes), B (peu de risque d'hospitalisation et symptômes importants), C (risque d'hospitalisation important et peu de symptômes) et D (risque d'hospitalisation important et symptômes importants) le nombre d'exacerbations dans l'année est lui aussi pris en compte, au-delà de 2 (ou de 1 menant à une hospitalisation) le patient sera catégorisé C ou D (Tab. III) (16).

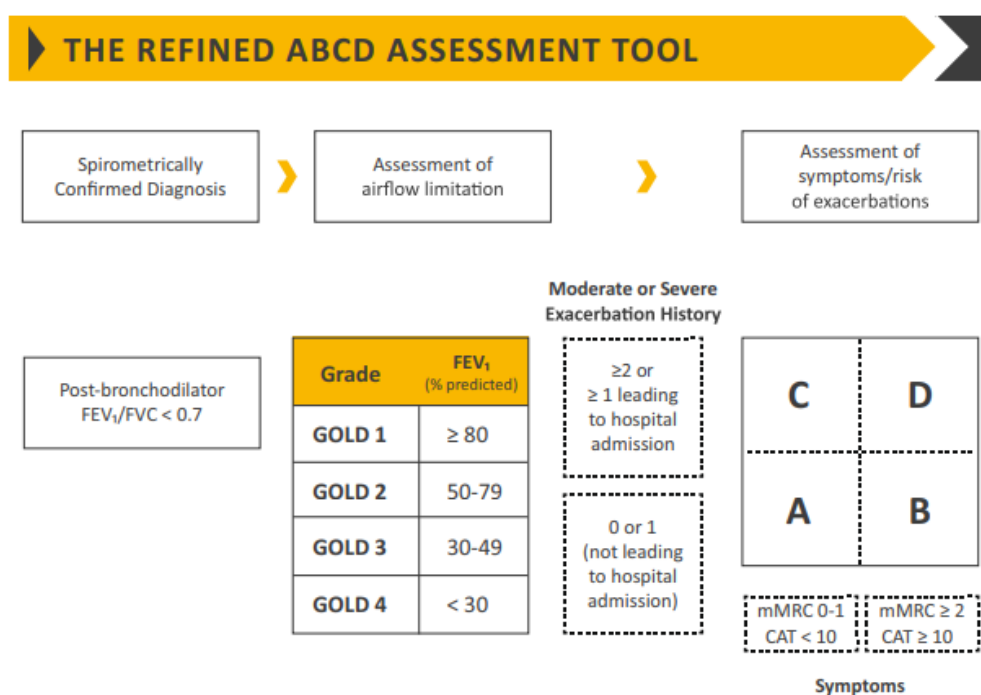


Figure 2 : ABCD assessment tool (11)

**Tableau III :** interprétation du ABCD assessment tool (11)

Catégorie d'atteintes	Caractéristique	Classification GOLD	Nombre d'exacerbation dans l'année	Score mMRC	Score CAT
A	Peu de risque d'hospitalisation et peu de symptômes	1 ou 2	≤ 1	0-1	< 10
B	Peu de risque d'hospitalisation et	1 ou 2	≤ 1	≥ 2	≥ 10



	symptômes importants				
C	Risque d'hospitalisation important et peu de symptômes	3 ou 4	$\geq 2$	0-1	$< 10$
D	Risque d'hospitalisation important et symptômes importants	3 ou 4	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 10$

#### 1.5.4. Traitements

Concernant les traitements des patients atteints de BPCO, ils visent à ralentir l'évolution de la maladie chez le patient et donc le déclin de ses fonctions respiratoires. Le premier traitement à mettre en place consiste à stopper l'exposition à tout facteur de risque auquel la personne peut être exposée et en particulier un sevrage tabagique (17). L'éducation thérapeutique des patients à la réduction et cessation de l'exposition aux facteurs de risques ainsi que l'information sur leur maladie et son évolution constituent, elles aussi, un traitement à part entière (11). Cette éducation, en plus de responsabiliser et d'impliquer le patient dans son traitement, permet aussi à ce dernier de détecter les signes avant-coureurs des exacerbations et donc lui permet de bénéficier d'une prise en charge plus précoce.

A propos des autres traitements qu'il est possible de mettre en place, ceux-ci sont fonction de la gravité de l'atteinte et des besoins des patients.

Un programme de soin personnalisé et en autonomie peut être proposé au patient. Dans le but de réduire le nombre d'hospitalisations pour exacerbation chez ces patients (1).

Nous pouvons citer les traitements pharmacologiques recommandés par la Haute Autorité de Santé (HAS) et soumis à prescription médicale, dont le rôle consiste en l'amélioration des symptômes et de leurs limitations fonctionnelles (17,18). En l'absence de dyspnée majeure ou d'exacerbation, l'utilisation de bronchodilatateurs de courte durée d'action peut être suffisante. Si le patient présente une dyspnée quotidienne, deux bronchodilatateurs de longue durée d'action peuvent être proposés au patient. Lors des exacerbations ces bronchodilatateurs peuvent être utilisés en concours avec des corticostéroïdes inhalés (17). La vaccination, en particulier antigrippale, est fortement conseillée pour réduire la morbidité des patients (17).

Des traitements non pharmacologiques sont aussi mis en place. La promotion de la pratique d'une activité physique en est un exemple (17).

Chez les patients présentant une hypoxie importante ou lors d'une période d'exacerbation, l'utilisation de l'oxygénothérapie de courte durée lors des exacerbations ou de longue durée pour les patients souffrant de désaturation chronique peut être proposée. Ce traitement présente de nombreux avantages, il améliore l'espérance de vie des patients, lorsque ceux-ci bénéficient d'une oxygénothérapie supérieure à quinze heures par jour (17). Il a un impact positif sur la qualité de vie et la tolérance à l'effort. L'indication de l'oxygénothérapie de longue durée est indiquée chez les patients ayant des facteurs de risques importants ou des PaO<sub>2</sub> faibles (moins de 55 mmHg) (17).

L'emploi de ventilation non invasive (VNI) est elle aussi, indiquée pour des patients présentant de nombreuses exacerbations ou en cas d'échec du sevrage de ventilation mécanique à la suite d'un épisode d'exacerbation aiguë (17). La VNI permet, en premier lieu, de réguler la capnie des patients. Elle assure une mise au repos des muscles respiratoires, ainsi qu'une reprogrammation des centres respiratoires, une amélioration de la qualité du sommeil. Enfin, la VNI permet de bonifier la qualité de vie des patients à distance des exacerbations (19).

Avec l'avancée de la maladie, d'autres traitements de soutien peuvent être adjoints à ceux déjà existants. Par exemple, un suivi psychologique (11).

Parmi les protocoles de traitements possibles, le patient peut se voir intégré dans un programme de réhabilitation respiratoire. Cela correspond à un programme global de prise en charge des pathologies respiratoires chroniques, l'hypertension pulmonaire, les pathologies neuromusculaires, l'asthme, les cancers et transplantations du poumon ou encore la prise en charge de la BPCO (1). Ces programmes de PR, sont prescrits à des patients atteints de stades sévères à très sévères de BPCO. Mais des études montrent aussi son efficacité sur des patients atteints de formes légères à moyennes (1). La PR est indiquée chez les patients ayant souffert d'un épisode d'exacerbation et des conséquences de son hospitalisation, le plus souvent en service de réanimation, avec un impact négatif sur les capacités fonctionnelles et physiques du patient des différents traitements inhérents à cette situation (sédation profonde, ventilation mécanique) (1). La PR permettrait en effet, d'accélérer et d'améliorer la récupération post-hospitalisation et post-exacerbation du patient et dont les troubles dus à ces dernières peuvent durer plusieurs mois (1,17).

Comme la PR permet l'amélioration de la tolérance à l'exercice, de la force des muscles squelettiques ou encore la qualité de vie générale ressentie par le patient, certains auteurs proposent même sa mise en place dès cette phase de réanimation (1).

La durée d'un programme de PR ne fait pour le moment, pas consensus, mais les premiers effets bénéfiques semblent intervenir à partir de huit semaines de programme. Une grande partie des programmes décrits se fait sur une base de douze semaines de PR à raison de deux à trois jours de travail par semaine, avec une équipe pluridisciplinaire. Pour être efficace, la PR doit être personnalisée et adaptée à chaque patient et repose donc sur un bilan complet du patient avant son intégration au programme (1).

Le programme de PR comprend différents modules de travail musculaire (1). Ils portent sur le réentraînement musculaire en lien avec les limitations fonctionnelles du patient. Elles peuvent être respiratoires, cardiaques ou dues au déconditionnement déjà présent du patient. Ces modules ont pour but d'améliorer la fonction musculaire globale et les fonctions cardiorespiratoires des patients atteints de BPCO.

Ce module comprend différents exercices :

- Le renforcement musculaire en endurance (1),
- Le renforcement musculaire analytique contre résistance,
- Un travail postural (1).

### 1.5.5. Les muscles inspiratoires

#### 1.5.5.1. *Le diaphragme*

Il s'agit du muscle inspireur principal. Il est considéré comme le générateur du flux inspiratoire en créant une dépression lors de l'inspiration. Lors d'une respiration spontanée, chez le sujet sain, le diaphragme effectue la quasi-totalité de la mobilisation des volumes (20,21). Il est en effet responsable à lui seul de 80 % de la mobilisation de ces volumes (22). Lors d'inspirations plus importantes ou en cas de déficit de force du diaphragme, les muscles inspireurs accessoires vont entrer en jeu pour majorer ou suppléer le travail du diaphragme et agiront comme des générateurs de pressions (20).

Il est innervé par les nerfs phréniques droits et gauches d'origine radiculaire C4. Il est inséré des trois premières vertèbres lombaires, aux six dernières côtes ainsi que sur le processus xyphoïde par différents piliers et arcades. Il se termine sur le centre phrénique, nappe tendineuse centrale et voie de passage de structures vasculo-nerveuses et digestives majeures. Il ferme, avec les chefs musculaires, la partie inférieure de la cage thoracique. Le diaphragme est un muscle centré sur l'inspiration, par son action d'abaissement des côtes et la création d'une dépression intrathoracique (23).

#### 1.5.5.2. *Les muscles inspireurs accessoires.*

Ces muscles bien qu'ayant d'autres fonctions, permettent de venir compléter/suppléer le diaphragme dans son action inspiratoire. Il est possible de citer :

- Les muscles infra-hyoïdiens, deux muscles (sterno-hyoïdien et sternothyroïdien) innervés par le nerf C2 insérés sur l'os hyoïde ou le cartilage thyroïde et se terminant sur la partie supérieure et antérieure de la cage thoracique (23).
- Les scalènes antérieurs, moyens et postérieurs, trois muscles innervés par les nerfs C5, C6, C7 et C8 selon les muscles. Ils s'insèrent jusqu'aux processus transverses des vertèbres C2 à C7 et se terminent sur la 1<sup>ère</sup> ou la 2<sup>ème</sup> côte (23).
- Le sterno-cléido-occipito-mastoïdien (SCOM), innervé par la paire XI des nerfs crâniens. Il est inséré sur la ligne nucale supérieure et le processus mastoïde et se termine sur le tiers médial de la clavicule ou la face antérieure du manubrium sternal selon les chefs (23).
- Le grand pectoral, innervé par les racines C5, C6 et C7 du nerf pectoral latéral. Il s'insère en trois chefs sur les deux tiers médiaux de la face antérieure de la clavicule, la face antérieure du manubrium sternal et des deux premières côtes et la face antérieure du corps sternal et des arcs costaux 3 à 6 et se termine par un tendon commun sur la lèvre latérale du sillon bicipital à la face antérieure de l'humérus (23).
- Le petit pectoral, innervé par la racine C8 et T1 via le nerf pectoral médial. Il s'insère sur la face antérieure des côtes 3, 4 et 5 et se termine sur l'angle supéro-latéral du processus coracoïde (23).
- Le subclavier innervé par la racine C5 via le nerf du subclavier. Il s'insère de la face inférieure de la partie moyenne de la clavicule et se termine sur la face supérieure de la 1<sup>ère</sup> côte (23).
- Le dentelé antérieur, innervé par les racines C5 et C6 via le nerf thoracique long. Il s'insère en trois chefs sur les bords latéraux des 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> côtes ainsi que la face externe de la 2<sup>ème</sup> à la 10<sup>ème</sup> côte et se termine sur l'ensemble de la face partie médiale de la face antérieure de la scapula (23).
- Les muscles intercostaux externes, innervés par les nerfs intercostaux correspondants, et ils s'insèrent du bord inférieur d'une côte au bord supérieur d'une côte sous-jacente à leur face externe (23).
- Le dentelé postéro-supérieur, innervé par les quatre premiers nerfs intercostaux. Il s'insère sur les épineuses de C7 à T3 et se termine sur les côtes 2 à 5 (23).

Chez les patients atteints de BPCO, la cinématique respiratoire peut être perturbée, par exemple, avec des adaptations respiratoires « anormales », paradoxales qui se développent au fur et à mesure chez ces patients (24). Du fait de ces compensations, de la faiblesse du diaphragme ou de la dyspnée que cette cinématique peut induire, le patient aura tendance à recruter de façon plus importante ces muscles accessoires (21,24).

#### 1.5.6. Le renforcement des muscles inspiratoires

Le RMI est proposé aux patients si une faiblesse de ces derniers est retrouvée et que l'équipe de soins estime sa mise en place nécessaire. Il correspond à un renforcement spécifique des muscles inspiratoires qui, avec l'avancée de la maladie, peuvent être déficitaires. En effet, les capacités du patient à générer d'importantes pressions inspiratoires ne semblent pas s'améliorer de façon importante avec un réentraînement musculaire « classique » d'où la nécessité de proposer ce traitement à ces patients (1).

La pression inspiratoire maximale (PI max) est mesurée lors d'un EFR, ou avec l'utilisation d'un « respiratory pressure meter » ou « RPM » portatif (25). La norme de la PI max dépend du sexe et de l'âge du patient, elle est globalement de 100 cmH<sub>2</sub>O pour l'homme et de 70 cmH<sub>2</sub>O pour la femme (26). Il est possible de considérer une faiblesse de ces muscles inspiratoires si la PI max est inférieure à 80 cmH<sub>2</sub>O chez l'homme et inférieure à 60 cmH<sub>2</sub>O chez la femme (25). Un patient ayant une valeur de PI max inférieure à celle-ci est donc un possible patient à qui le renforcement des muscles inspiratoires peut bénéficier.

Le renforcement des muscles inspiratoires se fait par voie instrumentale. Il s'agit d'un entraînement avec résistance réglable à l'inspiration. Il faut l'adapter aux capacités du patient. Selon les modèles, cette résistance peut être mécanique, en réglant la tension d'un ressort, ou électronique, en fixant la valeur souhaitée. Elle peut prendre la forme d'une pression en cmH<sub>2</sub>O ou d'un débit, dont la valeur sera fixée à la suite d'un EFR en utilisant l'instrument (25,27).

Le masseur-kinésithérapeute formé est tout à fait habilité à réaliser ce type de réentraînement en suivant les recommandations du médecin aussi bien en milieu salarié qu'en milieu libéral (4,28,29).

Il est possible de réaliser un travail :

- **Contre une résistance constante à un débit**, qui sera défini au préalable par l'équipe de soin, le patient inspire au travers d'un orifice de taille déterminée. C'est l'intensité de l'inspiration du patient qui module la difficulté de l'exercice. Plus le patient inspire fort et longtemps, plus l'exercice sera difficile. Des instruments comme le Pflex® (30) sont utilisés pour ce type de renforcement et bien qu'ayant des résultats similaires aux autres instruments, et restant abordables financièrement, il nécessite des mesures précises des débits en amont pour s'assurer de correspondre au besoin du patient et il est aussi nécessaire que le patient comprenne le fonctionnement de l'appareil (30). Ces contraintes rendent plus difficiles la surveillance des patients et l'éventuelle modulation à posteriori des contraintes de travail, en nécessitant par exemple un retour en milieu hospitalier fréquent pour réaliser en laboratoire les ajustements voulus (30).
- **Contre une résistance à une pression** prédéfinie par l'équipe médicale au moyen d'une aide instrumentale. Le plus utilisé est le threshold IMT ® qui consiste en un appareil à résistance réglable par la tension d'un ressort (31). Il est proposé par différents fabricants et propose une résistance réglable de 9 à 41 cmH<sub>2</sub>O et peut être réglé tous les 2 cmH<sub>2</sub>O (32). C'est un instrument fiable et reproductible (33), son prix reste relativement abordable avec, selon les fournisseurs, des tarifs entre 30 et 40 €. D'autres instruments utilisant ce principe peuvent être retrouvés chez certains modèles de PowerBreath®. Ce dernier propose aussi une gamme d'appareils avec affichage et réglage de la résistance électronique pouvant aller de 5 à 200 cmH<sub>2</sub>O et permettant une meilleure surveillance des exercices et de la progression des patients (34). Cependant les prix de ces modèles électroniques sont encore assez élevés allant de 280 € pour les premiers modèles, à plus de 1200 € pour un appareil professionnel, ce qui limite donc son utilisation.

Comme il a déjà été dit, il n'existe pas, pour le moment, de protocole défini concernant la mise en place du RMI chez les patients BPCO (1,2).

## **2. MATERIEL ET METHODE**

### **2.1. Stratégie de recherche**

La stratégie de recherche a débuté en juin 2020, avec les recherches de documentations existantes sur le RMI, que ce soit sur le site de le HAS, de la Société de Pneumologie de Langue Française (SPLF), de l'American Thoracic Society (ATS), de l'European Respiratory Society (ERS) et de la Cochrane. Ces recherches se sont aussi étendues à la description de la BPCO en tant que telle, les différentes recommandations de traitements existants pour cette dernière ainsi que les différents niveaux de preuve sur ces derniers. Au fur et à mesure de l'avancée de nos recherches, d'autres articles sont venus s'ajouter à ceux précédemment retenus.

Concernant notre revue systématique, nous avons choisi de nous concentrer sur les bases de données MELDINE depuis PubMed et PEDro. Nous avons établi une restriction de recherche à 1990. L'objectif étant de conserver un nombre d'articles conséquent sans pour autant prendre en compte des références trop anciennes dont certaines auraient pu être reprises dans les articles plus récents.

Au vu de nos objectifs de recherches, nous avons aussi choisi d'exclure toutes les revues systématiques qui auraient pu correspondre à nos critères de recherche. L'objectif étant à la fois de faciliter les analyses de résultats en ayant un seul et même protocole par étude et non une multitude, ce qui aurait complexifié l'interprétation. De plus, cela nous évite de réemployer des stratégies d'analyses déjà présentes dans ces revues et qui fausseraient donc possiblement nos conclusions.

### **2.2. Etablissement des équations de recherches**

Les mots clés des équations de recherches ont été élaborés en anglais à partir du thésaurus MeSH depuis PubMed. Différents mots clés ont alors été utilisés :

- Inspiratory muscle training, inspiratory muscle strengthening, diaphragm strengthening, diaphragm training



- COPD
- IMT threshold

Les opérateurs booléens « AND » et « OR » ont été utilisés pour construire ces équations de recherches et les recherches ont été effectuées sur Pubmed et PEDro, en retirant les opérateurs booléens, au moyen de la fonction « advanced search ».

Les équations élaborées ont été les suivantes :

- inspiratory muscle training AND COPD AND IMT threshold ((inspiratory muscle training) AND (COPD)) AND (IMT threshold)
- COPD AND (inspiratory muscle training OR « diaphragm strengthening » OR « diaphragm training »)

Les recherches ont été effectuées en même temps et ont débuté le 10 août 2020 pour se poursuivre jusqu'à la présentation de ce travail au moment de la soutenance.

### **2.3. Présentation des critères d'inclusion**

Concernant nos critères d'inclusion, nous avons choisi de nous concentrer sur :

- Des patients atteints de BPCO stade I et II :
  - Bien que de nombreuses études et recommandations portent sur des sujets atteints de stades III et IV, les recommandations de l'ATS indiquent un intérêt à étendre l'ensemble de la réhabilitation pulmonaire et donc le RMI aux patients de tout stade pour ainsi améliorer l'impact de ces programmes sur le long terme et donc une meilleure qualité de vie chez les patients (1).
  - Le choix de sélectionner uniquement des stades précoces est donc motivé par l'envie d'explorer plus en profondeur ces catégories de patients.
  - L'intérêt de la prise en charge précoce de ces patients du point de vue de la prévention secondaire et/ou tertiaire constitue aussi un autre facteur motivant cette recherche. Une prise en charge dès les premiers symptômes des patients permettrait de ralentir les effets de la maladie sur leur qualité de vie et leurs capacités fonctionnelles (35).

- Des patients majeurs (plus de 18 ans)

Les articles doivent aussi comprendre notre critère de jugement principal et au moins un de nos critères de jugement secondaire décrits ci-après.

- La recherche de notre **critère principal la PI max**. C'est en effet l'un des moyens fiables pour évaluer la force des muscles inspiratoires et caractériser une éventuelle faiblesse de ces derniers (11). C'est aussi le critère utilisé pour régler les résistances des instruments de RMI
- Comprendre une comparaison avec au moins un de **nos critères secondaires** :
  - o Des recherches de données spirométriques et en particulier du VEMS : ces variables étant utilisées pour caractériser la gravité de l'atteinte patient et donc apporter des informations sur un bénéfice ou non du RMI sur l'évolution de la maladie
  - o Le test de marche de 6 minutes (TDM6, 6MWT) : ce test permettant de montrer une amélioration des capacités fonctionnelles du patient
  - o Un questionnaire de qualité de vie comme le St George : qui pourrait attester d'éventuels bénéfices du RMI sur la qualité de vie ou le bien-être des patients
  - o Une mesure de la dyspnée : elle permet de mesurer la gravité de l'atteinte du patient et caractérise aussi ses limitations fonctionnelles, une amélioration de ce paramètre indiquerait donc un bénéfice de l'emploi du RMI pour le patient
  - o Une mesure de l'observance du traitement : le protocole que nous cherchons à établir devant être utilisable aussi bien en structure qu'en milieu libéral, le patient doit pouvoir réaliser ses exercices au moins en partie en autonomie. Il est donc important que ce protocole montre une bonne observance chez les patients.

En effet, la seule augmentation de la PI max, bien qu'étant une variable corrélée avec la dyspnée et les capacités fonctionnelles (36), ne peut, peut-être, pas se traduire à elle seule par une amélioration réelle des capacités physiques et physiologiques des patients. Il paraît donc nécessaire d'utiliser d'autres points de comparaison tout aussi importants pour objectiver l'efficacité des protocoles.

- Comporter une étude ou une comparaison comprenant l'utilisation de l'instrument de renforcement contre une résistance mécanique par ressort (type IMT threshold ® ou Powerbreath Medic ®). Il s'agit des appareils les plus souvent retrouvés dans les études et recommandations. Son faible coût permet d'envisager une utilisation plus globale du RMI si sa pratique venait prendre de l'importance chez les patients atteints de BPCO

La première équation a permis d'obtenir 41 résultats pour en retenir 2 après le processus de sélection. La seconde équation a permis d'obtenir 405 résultats pour en retenir 3 après le processus de sélection et de suppression des doublons.

#### **2.4. Processus de sélection des articles**

Les différents articles retenus pour cette étude l'ont été après un processus de sélection progressif. Différents critères d'inclusion et de non-inclusion ont été employés pour retenir ces articles.

**La première étape de sélection** s'est faite via la lecture du titre des différents articles. Cette dernière a permis de rejeter rapidement les documents ne correspondant manifestement pas à notre sujet de recherche. Les critères d'inclusion de cette étape sont laissés larges pour ne pas exclure d'éventuels articles sur un titre « vague » ou « peu évocateur », des études pouvant traiter du sujet sans l'explicitier dans leur titre. Nous nous sommes concentrés sur des titres comportant, entre autres, tout ou une partie des termes suivants : COPD, Chronic Airflow Obstructions, Chronic Obstructive Pulmonary Diseases, inspiratory muscle training, pulmonary rehabilitation, respiratory muscle training, thoracic muscle training

**La deuxième étape de sélection** comprend la lecture ainsi que l'élimination des doublons retrouvés. D'autres critères d'inclusion et de non-inclusion sont ajoutés pour affiner les recherches, les résumés des articles offrant plus de matière et permettant donc une meilleure analyse des articles. Nous recherchons en particulier dans ces résumés : des précisions dans les patients inclus et leur pathologie, des descriptions des protocoles utilisés, le nombre de patients inclus, les résultats retrouvés ainsi que des conclusions sur les protocoles employés. Les articles devaient indiquer étudier le RMI dans une partie de leur protocole.

**La troisième étape de sélection** comprend la lecture complète des articles pour s'assurer qu'ils correspondent au sujet de recherche et que les différents critères d'inclusion sont présents pour les sélectionner pour ce travail. Nous conservons les mêmes critères à l'exception près, que les articles retenus devaient présenter la mesure d'au moins un autre critère d'évaluation en plus de la PI max.

Les critères d'inclusion et de non-inclusion des articles pour les différentes étapes de sélection sont résumés dans le tableau ci-dessous (Tab. IV).

**Tableau IV :** critères d'inclusion et de non-inclusion des étapes de sélection

Critères d'inclusion	Critères de non-inclusion
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patient BPCO stade I et/ou II</li> <li>- Population étudiée de plus de 18 ans</li> <li>- Article en français et/ou anglais</li> <li>- Présence d'un threshold dans l'expérimentation</li> <li>- Présence d'un protocole traitant du renforcement des muscles inspiratoires</li> <li>- Ayant pour critère d'évaluation la PImax</li> <li>- Présentant l'évaluation d'au moins un critère de recherche supplémentaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Article ne concernant pas la BPCO uniquement</li> <li>- Revues de littérature</li> <li>- Article en langue étrangère (hors anglais)</li> <li>- Concernant des patients atteints de stade BPCO III et/ou IV</li> </ul>

### 2.1. Présentation des diagrammes de flux

Les articles ainsi retenus sont représentés selon les diagrammes de flux en fonction de l'équation de recherche utilisée, disponibles en ANNEXES (ANNEXE I et II).

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Présentation des articles

Nous avons retenu cinq articles à l'issue du processus de sélection, il s'agit de cinq essais contrôlés randomisés publiés entre 2013 à 2019. Ces articles sont tous disponibles intégralement en anglais et l'un d'entre eux possède une version intégrale en français. Le titre des articles ainsi que leurs auteurs sont présentés ci-après :

- **Sørensen D et al** (37) : « *Adherence to home-based inspiratory muscle training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease* »
- **Heydari A et al** (38) : « *Comparing Inspiratory Resistive Muscle Training with Incentive Spirometry on Rehabilitation of COPD Patients* »
- **Mehani SHM** (39) : « *Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease* »
- **Tout R et al** (40) : « *The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients* »
- **Cutrim ALC et al** (41) : « *Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial* »

#### 3.2. Analyse des articles

Les articles ont été évalués selon les lignes directrices CONSORT (42), les critères HAS (43) et le « Risk of bias tool » de la Cochrane collaboration (44). Chacun des articles dispose d'un score PEDro préalablement établi par le site et dans revue avec un impact factor connu. Nous nous sommes basés sur ces données pour estimer le niveau de preuve et le risque de biais de chacune des études. Les fiches de lecture des articles sont disponibles en ANNEXE (ANNEXE III).

Les résultats de ces lectures sont détaillés dans le tableau suivant (Tab. V).

**Tableau V** : résumé de l'analyse des articles

Nom de l'article	Type d'étude	Revue	Score PEDro	Niveau de preuve et Grade	Risque de Biais	Facteur d'impact
Sørensen D et al 2018	Essai contrôlé randomisé	Applied Nursing Research	4/10	Grade B ou 2	Fort	1.612
Heydari A et al 2015	Essai contrôlé randomisé	Applied Nursing Research	4/10	Grade B ou 2	Fort	1.612
Mehani SHM 2017	Essai contrôlé randomisé	Clinical Interventions in Aging	6/10	Grade B ou 2	Fort	3.023
Tout R et al 2013	Essai Contrôlé randomisé	Annals of Physical and Rehabilitation Medicine	3/10	Grade B ou 2	Fort	3.657
Cutrim ALC et al 2019	Essai contrôlé randomisé	Respiratory Physiology & Neurobiology	7/10	Grade B ou 2	Fort	1.591

### 3.3. Extraction des données

Concernant la population étudiée, pour deux études (37, 40), il s'agit de patients atteints de BPCO au stades I ou II. Pour les trois autres (38, 39, 41), nous retrouvons des patients de stade II. Les patients inclus sont âgés de 50 à 73 ans avec une proportion homme/femme variable selon les études. Mehani SHM (39) étudie uniquement des sujets masculins, trois autres (37, 38, 41) s'intéressent à une population majoritairement masculine et Tout R et al (40), à une population à dominance féminine.

Le nombre de patients retenus diffère dans les études et reste modeste. Il va de 22 patients pour Cutrim ALC *et al* (41) à 50 pour Mehani SHM (39). Le recrutement de ces patients diffère lui aussi. Un recrutement sur la base du volontariat pour Heydari A *et al* et Mehani SHM (38,39). A la suite d'une enquête chez des patients tabagiques et ex-tabagiques pour Tout R *et al* (40). Après la réalisation d'un programme de PR pour Sørensen D *et al* et Cutrim ALC *et al* (37,41).

En plus de s'intéresser à des patients atteints de stade I et/ou II de BPCO, chaque étude présente d'autres critères qui lui sont spécifiques. Tout R *et al*, recherchent des patients ne présentant pas d'amélioration du VEMS supérieure à 15 % après prise de bronchodilatateurs avec un âge compris entre 45 et 75 ans (40). Sørensen D *et al*, recherchent pour leur part, des patients ayant participé à un programme de PR, ayant accès à internet et ayant une PImax inférieure à la valeur prédite théorique (37). Mehani SHM s'intéresse en plus à des patients âgés de 50 à 60 ans et n'ayant pas eu d'infections pulmonaires dans les deux mois précédant l'étude (39). Heydari A *et al* recherchaient en plus des patients bénéficiant de bronchodilatateurs de longue durée (38). Cutrim ALC *et al* s'intéressent à des patients sans insuffisance cardiaque, une faiblesse de la PImax avérée et des patients cliniquement stables avec un traitement pharmacologique inchangé depuis au moins un mois avant l'étude (41).

Concernant les critères de non-inclusion, ils restent globalement similaires sur l'absence de pathologies ou d'infections cardiaques ou pulmonaires. L'absence de pathologie neuromusculaire est aussi un critère commun à l'exception de Heydari A *et al* et Cutrim ALC *et al*. Cependant, chaque étude reprend, là aussi, ses propres critères. Tout R *et al* excluent les patients ayant bénéficié d'une opération cardiaque ou pulmonaire même ancienne, d'oxygénothérapie ou de corticoïdes au moment de l'étude (40). Sørensen D *et al* rejettent en plus les patients souffrant de troubles cognitifs, neurologiques ou orthopédiques (37). Mehani SHM exclut les patients de stade III et IV, ceux bénéficiant d'oxygénothérapie ou faisant de la rétention de CO<sub>2</sub>, les patients ayant bénéficié de corticoïdes ou stéroïdes anabolisants dans les trois mois précédant l'étude, présentant une hypertension artérielle pulmonaire ou des troubles cognitifs (39). Cutrim *et al* n'ont pas retenu les patients présentant du diabète, une hypertension artérielle, des pathologies rhumatismales, des pathologies dégénératives, des déficits cognitifs ou ayant des séquelles neurologiques importantes (41).

Enfin, à propos des critères de jugements utilisés dans les études :

**Sørensen D *et al*** (37) ont :

- Pour critère principal :
  - L'évaluation du nombre de séances réalisées
- Les critères de jugement secondaires la recherche
  - De la PI max

- De la résistance appliquée au threshold
- De la distance au 6MWT.

**Tout R et al** (40) mesurent, entre autres, comme critères :

- Le changement du VEMS
- Le score au questionnaire de St George
- La distance au 6MWT
- La dyspnée
- La mesure de la PI max

**Mehani SHM** (39) s'intéresse, entre autres, à la modification

- Du VEMS
- La CVF (capacité vitale forcée)
- De la PI max

**Heydari A et al** (38) recherchent en partie des changements dans :

- La CVF
- Le VEMS
- La capacité ventilatoire maximale
- La PI max

**Cutrim ALC** (41) recherchent :

- Pour les critères de jugement principaux en partie
  - La mesure de la PI max et PE max
  - La mesure du VEMS, de la CV, du score de Tiffeneau
- Pour les critères de jugement secondaires en particulier
  - La mesure de la distance au 6 MWT

Il est à noter que seul Sørensen D et Cutrim ALC présentent des critères de jugement principaux et secondaires (37).

Pour des facilités de lecture, les caractéristiques énoncées sont détaillées et regroupées dans un tableau (Tab. VI) résumé ci-dessous :



**Tableau VI :** résumé des caractéristiques des articles sélectionnés

Auteur	Nombre de patients	Critères d'inclusion	Critère de non-inclusion	Critères de jugements
Sørensen D et al	47	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients atteints de BPCO légère à modérée ayant reçu une prescription de RP</li> <li>- Accès internet disponible à domicile et moyen électronique à disposition</li> <li>- Volonté de participer à l'étude</li> <li>- PI max égale ou inférieure à la valeur prédite pour un patient donné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Troubles cognitifs</li> <li>- Troubles neurologiques</li> <li>- Troubles neuromusculaires</li> <li>- Troubles orthopédiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Critère principal : l'évaluation du nombre de séances réalisées</li> <li>- Critère de succès : la complétion d'au moins 70 % du total des séances.</li> <li>Critères de jugement secondaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- PI max</li> <li>- Résistance appliquée au threshold</li> <li>- Distance au 6MWT.</li> </ul> </li> </ul>
Tout R et al	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Patients atteints de BPCO coopérant Diagnostiqués cliniquement et par spirométrie grade I ou II selon les critères GOLD</li> <li>-Présentant un 50 % &lt; VEMS &lt; 80 % de la valeur prédite ou théorique a` l'examen spirométrique.</li> <li>-Présentant une amélioration du VEMS &lt; à 15 % après prise de bronchodilatateurs</li> <li>-Entre 45 et 75 ans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence d'une insuffisance cardiaque ou pathologie cardiaque associée</li> <li>- Présence d'une opération cardiaque ou pulmonaire même ancienne</li> <li>- Patient bénéficiant d'oxygénothérapie ou de prise de corticoïdes</li> <li>- Pathologies neuromusculaires associées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VEMS</li> <li>- DEP et DIP</li> <li>- Score au questionnaire de St George</li> <li>- Distance au 6MWT</li> <li>-Fréquence cardiaque de repos</li> <li>- Dyspnée</li> <li>- Fatigue des membres inférieurs après l'effort</li> <li>- Changements dans les mesures radiographiques de l'angle costo-diaphragmatique,</li> <li>- Mesure de la PI max et PE max</li> </ul>
Mehani SHM	50	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Patients atteints de BPCO stade II</li> <li>-Age entre 50 et 60 ans</li> <li>-Pas d'infections pulmonaires dans les 2 mois précédents l'étude</li> <li>-Pas de participation à un programme de PR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BPCO au stade III ou supérieur</li> <li>- Infection thoracique dans les 2 derniers mois</li> <li>- Insuffisance respiratoire chronique nécessitant une supplémentation en O<sub>2</sub></li> <li>- Rétention de CO<sub>2</sub></li> <li>- Utilisation de corticoïdes ou stéroïdes anabolisants dans les 3 mois précédents l'étude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CVF</li> <li>- VEMS</li> <li>- Score de Tiffeneau</li> <li>- Écart du VEMS et de la capacité vitale par rapport à la valeur théorique</li> <li>- PI max</li> <li>- PE max</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pathologie cardiaque</li> <li>- Troubles neurologiques ou musculosquelettiques</li> <li>- Hypertension artérielle pulmonaire</li> <li>-Trouble cognitif pouvant altérer la compliance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saturation, de la pression partielle en O<sub>2</sub> et en CO<sub>2</sub>, des bicarbonates et du pH</li> </ul>
Heydari A et al	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients atteints de BPCO au stade II</li> <li>- Utilisation de bronchodilatateurs de longue durée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence de maladie cardiaque</li> <li>Présence d'une infection pulmonaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CVF</li> <li>- VEMS</li> <li>- DEP</li> <li>- Capacité ventilatoire maximale</li> <li>- PI max</li> <li>- Volume courant</li> <li>- Fréquence respiratoire</li> </ul>
Cutrim ALC et al	22	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients atteints de BPCO sans insuffisance cardiaque ou HTAP</li> <li>- Faiblesse des muscles respiratoires avérée : (PImax &lt; à 70 % de la valeur prédite)</li> <li>- Patients cliniquement stables avec traitement pharmacologique inchangé depuis au moins 1 mois.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients présentant des limitations fonctionnelles importantes (comme un IDM de moins de 3 mois)</li> <li>- Patients présentant du diabète ou de l'HTA</li> <li>- Patients avec une pathologie cardiaque non stabilisée</li> <li>- Pathologies respiratoires aiguës</li> <li>- Pathologie rhumatismale</li> <li>- Pathologie dégénérative</li> <li>- Déficit cognitif</li> <li>- Patients avec des séquelles neurologiques importantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Critères de jugement principaux : PI max et PE max</li> <li>VEMS, CV</li> <li>Score de Tiffeneau</li> <li>Fonction cardiaque via ECG</li> <li>- Critères de jugement secondaires : Pression artérielle</li> <li>Distance au 6 MWT</li> </ul>

### 3.4. Description des protocoles

Concernant les protocoles des études retenues, ils ne s'intéressent pas aux mêmes objectifs et en conséquence, ils sont très différents les uns des autres qu'il s'agisse de leur durée, de leurs modalités de réalisation et d'intervention, du nombre de groupes étudiés, du nombre de patients par groupe et de la présence d'un groupe « contrôle » ou non.

L'étude de Mehani SHM indique aussi, pour cause de manque de moyens, la nécessité de mettre en place un protocole différent de celui initialement désiré. Ce qui impacte aussi le déroulement de l'étude (39).

Il est aussi à noter que trois études indiquent suivre les recommandations de la Déclaration d'Helsinki (37,39,41) et que quatre d'entre elles sont approuvées par une comité d'éthique (37–39,41). Seule l'étude de Tout R *et al* n'aborde pas ces points (40).

Les modalités de travail employées sont elles aussi très différentes, Tout R *et al* se concentrent sur un protocole de deux séances de bilan, quatorze séances de travail en supervision à raison de deux séances par semaine pendant huit semaines (40). Sørensen D *et al* ont choisi un protocole de deux séances par jour pendant douze semaines entièrement à domicile (37). Mehani SHM utilise un protocole de 24 séances au total à raison trois séances supervisées par semaine pendant deux mois (39). Heydari A *et al* ont choisi un protocole de 32 sessions réparties en quatre séries de deux séances par semaine, une partie en supervision et une partie à domicile durant quatre semaines. Cutrim ALC proposent un protocole réalisé en structure de 36 séances à raison de trois séances par semaine durant douze semaines

A propos du choix de résistance à appliquer lors du protocole, chaque étude a fait un choix différent :

- Pour Sørensen D *et al*, la résistance appliquée correspond à celle maximale tolérée par le patient avec une modulation de plus ou moins 2 cmH<sub>2</sub>O entre les séances versus 30 % de la PI max pour le groupe « contrôle »
- Pour Tout R *et al*, la résistance passe progressivement de 30% de la PI max à 60 % de la PI max
- Pour Mehani SHM, la résistance commence à 15% de la PI max et augmente de 5 à 10 % par semaine jusque 60 % de la PI max
- Pour Heydari A *et al*, la résistance commence à 40 % de la PImax et augmente de 5 à 10 % par semaine jusqu'à 60 % de la PI max
- Pour Cutrim ALC *et al*, la résistance est fixée à 30 % de la PI max

Au vu des différences dans la réalisation de ces études, il paraît plus opportun de décrire les protocoles étude par étude dans un tableau dédié (Tab. VII) :

**Tableau VII :** description détaillée des protocoles des études

Auteurs, article et année de publication	Description du protocole
<p>Sørensen D et al, 2018 <i>Adherence to home-based inspiratory muscle training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease</i></p>	<p><u>Aveugle</u> : double aveugle : patients aveugles sur le protocole et examinateurs aveugles (mécanisme non précisé)</p> <p><u>Allocation des patients</u> : randomisation des patients via mécanisme non précisé</p> <p><u>Objectifs de l'étude</u> : Evaluer l'adhérence des patients à une programme d'IMT à domicile en utilisant un instrument threshold IMT</p> <p><u>Durée du protocole</u> : 12 semaines avec 2 séances quotidiennes</p> <p><u>Nombre de groupes et nombre de patients ayant terminé l'étude par groupes</u> : 2 groupes, (36 patients au début de l'étude)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : 12 patients</li> <li>- Groupe 2 : 15 patients</li> </ul> <p><u>Perdus de vue et abandons</u> : 9 abandons en tout</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : 5 patients : 1 exacerbation nécessitant hospitalisation</li> <li>- Groupe 2 : 4 patients : 1 complexité d'utilisation de l'appareil, 1 maux de têtes</li> </ul> <p>4 car protocoles trop chronophages (2 par groupe), 2 perdus de vue (1 par groupe)</p> <p><u>Modalités</u> :</p> <p>A domicile sauf pour les mesures initiales et finales</p> <p>Instructions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entraînement 2 fois par jour matin et soir</li> <li>- 30 respirations par sessions</li> <li>- Renseigner les sessions effectuées selon les modalités indiquées</li> </ul> <p>A la fin du protocole de recherche, réponse à une enquête sur l'observance des protocoles à domicile (facultatif)</p> <p>Description des groupes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : feedback <ul style="list-style-type: none"> <li>o PI à la résistance maximale tolérée</li> <li>o Auto-évaluation, <u>via logiciel informatique avec feedback</u>, de l'effort respiratoire perçu à chaque fin de session effectuée via une échelle de Borg numérique (objectif être entre 3 et 7)</li> <li>o A partir de l'autoévaluation, réévaluation automatique de la nouvelle résistance pour la session suivante : si score &lt; 4 le patient est incité à augmenter la résistance de 2 cmH<sub>2</sub>O ; si le score est &gt; 7 le patient est incité à diminuer la résistance de 2 cmH<sub>2</sub>O</li> </ul> </li> <li>- Groupe 2 : non feedback <ul style="list-style-type: none"> <li>o PI fixée à 30 % de la P<sub>Imax</sub></li> <li>o Auto-évaluation, <u>sur papier sans feedback</u>, de la difficulté sur une échelle de Borg et leur séances journalières</li> <li>o Pas d'instructions de changement de résistances</li> </ul> </li> </ul>
<p>Tout R et al, 2013 <i>The effects of respiratory muscle training</i></p>	<p><u>Aveugle</u> : simple aveugle : patient aveugle sur les autres protocoles mais même examinateur</p> <p><u>Allocation des patients</u> : randomisation par ordre d'arrivée en consultation</p>

<p><i>on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients</i></p>	<p><b>Objectifs de l'étude :</b> Evaluer les effets sur l'augmentation des capacités fonctionnelles des muscles respiratoires, l'amélioration des conditions mécaniques diaphragmatiques, l'augmentation de la capacité à l'effort</p> <p><b>Durée du protocole :</b> 8 semaines avec 2 séances par semaines</p> <p><b>Nombre de groupes et nombre de patients par groupes :</b> 4 groupes, (40 patients au début de l'étude)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : 10 patients</li> <li>- Groupe 2 : 10 patients</li> <li>- Groupe 3 : 10 patients</li> <li>- Groupe 4 : 10 patients</li> </ul> <p><b>Perdus de vue et abandons :</b> pas de perdus de vue signalés</p> <p><b>Modalités :</b></p> <p>En structure pour l'ensemble du protocole</p> <p>Un protocole commun</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AFE (augmentation du flux expiratoire) et ELTEGOL (expiration lente totale à glotte ouverte en latérocubitus)</li> <li>- Rééducation diaphragmatique</li> <li>- Entraînement des membres inférieurs (via vélo et tapis de marche)</li> <li>- Programme de soutien psychologique</li> <li>- Education à l'arrêt du tabac pour les sujets fumeurs</li> </ul> <p>Des protocoles spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Groupe 1 :</b> 8 à 10 cycles de 2 (puis 3) minutes de renforcement des muscles inspiratoires par Threshold IMT ® par séances</li> <li>- <b>Groupe 2 :</b> 8 à 10 cycles de 2 (puis 3) minutes de renforcement des muscles expiratoires par Threshold PEP ® par séances</li> <li>- <b>Groupe 3 :</b> 4 à 5 cycles de 2 (puis 3) minutes de renforcement des muscles inspiratoires par Threshold IMT ® et des muscles expiratoires par Threshold PEP ® par séances (4 à 5 pour chaque dispositif)</li> <li>- <b>Groupe 4 :</b> uniquement le protocole commun</li> </ul> <p>La charge de la résistance pour les groupes 1 à 3 est de 30 % de leur résistance maximale puis passe à 60 %, au fur et à mesure de l'étude le temps de travail passe de 20 à 30 minutes</p>
<p>Mehani SHM, 2017 <i>Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease</i></p>	<p><b>Aveugle :</b> simple aveugle : patient aveugles et collecte de données effectuée par un examinateur extérieur à l'étude et ignorant le protocole réalisé pour le patient (cependant thérapeutes communs aux deux groupes)</p> <p><b>Allocation des patients :</b> randomisation via enveloppes fermées et opaques</p> <p><b>Objectifs de l'étude :</b> comparer les effets de l'IMT et de l'EMT chez des hommes âgés atteints de BPCO modérée</p> <p><b>Durée du protocole :</b> 2 mois avec 3 séances par semaine</p> <p><b>Nombre de groupes et nombre de patients par groupes :</b> 2 groupes, (50 patients au début de l'étude)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : 20 patients</li> <li>- Groupe 2 : 20 patients</li> </ul> <p><b>Perdus de vue et abandons :</b> 10 abandons en tout</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : 5 patients</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 2 : 5 patients</li> </ul> <p>6 pour difficultés de transport, 4 pour exacerbation due à une infection bactérienne (répartition non précisée)</p> <p><u>Modalités :</u></p> <p>En structure pour l'ensemble du protocole</p> <p>Groupe 1 : IMT</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 sessions de 5 respirations profondes à travers l'appareil par sessions</li> <li>- Résistance à 15 % de la PI max avec augmentation de 5 à 10 % de la résistance par semaine jusqu'à 60 %</li> <li>- Placebo d'EMT avec 7 cmH<sub>2</sub>O de résistance</li> <li>- PI max réévaluée chaque semaine pour ajuster les résistances</li> </ul> <p>Groupe 2 : EMT (renforcement des muscles expiratoires)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 sessions de 5 respirations profondes à travers l'appareil par sessions</li> <li>- Résistance à 15 % de la PE max avec augmentation de 5 à 10 % de la résistance par semaine jusqu'à 60 %</li> <li>- Placebo d'IMT avec 7 cmH<sub>2</sub>O de résistance</li> </ul> <p>PE max réévaluée chaque semaine pour ajuster les résistances</p>
<p>Heydari A et al, 2015</p> <p><i>Comparing Inspiratory Resistive Muscle Training with Incentive Spirometry on Rehabilitation of COPD Patients</i></p>	<p><u>Aveugle :</u> pas de notion d'aveugle énoncée</p> <p><u>Allocation des patients :</u> randomisation des patients (mécanisme non précisé)</p> <p><u>Objectifs de l'étude :</u> Etudier les effets de la spirométrie incitative sur la RP chez les patients atteints de BPCO et de comparer son efficacité avec l'IMT en utilisant le Powerbreath</p> <p><u>Durée du protocole :</u> 4 semaines avec 8 séances par semaines</p> <p><u>Nombre de groupes et nombre de patients par groupes :</u></p> <p>2 groupes (30 patients au début de l'étude)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : 15 patients</li> <li>- Groupe 2 : 15 patients</li> </ul> <p><u>Perdus de vue et abandons :</u> pas de perdu de vue signalé</p> <p><u>Modalités :</u></p> <p>4 séances à domicile et 4 séances sous la supervision d'une infirmière chaque semaine</p> <p>Groupe 1 : IMT</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 40 % de la PI max pour une semaine</li> <li>- Augmentation de 5 à 10 % de la PI initiale par sessions jusqu'à 60 % de la PI max du patient à la semaine 4</li> </ul> <p>Groupe 2 : spirométrie incitative : Via exercices volumétriques, protocole :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expiration normale au début du protocole</li> <li>- Le patient place l'embout autour de sa bouche et s'assure qu'il n'y a pas de fuite</li> <li>- Inspiration maximale</li> <li>- Souffle retenu durant 3 secondes</li> </ul>
<p>Cutrim ALC et al, 2019</p> <p><i>Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance</i></p>	<p><u>Aveugle :</u> simple aveugle patients aveugles et examinateurs aveugles (mais thérapeutes commun pour les patients)</p> <p><u>Allocation des patients :</u> randomisation via programme informatique et assignation par une personne ne participant pas aux évaluations</p> <p><u>Objectifs de l'étude :</u> Evaluer les effets de l'IMT sur la fonction respiratoire, la tolérance à l'exercice et les fonctions du SNA chez les sujets atteints de BPCO</p>

<i>in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial</i>	<u>Durée du protocole</u> : 12 semaines avec 3 séances par semaines (week-end exclus)
	<u>Nombre de groupes et nombre de patients par groupes</u> :
	2 groupes (22 participants au début de l'étude) - Groupe 1 : 11 participants - Groupe 2 : 11 participants
	<u>Perdus de vue et abandons</u> : pas de perdus de vue signalé
	<u>Modalités</u> :
	En structure pour l'ensemble du protocole  Groupe 1 : contrôle - Même protocole que le groupe 2 mais sans résistance durant toute l'étude  Groupe 2 : intervention - Utilisation du PowerBreath à 30 % de leur P <sub>I</sub> max - Position d'exercice : assis sur une chaise confortable o 30 minutes d'entraînement par sessions à 15 à 20 cycles respirations par minutes en VDAD (ventilation dirigée abdomino-diaphragmatique) o Toutes les séances devaient être réalisées au environs de la même heure (8-11 h)

### 3.5. Résultats des études

Les études présentent des résultats répondant à leurs critères et objectifs initiaux. Ces derniers sont tous documentés via des tableaux récapitulatifs et/ou des graphiques plus ou moins exhaustifs. Toutes les études présentent la significativité ou non de leurs résultats ainsi qu'une comparaison avant et après protocole pour chaque groupe et des comparaisons inter-groupes.

Une étude a réalisé une comparaison à moitié de protocole (38).

#### 3.5.1. Critère de recherche principal

**Concernant notre critère de recherche principal**, toutes les études indiquent une augmentation significative, avant-après protocole, de **la PI max** dans tous les groupes ayant bénéficié d'un protocole de RMI utilisant l'IMT threshold ou le Powerbreath, à l'exception du groupe « contrôle » /sans feedback de l'étude de Sørensen *D et al* qui montre une amélioration mais non significative (37).

Toutes les études indiquent aussi une augmentation significativement plus importante de la PI max dans les groupes proposant du RMI par rapport aux groupes contrôles ou à d'autres protocoles.

### 3.5.2. Critères de recherche secondaires.

#### - **Le 6MWT :**

Quatre des cinq études ont étudié ce critère. Et trois études montrent une amélioration significative de la distance effectuée par les patients ayant effectué du RMI à l'issue du programme. Les études indiquent aussi que cette augmentation est significativement plus importante que pour les autres groupes de leurs études (37,39,40). L'étude de Cutrim A.LC *et al* énonce une augmentation non significative de la distance au test mais signale que ce manque de significativité peut être dû à la petite taille de leur échantillon (41).

Il est aussi intéressant de noter que l'étude de Tout R *et al* ne montre pas d'augmentation significative dans le groupe IMT + EMT (40).

#### - **Le questionnaire de St George :**

Seul Tout R *et al.* ont évalué ce critère, ils montrent une diminution significative au score du questionnaire, traduisant une amélioration de la qualité de vie perçue, dans les groupes ayant effectué le RMI. Cette étude montre aussi une diminution significative du score dans les autres groupes étudiés (40).

#### - **L'étude du VEMS :**

Quatre études ont recherché ce paramètre, trois d'entre elles montrent une augmentation significative du VEMS avant et après protocole chez les groupes présentant du RMI (38–40). Il faut cependant préciser que Heydari *et al* présentent aussi une amélioration significative pour le groupe « spirométrie incitative » (38). Mehani SMF montre quant à lui, une augmentation significative du VEMS dans son groupe EMT. Il est aussi à noter que l'augmentation du VEMS



dans le groupe IMT ne s'accompagne pas d'une augmentation significative du score de Tiffeneau au contraire du groupe EMT (39). Cutrim *et al* ne montrent quant à eux, pas de différence significative du VEMS avant et après le protocole par rapport au groupe contrôle (41).

- **La mesure de la dyspnée.**

Seule l'étude de Tout R *et al* a analysé cette variable, l'étude montre une amélioration significative de la sensation de dyspnée après l'effort dans le groupe ayant bénéficié du RMI ainsi que dans les autres groupes étudiés (40).

- **L'observance du traitement.**

Là aussi, seule l'étude de Sørensen D *et al* prend en compte ce paramètre. Ils montrent une observance significativement plus élevée par rapport au groupe contrôle. L'observance globale sur le nombre de séances pour le groupe testé avec feedback est de 87 % de séances réalisées. Il est à noter que bien que moindre, le groupe contrôle sans feedback présente tout de même une observance de 67 % (37).

D'autres critères sont intéressants à observer. La présence d'abandons ou de perte de vue dans les études peut, selon les causes, indiquer un manque d'observance ou de volonté du patient à continuer le protocole de soin. :

- Sur les neuf abandons de l'étude de Sørensen D *et al*, quatre ont donné pour raison un protocole trop chronophage, ces abandons sont répartis aussi bien dans le groupe contrôle que dans le groupe d'intérêt (37).
- Dans l'étude de Mehani SHM, six des dix patients ayant abandonné ont exprimé comme cause, des difficultés de transport jusqu'à la structure (39).

Nous constatons que toutes les études ne présentent pas de groupe contrôle à proprement parler, seuls Tout R *et al* et Cutrim *et al* ont fait le choix d'en utiliser. Les autres études préférant la comparaison de différents protocoles, ce qui peut impacter l'analyse des résultats exprimés par les études.

Pour des facilités de lecture, les résultats globaux des différentes études sont présentés dans un tableau dédié (Tab. VIII)

**Tableau VIII** : description des résultats globaux des études

Auteurs, article et année de publication	Description des résultats
<p>Sørensen D et al, 2018 <i>Adherence to home-based inspiratory muscle training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease</i></p>	<p><u>Conclusions générale</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les résultats de l'étude indiquent que le protocole avec feedback automatique apporte une amélioration au niveau de la force des muscles inspiratoires, les capacités fonctionnelles matérialisé par le 6MWT ainsi que de l'observance des patients</li> </ul> <p><u>Résultats détaillés</u> :</p> <p>Critère de succès : au moins 70 % des séances complétées : succès pour le groupe 1 (87% contre 67 %)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PImax évaluée via échelle de Borg, et par le programme de RP précédemment effectué différence significative pour le groupe 1 (pas de différence significative dans le groupe 2)</li> <li>- Résistance du threshold augmentation significative (mesure dans le groupe 1 uniquement)</li> <li>- 6MWT différence significative pour le groupe 1 (pas de différence significative dans le groupe 2)</li> <li>- Le nombre de séance réalisées différence significative pour le groupe 1</li> </ul>
<p>Tout R et al, 2013 <i>The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients</i></p>	<p><u>Conclusions générale</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les résultats de l'étude indiquent que le protocole apporte une amélioration au niveau de la force des muscles inspiratoires et expiratoires, la capacité cardiaque autonome, et les capacités fonctionnelles matérialisé par le 6MWT. Cependant aucune amélioration notée sur la fonction respiratoire.</li> </ul> <p><u>Résultats détaillés</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Via spirométrie : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Le VEMS amélioration significative pour le groupe 1 uniquement</li> <li>o Le DEP amélioration significative pour le groupe 1 uniquement</li> <li>o Le DIP aucune amélioration significative pour aucun des groupes</li> </ul> </li> <li>- Via le questionnaire St George : la qualité de vie amélioration significative pour tous les groupes</li> <li>- La distance au 6 MWT amélioration significative pour le groupe 1 uniquement</li> <li>- Via tensiomètre : la fréquence cardiaque de repos amélioration significative pour le groupe 1 uniquement</li> <li>- Via l'échelle de Sadoul : la dyspnée à l'issue du 6MWT amélioration significative pour tous les groupes</li> <li>- Via l'échelle analogique de fatigue : la fatigue des membres inférieurs à la suite du 6MWT amélioration significative pour tous les groupes</li> <li>- Via radiographie : l'angle costo-diaphragmatique aucune amélioration significative pour aucun des groupes</li> <li>- Via threshold la force des muscles inspiratoires et expiratoires <ul style="list-style-type: none"> <li>o Avec pince-nez et en 3 essais le meilleur étant retenu</li> <li>o Pour les muscles inspiratoires via un Threshold IMT ® : PI max amélioration significative pour le groupe 1 et 3 uniquement</li> </ul> </li> </ul> <p>Pour les muscles expiratoires via un Threshold PEP ® : PE max aucune amélioration significative pour aucun des groupes</p>
<p>Mehani SHM, 2017 <i>Comparative study of two</i></p>	<p><u>Conclusions générale</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette étude a montré l'efficacité supérieure de l'IMT par rapport à l'EMT sur de nombreux paramètres aussi bien fonctionnels, respiratoires ou biologiques</li> </ul>

*different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease*

- L'amélioration des gaz du sang peut aussi s'expliquer par le fait que l'IMT diminue les asynchronies respiratoires au niveau thoraco-abdominal.
- L'IMT participerait à l'augmentation des fibres de types II dans les muscles ce qui peut expliquer ses bénéfices. La supériorité de l'IMT sur l'EMT pourrait s'expliquer par le fait qu'un renforcement des muscles expiratoires seuls n'est pas suffisant pour diminuer la dyspnée lors de l'effort
- Les résultats de l'étude indiquent que le protocole avec feedback automatique apporte une amélioration au niveau de la force des muscles inspiratoires, les capacités fonctionnelles matérialisées par le 6MWT ainsi que de l'observance des patients

#### Résultats détaillés :

- Via spirométrie en position assise
  - o Capacité vitale forcée (CVF)
  - o VEMS
  - o Score de Tiffeneau
  - o L'écart par rapport à la valeur prédite du VEMS et de la CVF en pourcent

Groupe 1 : augmentation significative de toutes les variables sauf le score de Tiffeneau

Groupe 2 : augmentation significative de toutes les variables

- Via mesure instrumentale : dans les deux groupes
  - o Une mesure de la PI max : augmentation significative dans le groupe 1 mais pas dans le groupe 2
  - o Une mesure de la PE max : augmentation significative dans le groupe 2 mais pas dans le groupe 1

Mesurés 3 fois et la meilleur valeur est retenue uniquement si les valeurs maximales ne diffèrent pas de plus de 5% des autres valeurs

- Via gaz du sang au repos sans adjonction d'oxygène : dans les 2 groupes
  - o La saturation, la pression partielle en O<sub>2</sub> et en CO<sub>2</sub>, les bicarbonates et le pH

Groupe 1 : augmentation significative plus importante que dans le groupe 2, de la PaO<sub>2</sub>, bicarbonates et saturation, diminution significative de la PaCO<sub>2</sub> mais pas de différence significative pour le pH

Groupe 2 : augmentation significative de la PaO<sub>2</sub>, bicarbonates et saturation, diminution significative de la PaCO<sub>2</sub> mais pas de différence significative pour le pH

- Un 6MWT selon les recommandations

Groupe 1 : augmentation significative plus importante que dans le groupe 2

Groupe 2 : augmentation significative

Pas de différence significative entre les 2 groupes

Il est à noter une corrélation forte entre force des muscles inspiratoires et distance au 6 MWT contre une corrélation modérée entre force des muscles expiratoires et distance au 6MWT.

La distance au 6 MWT est modérément corrélé avec les modifications des gaz du sang retrouvées dans les 2 groupes

Heydari A et al, 2015  
*Comparing Inspiratory Resistive Muscle Training with Incentive Spirometry on Rehabilitation of COPD Patients*

#### Conclusions générale :

- Les résultats de l'étude montrent qu'un programme court de réentraînement de la fonction pulmonaire via spirométrie incitative et l'IMT apporte des améliorations sur les différentes fonctions respiratoires.
- La spirométrie incitative mime la respiration naturelle et incite le patient à prendre de grandes respirations, l'utilisation de la spirométrie incitative permet d'augmenter la pression trans-pulmonaire, les volumes inspiratoires et la performance des muscles inspiratoires.
- L'IMT montre aussi des apports sur l'efficacité de la ventilation.

#### Résultats détaillés :

- Débit expiratoire de pointe (PEFR) via spirométrie Amélioration significativement plus importante dans le groupe spirométrie incitative
- Capacité ventilatoire maximale (MVV) Amélioration significativement plus importante dans le groupe IMT

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PI max via Amélioration significativement plus importante dans le groupe IMT</li> <li>-</li> </ul> <p>Amélioration significative pour tous les paramètres aux semaines 2 et 4 dans les 2 groupes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité vitale forcée via spirométrie</li> <li>- VEMS via spirométrie</li> <li>- Volume courant (tidal volume) via spirométrie</li> </ul> <p>Fréquence respiratoire (respiratory rate) via observation de la fréquence durant une minute</p>
<p>Cutrim ALC et al, 2019 <i>Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial</i></p>	<p><u>Conclusions générale :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les résultats de l'étude indiquent que le protocole apporte une amélioration au niveau de la force des muscles inspiratoires et expiratoires, la capacité cardiaque autonome, et les capacités fonctionnelles matérialisées par le 6MWT. Cependant aucune amélioration notée sur la fonction respiratoire</li> </ul> <p><u>Résultats détaillés :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Via inspiratory muscle trainer <ul style="list-style-type: none"> <li>o PImax différence significative avec amélioration groupe intervention</li> <li>o PEmax différence significative avec amélioration groupe intervention</li> </ul> </li> <li>- Via spirométrie <ul style="list-style-type: none"> <li>o VEMS pas de différence significative</li> <li>o CV pas de différence significative</li> <li>o Score de Tiffeneau pas de différence significative</li> <li>o VEM 25/75 pas de différence significative</li> </ul> </li> <li>- Evaluation de la variabilité cardiaque via ECG durant 5 minutes <ul style="list-style-type: none"> <li>o Variabilité cardiaque et variation des hautes fréquences différence significative avec amélioration groupe intervention</li> <li>o Autres variables mesurées pas de différence significative</li> </ul> </li> <li>- Pression artérielle prise après 20 minutes en position assise pas de différence significative</li> <li>- Test de marche de 6 minutes pas de différence significative mais distance plus élevée dans le groupe intervention (effet de l'échantillon à 1.09) pourrait donc signifier une amélioration sur des échantillons plus importants</li> </ul>

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Interprétation des résultats

Les protocoles employés sont variés aussi bien dans leurs modalités que dans leur durée. Certains sont effectués entièrement à domicile, d'autres entièrement en structure et d'autres de façon mixte. Les patients ne sont pas tous recrutés selon les mêmes critères ni dans les mêmes conditions, les objectifs et les variables mesurées diffèrent eux aussi. Ces différents facteurs, en plus du petit nombre d'études analysées, rendent l'interprétation des résultats difficile. Nos critères de jugements, bien qu'ayant tous été retrouvés, ne sont pas communs à toutes les études, à l'exception de l'évaluation de la PI max, ce qui rend les conclusions à partir de ceux-ci tout aussi complexes. Et bien que les résultats des études ne soient pas comparables entre eux, tous montrent des effets positifs de l'IMT pour les patients atteints de BPCO stade I ou II.

Ces études ont montré que des résultats significatifs étaient observables sur l'amélioration de la PI max et les capacités fonctionnelles des patients. Nous pouvons citer des améliorations significatives du 6MWT (37,39,40), du VEMS (38–40), du débit expiratoire de pointe (38,40), de la capacité vitale (38,39), de la qualité de vie et de la dyspnée (40), de la fonction cardiaque (40,41), et des paramètres sanguins (39).

A propos des études présentant les mêmes critères recherchés :

- Sur la PI max : L'étude semblant apporter l'amélioration la plus importante sur ce critère est celle de Mehani SHM annonçant 23 % d'amélioration entre le début et la fin de l'étude dans le groupe RMI.
- Pour le 6MWT : L'étude semblant apporter l'amélioration la plus importante sur ce critère est celle de Mehani SHM annonçant  $+68,4m \pm 7.38m$  entre le début et la fin de l'étude dans le groupe RMI.
- Pour le VEMS : L'étude semblant apporter l'amélioration la plus importante sur ce critère est celle de Heydari et al.

Concernant l'observance du traitement, seul Sørensen *D et al* l'ont évalué concrètement. Leurs conclusions sont que l'observance du protocole par les patients est plus que satisfaisante. Ces résultats indiquent aussi que l'emploi d'un feedback une fois la séance effectuée, apporte un bénéfice sur l'observance (37). Pour les autres études, même si l'observance n'est pas évaluée, il reste intéressant de noter que le nombre de perdus de vue au cours du protocole reste limité. De plus, seules deux études indiquent la présence de perte de vue ou abandons lors du protocole, ce qui peut sous-entendre que les patients sont en majorité adhérents aux protocoles qui leurs ont été proposés.

Il semblerait, d'après les données des études, qu'il n'est pas nécessaire d'employer un protocole d'une durée importante. La durée d'une séance et le nombre de respirations au travers de l'appareil peuvent être très courts tout en ayant des effets significatifs. La résistance appliquée peut rester modeste. Le processus de réentraînement peut être proposé aussi bien en autonomie que sous supervision d'un thérapeute. De plus l'observance des patients sera plus importante s'ils bénéficient d'un feedback rapide.

Après observation de ces différents résultats, et bien que la comparaison de ces études entre elles reste difficile, le protocole de RMI proposé par Mehani SFM apporte les résultats les plus importants sur l'augmentation de la PI max qui est le seul critère commun aux études ainsi que sur l'augmentation de la distance au 6 MWT présent chez quatre des cinq études.

Le protocole de RMI qui est le plus prometteur à la suite de notre revue, consiste donc à un protocole de 2 mois d'entraînement avec 3 séances par semaine, sous supervision d'un professionnel de santé. Comprenant 6 séries de 5 respirations au travers de l'appareil et une résistance initiale fixée à 15 % de la PI max avec une augmentation de 5 à 10 cmH<sub>2</sub>O par semaine jusqu'à atteindre 60 % de la PI max.

#### **4.2. Références bibliographiques complémentaires**

Au cours de nos recherches, nous avons trouvé une étude de Ahmad H *et al* portant sur des sujets BPCO au stade I et II. Nous ne l'avons pas incluse car son protocole n'utilisait pas le type d'appareil souhaité. Cette étude porte sur un programme de quatre semaines liant RMI et techniques de kinésithérapie respiratoire comparé à de la kinésithérapie respiratoire seule sur des sujets militaires ou ex-militaires. Elle montre aussi une amélioration significative de la PI max, du 6 MWT et de la qualité de vie (45).

D'autres références, n'ayant pas pu être incluses dans notre revue car se rapportant à des patients à des stades plus avancés, apportent cependant des ajouts intéressants. Certains vont dans le sens de nos conclusions mais d'autres viennent aussi nuancer les résultats que nous avons retrouvés.

Concernant les effets du RMI, des nombreuses études et revues de littérature, par exemple les études de Beaumont *et al* et de Gosselink *et al*, portant sur des patients de stades divers soulignent une augmentation significative de la PI max chez les patients bénéficiant de RMI (46–52).

D'autres bénéfices significatifs du RMI sont aussi démontrés :

- L'endurance des muscles inspiratoires, objectivée par une augmentation de la résistance de travail pour un même temps d'effort, est aussi significativement augmentée (47,49,50,53,54). Cela met en évidence que les muscles inspiratoires sont capables d'augmenter leur endurance et leur charge de travail s'ils sont sollicités plus intensément.
- La dyspnée des patients est significativement diminuée (48–51,54–56).
- Le 6 MWT a tendance à être amélioré (48,52,57).
- La qualité de vie semble elle aussi tirer bénéfice du RMI (48,53,54).

Bien que ces résultats semblent donc venir renforcer les conclusions de notre revue de littérature, d'autres études viennent aussi nuancer les bénéfices que nous avançons. Les améliorations apportées par le RMI restent là aussi à nuancer face à d'autres prises en charge.

- Sur la dyspnée, certaines études ne trouvent pas d'améliorations significatives chez les patients atteints de BPCO (52,57). Ensuite, lorsque le RMI est comparé à un programme de PR seul ou lors d'une évaluation RMI+PR versus PR seul deux articles de O'Donnell DE *et al* et de Polkey MI *et al* indiqueraient que le RMI ne montre pas de différence significative (55,58).
- Sur le 6 MWT, de nombreuses études viennent aussi tempérer les effets du RMI lorsque ce dernier est comparé à un renforcement global ou à un programme de PR (51,52,56,58–62).
- Sur les bénéfices sur la qualité de vie perçue des patients, des études ne montrent pas de d'améliorations (51,52,57).

En revanche, des études soulignent, les apports du RMI à ces mêmes programmes de PR ou de renforcement global (31,48,53,63). Dourado VZ *et al* suggèrent aussi, bien qu'ils abordent d'autres facteurs entrant en ligne de compte, qu'il existerait une corrélation entre faiblesse des muscles inspiratoires et faible distance au 6 MWT et une corrélation entre faiblesse de ces muscles et score au questionnaire de ST George et score de Dyspnée élevée (64). Ce qui tend à confirmer les résultats des études que nous avons analysés.

Des études indiquent qu'un protocole de RMI serait un ajout adapté à d'autres prises en charge plus particulièrement chez des patients BPCO présentant déjà une faiblesse des muscles inspiratoires (48,50,51,56,57,62,65).

Selon Chiu K-L *et al*, les bénéfices du RMI seraient d'autant plus importants chez des patients présentant un déficit de force de ces muscles, D'après eux, il existerait une corrélation importante entre force des muscles respiratoires et qualité de vie perçue (62). Xu L *et al* suggèrent aussi qu'une faiblesse des muscles inspiratoires est un des indicateurs de sévérité de la maladie (36). Une force amoindrie de ces muscles respiratoires serait aussi corrélée à un risque accru d'hospitalisation pour exacerbation chez les patients atteints de BPCO (66).

Même si aucun article ne propose de protocole universel à appliquer chez les patients, certains font référence à des recommandations existantes, notamment celles de l'ATS. Selon elles, la résistance minimale à appliquer serait au minimum de 30% de la Pimax.(1). Cette recommandation est étayée par Crisafulli *et al* qui indiquent que la charge de travail minimale nécessaire à une augmentation significative de la PI max est de 30 % (53).

Les protocoles restent très variés, mais globalement ils présentent :

- Une à deux sessions par jour d'entraînement au minimum à 30 % de la PI max
- Trois à sept fois par semaine
- Durant quatre à douze semaines

Certains proposent une part plus ou moins grande d'entraînement sans supervision à domicile (49,51,53,56,57,60,67,68). Les protocoles ainsi proposés dans le nombre de séances et leur durée correspondent à nos résultats. Il paraît cependant pertinent, au vu de ces études, de commencer la charge de travail à 30 % au lieu de 15 % de la PI max pour le protocole que nous avons retenu.

Des études suggèrent aussi que le RMI serait plus bénéfique chez des patients à des stades avancés de la pathologie (46,48,69,70). Cependant, les études que nous avons revues montrent que même sur des stades précoces, des patients peuvent déjà présenter des faiblesses des muscles inspiratoires et en particulier des muscles respiratoires. Une étude de Xu L *et al*



indique que la faiblesse des muscles inspiratoires peut toucher 20 à 50 % des patients atteints de BPCO, la proportion étant corrélée avec la sévérité de l'atteinte. Ces patients peuvent présenter une PI max diminuée de 15 à 30 % par rapport à leur valeur prédite (36). La force des muscles respiratoires et en particulier des muscles inspiratoires est plus impactée par la BPCO que la force des muscles périphériques (70). Il faut aussi rappeler que la BPCO est une maladie pouvant causer des hyperinflations pulmonaires qui, si elles deviennent trop importantes, peuvent impacter négativement le travail du diaphragme et des autres muscles inspiratoires ainsi qu'engendrer de la dyspnée (47,51). Or le RMI améliorerait la contraction du diaphragme et diminuerait le temps inspiratoire chez ces patients (46), il permettrait aussi une meilleure organisation des muscles inspiratoires et améliorerait donc la fonction pulmonaire (52,53).

Ces résultats suggèrent que le RMI aurait toute sa place dans le traitement d'une partie non négligeable de patients atteints de BPCO et qu'il serait important de rechercher et de travailler, si nécessaire, une faiblesse des muscles inspiratoires le plus tôt possible chez les patients puisqu'elle apporte des résultats sur le plan clinique et limite les effets délétères sur leur qualité de vie.

Enfin à propos des effets à long terme d'un programme de RMI, Weiner P *et al* ont recherché les effets du RMI à 15 mois chez des patients au stade sévère de la pathologie ayant effectué 3 mois de RMI. Un groupe ayant continué le RMI l'autre ayant reçu un placebo. Au terme de suivis réalisés de façon régulière, les examinateurs observent que le groupe test se maintient quasiment au même niveau qu'au début de l'étude. Ils montrent une différence significative entre les deux groupes, après 6 mois pour la PI max, une diminution du VEMS de la CV et de la Dyspnée après 9 mois et de la distance au 6 MWT après 12 mois (71). Ces résultats suggèrent que les effets sur les capacités fonctionnelles et les paramètres respiratoires persistent plus longtemps que l'augmentation de la PI max chez les patients atteints de BPCO. Ils montrent aussi que, pour que les résultats persistent dans le temps, les patients doivent entreprendre de continuer leur entraînement de façon régulière. Un facteur encourageant est que sur cette étude de près de 15 mois post protocole les auteurs recueillent une observance importante de près de 70 % (71).

Il faut aussi signaler que l'entraînement via des systèmes contre résistance donnée type IMT threshold ® ou utilisant le principe des instruments PowerBreath ® n'est pas le seul moyen de réaliser du RMI. Des instruments à débits constants comme le Pflex ® ou encore le normocapnic hyperpnea montrent eux aussi des résultats encourageants (49,72,73). Cependant des études suggèrent que le RMI contre une résistance fixe apporte des résultats plus importants que ces instruments et donc que les systèmes à résistance sont à privilégier (48)

### **4.3. Biais et limitations**

En plus des apports des références complémentaires, ce projet de recherche présente aussi des biais plus ou moins importants, ce qui vient là aussi impacter les conclusions de celles-ci.

#### **4.3.1. Biais et limitation des études incluses**

Toutes les études que nous avons retenues présentent des biais plus ou moins importants. La rigueur méthodologique des études est aussi à considérer, certaines ayant des résultats plus facilement accessibles et lisibles que d'autres.

Certains protocoles présentaient des erreurs dans les écrits qu'il nous a fallu interpréter même si l'utilisation de la grille d'évaluation proposée par PEDro, la grille d'évaluation de la Cochrane Collaboration ainsi que la recherche de l'impact factor des revues retenues a permis de prendre en compte ce risque (44). Cependant, ces outils sont des indicateurs et ne permettent pas d'exclure tout risque de surinterprétation ou au contraire de sous estimations des résultats exprimés. La grille d'évaluation de la Cochrane Collaboration est disponible en ANNEXE (ANNEXE IV)

Tout d'abord, toutes les études signalent la petite taille de leurs échantillons, ce qui limite leurs conclusions.

Sørensen D *et al* expliquent aussi que la nécessité d'une connexion internet pour leur protocole et du recueil plus complet de données dans un des groupes constitue des limitations à leur étude. Nous avons aussi noté que l'étude présentait une comparaison entre deux protocoles assez différents, l'un augmentant la résistance et l'autre non, ainsi que le fait que le 6 MWT n'est pas réalisé sur une ligne droite de taille suffisante (moins de 30 m) ce qui présente un risque de sous-évaluer la distance parcourue par les patients (74,75).

Mehani SHM signale que l'analyse de patients uniquement masculins, l'absence de groupe contrôle et de comparaison avec d'autres techniques constituent des limitations à la fiabilité de leurs conclusions.

Heydari A *et al* abordent le fait que la durée de leur protocole constitue une limitation à leurs résultats. Nous notons aussi des imprécisions dans le développement de leur protocole, la présence de biais d'examineur et de détection, un seul et même praticien réalisant et analysant le protocole et un biais de performance l'étude n'étant pas réalisée en aveugle.

Tout R *et al* soulignent pour leur part des effets d'examineur et d'expérimentateur l'ensemble des techniques et des bilans étant réalisé par un seul praticien comme facteur limitant. Nous pouvons ajouter, des imprécisions dans le protocole énoncé notamment sur les patients recrutés, les auteurs annonçant inclure des patients stade I et II mais ayant pour critère d'inclusion un VEMS compris entre 50 et 80 % ce qui correspond à un stade II, les modalités des changements de résistances ainsi qu'une absence de randomisation en tant que telle des patients qui peut biaiser les résultats. Les résultats de cette études quant aux effets du RMI dyspnée sont aussi à nuancer, dans le protocole, la dyspnée est évaluée via l'échelle de Borg or une méta-analyse de Beaumont M *et al* suggère que l'évaluation multifactorielle de la dyspnée est plus précise et pertinente. Il serait donc intéressant d'observer si les conclusions de l'étude changeraient si cette échelle de mesure multifactorielle était utilisée (46).

Cutrim *et al* signalent seulement l'absence de calcul de la population nécessaire comme limitation. Nous pouvons cependant noter des imprécisions et incohérences dans le protocole énoncé dans le résumé et la partie matériel et méthode ce qui rend difficile la compréhension aux premières lectures

#### 4.3.2. Biais du projet

Le biais le plus important de notre étude, reste le biais de sélection. Cette étude se compose d'une revue de littérature effectuée par une seule personne et s'étendant sur une période relativement importante. Le jugement de validité ou de non-validité d'une étude, bien qu'encadré par des critères d'inclusions et de non-inclusions, peut être biaisé par les opinions et les différents facteurs extrinsèques, nous étant propres, et qui ont pu à certains moments entrer en ligne de compte pour la sélection des études. Le processus de sélection à la suite de la lecture des titres puis des abstracts a aussi pu mener à un risque de non-inclusion d'études qui aurait été pertinente après une lecture complète. Nous avons tenté de diminuer ces risques en effectuant plusieurs relectures à des moments différents et en soumettant les articles retenus au responsable scientifique que constitue le directeur de ce mémoire. Ce risque de biais reste cependant toujours présent et doit donc être considéré quant aux conclusions effectuées.

Ce biais de sélection peut aussi être retrouvé dans notre discussion, nous avons pu avoir une tendance au « cherry-picking » en sélectionnant majoritairement des articles allant dans le sens de nos conclusions initiales et pouvant donc induire un biais de confirmation. Dans le but de lutter contre ce risque de biais, nous nous sommes efforcés de prendre en compte chaque étude contradictoire et de les aborder de la façon la plus honnête possible dans la discussion de cet écrit. Et même si des relectures successives tendent à limiter ce biais, le risque de le retrouver reste toujours présent et donc à prendre en compte lors de la lecture.

Ce travail de recherche peut souffrir d'un manque d'exhaustivité, il est impossible de s'assurer que tous les articles existants et entrant dans nos critères d'inclusions aient été pris en compte lors de nos recherches, ce qui peut limiter la puissance et la pertinence de nos conclusions.

#### 4.3.3. Limitations du projet

Ce projet comporte aussi des limitations importantes qu'il est nécessaire d'aborder.

La réalisation des fiches de lectures n'est pas exempte de critiques, elles sont réalisées par une seule personne et leur rédaction se déroule, sur une période importante de septembre 2020 à mars 2021 et des critères extérieurs peuvent venir impacter leur qualité qu'il s'agisse de contraintes personnelles, de la différence d'expérience entre la réalisation de la première et de la dernière fiche. Bien que les fiches, une fois réalisées aient été transmises au directeur de mémoire pour relecture, il reste difficile d'exclure cette limitation.

Malgré l'aide de personnes ressources, ce projet est mené par une seule personne, « novice » dans la rédaction de projet de recherches et des imprécisions dans la méthodologie et l'analyse de résultats peuvent être présentes. A ce titre lors de l'extraction de nos résultats, n'ayant pas eu accès aux données brutes de chaque étude et chacune présentant ses données d'une façon qui lui est propre, nous n'avons pu qu'extrapoler nos conclusions et ces dernières sont donc soumises à réserve et discussion.

Les analyses et lectures d'articles auraient gagné en précision si ce travail avait pu être réalisé par une équipe dédiée et expérimentée. Ce qui constitue là encore une limitation majeure qui a tenté d'être limitée par l'apport de nombreuses autres sources dans la discussion de cet écrit.

Notre méthodologie n'est pas non plus exempte de critiques, le choix de n'utiliser que deux moteurs de recherche limite grandement le nombre d'articles ayant pu être inclus. Il serait intéressant de voir si en utilisant un nombre plus important de moteurs de recherches, d'autres études pouvaient être incluses, ce qui améliorerait nos conclusions et viendrait impacter nos résultats.

Concernant nos équations de recherches bien qu'ayant été élaborées avec l'aide d'une personne ressource ayant une expérience dans les revues de littératures, celles-ci ne sont peut-être pas les plus pertinentes. Même si elles nous ont permis d'obtenir un nombre d'articles

important, au vu de la littérature disponible, celui-ci reste restreint. En incluant de nouveaux mots clés comme « whole body exercise », « thoracic muscle training » ou encore « respiratory muscle training », il serait intéressant de voir si nous pourrions inclure des articles supplémentaires en ouvrant ou modifiant nos équations de recherches avec ces autres mots clés.

Enfin à propos de nos critères d'inclusion et de non-inclusion, le choix de ne sélectionner que des patients au stade précoce, bien que motivé par la volonté d'explorer ce pan de la littérature, n'est peut-être pas le plus pertinent au vu du nombre d'articles disponibles. En effet, ils sont beaucoup plus importants pour des patients au stade sévère ce qui aurait pu nous permettre d'obtenir de meilleures conclusions sur ces patients.

## **5. CONCLUSION**

Au vu de nos résultats et des ces références complémentaires, il apparaît que le RMI n'est donc pas une méthode miracle qui permet de soigner tous les symptômes de la BPCO. Cependant, cette étude a montré que le RMI présente des résultats significatifs même chez des malades ayant une atteinte précoce et des symptômes limitants moins prononcés que chez des personnes aux stades plus sévères. Bien que des études apportent encore des résultats contradictoires, la recherche des effets et d'un protocole commun de RMI reste un sujet qui intéresse la communauté scientifique et qui mérite d'être investigué.

Après nos recherches, il nous apparaît que le RMI n'a pas vocation à être généralisé chez tous les patients souffrant de BPCO. Son utilité chez les patients présentant une faiblesse des muscles inspiratoires apparaît pour le moment difficilement discutable et les apports qu'il offre à ces derniers, utilisé seul ou alors intégré à un programme de soins plus complet, ne sont pas négligeables. Le RMI permettrait d'offrir à ces patients une qualité et un confort de vie plus importants que si ces derniers n'en bénéficiaient pas.

Il reste cependant beaucoup de questions en suspens, les apports du RMI par rapport à d'autres offres de soins sont encore controversés. Il apparaît essentiel de multiplier les études

randomisées de grandes puissances sur une population identique pour établir une réponse définitive sur les recommandations de RMI à utiliser.

Cette étude se risque à proposer un premier pas vers un protocole commun en la matière.

A la lumière de nos investigations, un protocole se basant sur deux mois, correspondant à la durée recommandée d'un programme de PR (1), avec trois séances d'entraînement par semaine. Chacune comprenant six séries de cinq respirations au travers d'un dispositif de RMI ayant pour résistance initiale 30 % de la PI max du patient et augmentant selon la difficulté perçue par le patient de 5 à 10 cmH<sub>2</sub>O par semaine jusqu'à 60 % de la PI max pourrait constituer un protocole de base chez des patients au stade I ou II. Il sera aussi intéressant de comparer ce protocole avec les résultats de la méta-analyse actuellement en cours de la Cochrane (3).

Pour atteindre cet objectif, la première étape consisterait à mettre en place ce protocole sur une petite population et de vérifier si les résultats précédemment obtenus sont reproduits par cette nouvelle étude. Ensuite, il faudrait comparer les résultats à d'autres protocoles pour s'assurer de celui apportant le plus de bénéfices aux patients.

Si le protocole que nous proposons est retenu, il faudra alors le tester sur une grande population pour enfin aboutir à des recommandations faisant consensus sur le sujet du RMI. Ce protocole offre, en effet, la possibilité de réaliser des études sur une population importante. Permettant une supervision à domicile ou en structure et un recueil des données régulier par les examinateurs, à chaque fin de séance par exemple. Ceci faciliterait les conclusions concernant les modalités des protocoles de RMI.

Il paraît aussi pertinent d'évaluer si la mise en place d'un protocole de RMI chez des patients BPCO sans faiblesse des muscles inspiratoires permettrait de limiter le risque ou la vitesse d'apparition d'une telle faiblesse.

En ouverture et, pour compléter cet écrit, nos recherches indiquent que le RMI n'est pas un protocole utilisable uniquement chez des patients atteints de BPCO mais plus généralement chez tout patient ayant une faiblesse des muscles inspiratoires.

Même si des études complémentaires sont nécessaires pour conclure, le RMI montre des résultats chez des personnes âgées mais sans BPCO (76), chez des patients souffrant de mucoviscidose (77), ou pour les patients atteints de certaines pathologies neuromusculaires, à l'exception de la maladie de Duchenne (78). Un protocole de RMI effectué deux semaines avant une opération thoracique ou abdominale permettrait de diminuer la durée d'hospitalisation et le risque d'atélectasie (79).

Il serait donc pertinent d'effectuer la même type de revue de la littérature spécifiquement dédiée à ces pathologies et regarder quel protocole semble le mieux convenir à ces autres patients. Il serait intéressant, par la suite, de comparer les résultats obtenus à ceux de notre protocole sur ces autres pathologies. Et ainsi déterminer comment adapter le protocole de RMI à chacune de ces pathologies et leurs objectifs spécifiques.



## **BIBLIOGRAPHIE :**

1. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 oct 2013;188(8):e13-64.
2. Bolton CE, Bevan-Smith EF, Blakey JD, Crowe P, Elkin SL, Garrod R, et al. British Thoracic Society guideline on pulmonary rehabilitation in adults: accredited by NICE. *Thorax.* sept 2013;68(Suppl 2):ii1-30.
3. Ammous O, Feki W, Lotfi T, Khamis AM, Rebai A, Kammoun S. Inspiratory muscle training, with or without concomitant pulmonary rehabilitation, for chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2020, Issue 11. Art. No.: CD013778.
4. HAS. Guide parcours de soins « Bronchopneumopathie chronique obstructive ». 2014 [cité 29 Avr 2021]. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide\\_parcours\\_de\\_soins\\_bpco\\_finale.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide_parcours_de_soins_bpco_finale.pdf)
5. HAS. Guide du parcours de soins bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). 2019 [cité 29 avr 2021]. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_1242507/fr/guide-du-parcours-de-soins-bronchopneumopathie-chronique-obstructive-bpco](https://www.has-sante.fr/jcms/c_1242507/fr/guide-du-parcours-de-soins-bronchopneumopathie-chronique-obstructive-bpco)
6. Inserm. Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) juin 2020 [cité 29 Avr 2021]. Disponible sur : <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/bronchopneumopathie-chronique-obstructive-bpco>
7. HAS. BPCO – Causes fréquentes : tabagisme et expositions professionnelles. [cité 10 mars 2021]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/pprd\\_2974843/fr/bpco-causes-frequentes-tabagisme-et-expositions-professionnelles](https://www.has-sante.fr/jcms/pprd_2974843/fr/bpco-causes-frequentes-tabagisme-et-expositions-professionnelles)
8. COPD Symptoms and Diagnosis [En ligne]. [cité le 23 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.lung.org/lung-health-diseases/lung-disease-lookup/copd/symptoms-diagnosis>
9. Collège des Enseignants de Pneumologie - 2021. BRONCHOPNEUMOPATHIE CHRONIQUE OBSTRUCTIVE (BPCO). [En ligne]. [cité 29 Avr 2021]. Disponible sur: <http://cep.splf.fr/edition-2021-du-referentiel-du-college-des-enseignants-de-pneumologie-cep-pour-la-preparation-des-ecn-7eme-edition/>
10. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) [En ligne]. nhs.uk. 2017 [cité 29 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.nhs.uk/conditions/chronic-obstructive-pulmonary-disease-copd/>
11. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease; 2021 [En ligne]. [cité 29 Avr 2021]. Disponible sur: <http://www.goldcopd.org/>
12. Basso-Vanelli RP, Di Lorenzo VAP, Labadessa IG, Regueiro EMG, Jamami M, Gomes EL, et al. Effects of Inspiratory Muscle Training and Calisthenics-and-Breathing Exercises in COPD With and Without Respiratory Muscle Weakness. *Respir Care.* 1 janv 2016;61(1):50-60.

13. Bernard S, LeBLANC P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, et al. Peripheral Muscle Weakness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 1998;158:6.
14. Orozco-Levi M. Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation? *Eur Respir J*. 2 nov 2003;22(Supplement 46):41s-51s.
15. Qaseem A. Diagnosis and Management of Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Clinical Practice Guideline Update from the American College of Physicians, American College of Chest Physicians, American Thoracic Society, and European Respiratory Society. *Ann Intern Med*. 2 août 2011;155(3):179.
16. Terry PD, Dhand R. Inhalation Therapy for Stable COPD: 20 Years of GOLD Reports. *Adv Ther*. mai 2020;37(5):1812-28.
17. Marchand-Adam S., Bronchopneumopathie chronique obstructive. Roche N, Chaouat A, Deslée G, Devillier P, Mal H, Perez T, et al. *La pneumologie fondée sur les preuves – 5ème édition*. Paris : Margaux Orange, 2017. p. 179-205.
18. HAS. Les traitements médicamenteux de la BPCO [Internet]. Haute Autorité de Santé. 2020 [cité 29 Avr 2021]. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/jcms/p\\_3118949/fr/les-traitements-medicamenteux-de-la-bpco](https://www.has-sante.fr/jcms/p_3118949/fr/les-traitements-medicamenteux-de-la-bpco)
19. Schopfer DL, Groenendijk L, Janssens PJ-P. Utilisation de la ventilation non invasive au long cours lors de BPCO. *Rev MÉDICALE SUISSE*. 2018;5.
20. Sanna A, Bertoli F, Misuri G, Gigliotti F, Iandelli I, Mancini M, et al. Chest wall kinematics and respiratory muscle action in walking healthy humans. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. sept 1999;87(3):938-46.
21. Ottenheijm CAC, Heunks LMA, Sieck GC, Zhan W-Z, Jansen SM, Degens H, et al. Diaphragm Dysfunction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 juill 2005;172(2):200-5.
22. Kocjan J, Adamek M, Gzik-Zroska B, Czyżewski D, Rydel M. Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: a review. *Adv Respir Med*. 2017;85(4):224-32.
23. Dufour M. *Anatomie de l'appareil locomoteur tome 3 tête et tronc 2ème ed*. Issy-les-moulineaux. Masson; 2007.
24. Gilmartin JJ, Gibson GJ. Abnormalities of chest wall motion in patients with chronic airflow obstruction. *Thorax*. avr 1984;39(4):264-71.
25. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 août 2002;166(4):518-624.
26. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969 May;99(5):696-702.
27. Menzes KKP, Nascimento LR, Avelino PR, Polese JC, Salmela LFT (2018) A Review on Respiratory Muscle Training Devices . *J Pulm Respir Med* 8: 451

28. Décret no 96-879 du 8 octobre 1996 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession de masseur-kinésithérapeute. 96-879 oct 8, 1996.
29. Décret n° 2015-1110 du 2 septembre 2015 relatif au diplôme d'Etat de masseur-kinésithérapeute. 2015-1110 sept 2, 2015.
30. Wu W, Guan L, Zhang X, Li X, Yang Y, Guo B, et al. Effects of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled trial. *Respir Med*. 1 nov 2017;132:84-91.
31. McConnell AK. The role of inspiratory muscle function and training in the genesis of dyspnoea in asthma and COPD. *Prim Care Respir J J Gen Pract Airw Group*. août 2005;14(4):186-94.
32. Philips - Threshold IMT Appareil d'entraînement respiratoire [En ligne]. Philips. [cité 12 mars 2021]. Disponible sur: <https://www.philips.fr/healthcare/product/HCHS730010/threshold-imt-appareil-dentrainement-respiratoire>
33. Gosselink R, Wagenaar RC, Decramer M. Reliability of a commercially available threshold loading device in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. juin 1996;51(6):601-5.
34. The Medical IMT Range for Medical Experts [En ligne]. POWERbreathe. [cité 12 mars 2021]. Disponible sur: <https://www.powerbreathe.com/product-category/medical-breathing-trainers/>
35. Rennard SI, Drummond MB. Early chronic obstructive pulmonary disease: definition, assessment, and prevention. *Lancet Lond Engl*. 2 mai 2015;385(9979):1778-88.
36. Xu L, Ye T, Li J, Hu Y, Xu W, Wang K, et al. Identification of relevant variables and construction of a multidimensional index for predicting mortality in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2019;14:1703-11.
37. Sørensen D, Svenningsen H. Adherence to home-based inspiratory muscle training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Appl Nurs Res*. 1 oct 2018;43:75-9.
38. Heydari A, Farzad M, Ahmadi hosseini S. Comparing Inspiratory Resistive Muscle Training with Incentive Spirometry on Rehabilitation of COPD Patients. *Rehabil Nurs Off J Assoc Rehabil Nurses*. août 2015;40(4):243-8.
39. Mehani SHM. Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Interv Aging*. 12 oct 2017;12:1705-15.
40. Tout R, Tayara L, Halimi M. The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients. *Ann Phys Rehabil Med*. avr 2013;56(3):193-211.
41. Cutrim ALC, Duarte AAM, Silva-Filho AC, Dias CJ, Urtado CB, Ribeiro RM, et al. Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial. *Respir Physiol Neurobiol*. mai 2019;263:31-7.

42. Gedda M. Traduction française des lignes directrices CONSORT pour l'écriture et la lecture des essais contrôlés randomisés. *Kinésithérapie Rev.* 1 janv 2015;15(157):28-33.
43. HAS. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique - État des lieux. 2013 [cité 6 avr 2021]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_1600564/fr/niveau-de-preuve-et-gradation-des-recommandations-de-bonne-pratique-etat-des-lieux](https://www.has-sante.fr/jcms/c_1600564/fr/niveau-de-preuve-et-gradation-des-recommandations-de-bonne-pratique-etat-des-lieux)
44. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 18 oct 2011;343:d5928.
45. Ahmad H, Justine M, Othman Z, Mohan V, Mirza FT. The Outcomes of Short Term Inspiratory Muscle Training (IMT) Combined with Chest Physiotherapy in Hospitalized COPD Patients. *Bangladesh J Med Sci.* 26 oct 2013;12(4):398-404.
46. Beaumont M, Mialon P, Le Ber-Moy C, Lochon C, Péran L, Pichon R, et al. Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. *Chron Respir Dis.* nov 2015;12(4):305-12.
47. Ambrosino N. The case for inspiratory muscle training in COPD. *For. Eur Respir J.* févr 2011;37(2):233-5.
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.* févr 2011;37(2):416-25.
49. Geddes EL, Reid WD, Crowe J, O'Brien K, Brooks D. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Respir Med.* nov 2005;99(11):1440-58.
50. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, et al. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest.* mai 2007;131(5 Suppl):4S-42S.
51. Charususin N, Dacha S, Gosselink R, Decramer M, Von Leupoldt A, Reijnders T, et al. Respiratory muscle function and exercise limitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a review. *Expert Rev Respir Med.* janv 2018;12(1):67-79.
52. Figueiredo RIN, Azambuja AM, Cureau FV, Sbruzzi G. Inspiratory Muscle Training in COPD. *Respir Care.* août 2020;65(8):1189-201.
53. Crisafulli E, Costi S, Fabbri LM, Clini EM. Respiratory muscles training in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2007;2(1):19-25.
54. Geddes EL, O'Brien K, Reid WD, Brooks D, Crowe J. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: an update of a systematic review. *Respir Med.* déc 2008;102(12):1715-29.
55. O'Donnell DE, Milne KM, James MD, de Torres JP, Neder JA. Dyspnea in COPD: New Mechanistic Insights and Management Implications. *Adv Ther.* janv 2020;37(1):41-60.

56. Lee AL, Holland AE. Time to adapt exercise training regimens in pulmonary rehabilitation--a review of the literature. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2014;9:1275-88.
57. Beaumont M, Forget P, Couturaud F, Reyckler G. Effects of inspiratory muscle training in COPD patients: A systematic review and meta-analysis. *Clin Respir J*. 2018;12(7):2178-88.
58. Polkey MI, Moxham J, Green M. The case against inspiratory muscle training in COPD. *Against. Eur Respir J*. févr 2011;37(2):236-7.
59. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, Demeyer H, McConnell A, Saey D, et al. Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD. *Thorax*. 1 oct 2018;73(10):942-50.
60. Polkey MI, Ambrosino N. Inspiratory muscle training in COPD: can data finally beat emotion? *Thorax*. oct 2018;73(10):900-1.
61. Crowe J, Reid WD, Geddes EL, O'Brien K, Brooks D. Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic literature review and meta-analysis. *COPD*. sept 2005;2(3):319-29.
62. Chiu K-L, Hsieh P-C, Wu C-W, Tzeng I-S, Wu Y-K, Lan C-C. Exercise training increases respiratory muscle strength and exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease and respiratory muscle weakness. *Heart Lung J Crit Care*. oct 2020;49(5):556-63.
63. Neder JA, Marillier M, Bernard A-C, James MD, Milne KM, O'Donnell DE. The Integrative Physiology of Exercise Training in Patients with COPD. *COPD*. avr 2019;16(2):182-95.
64. Dourado VZ, Antunes LC de O, Tanni SE, de Paiva SAR, Padovani CR, Godoy I. Relationship of upper-limb and thoracic muscle strength to 6-min walk distance in COPD patients. *Chest*. mars 2006;129(3):551-7.
65. Güell Rous MR, Díaz Lobato S, Rodríguez Trigo G, Morante Vélez F, San Miguel M, Cejudo P, et al. Pulmonary rehabilitation. *Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR)*. *Arch Bronconeumol*. août 2014;50(8):332-44.
66. Vilaró J, Ramirez-Sarmiento A, Martínez-Llorens JMA, Mendoza T, Alvarez M, Sánchez-Cayado N, et al. Global muscle dysfunction as a risk factor of readmission to hospital due to COPD exacerbations. *Respir Med*. déc 2010;104(12):1896-902.
67. Hill K, Cecins NM, Eastwood PR, Jenkins SC. Inspiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a practical guide for clinicians. *Arch Phys Med Rehabil*. sept 2010;91(9):1466-70.
68. Padula CA, Yeaw E. Inspiratory muscle training: integrative review. *Res Theory Nurs Pract*. 2006;20(4):291-304.
69. Yamamoto Y, Miki K, Matsuki T, Fukushima K, Oshitani Y, Kagawa H, et al. Intolerance to and limitations of inspiratory muscle training in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease: A report of two cases. *Respir Med Case Rep*. 2020;31:101210.

70. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardpulm Rehabil.* déc 2000;20(6):353-60.
71. Weiner P, Magadle R, Beckerman M, Weiner M, Berar-Yanay N. Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients: one year follow-up. *Eur Respir J.* janv 2004;23(1):61-5.
72. Bernardi E, Pomidori L, Bassal F, Contoli M, Cogo A. Respiratory muscle training with normocapnic hyperpnea improves ventilatory pattern and thoracoabdominal coordination, and reduces oxygen desaturation during endurance exercise testing in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2015;10:1899-906.
73. Paneroni M, Simonelli C, Saleri M, Trainini D, Fokom G, Speltoni I, et al. Short-Term Effects of Normocapnic Hyperpnea and Exercise Training in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Pilot Study. *Am J Phys Med Rehabil.* déc 2018;97(12):866-72.
74. Beekman E, Mesters I, Hendriks EJM, Klaassen MPM, Gosselink R, van Schayck OCP, et al. Course length of 30 metres versus 10 metres has a significant influence on six-minute walk distance in patients with COPD: an experimental crossover study. *J Physiother.* sept 2013;59(3):169-76.
75. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 1 juill 2002;166(1):111-7.
76. de Andrade AD, Silva TNS, Vasconcelos H, Marcelino M, Rodrigues-Machado MG, Filho VCG, et al. Inspiratory muscular activation during threshold therapy in elderly healthy and patients with COPD. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* déc 2005;15(6):631-9.
77. Perez T. Entraînement des muscles inspiratoires. *Rev Mal Respir.* juin 2005;22(3):521-3.
78. Silva IS, Pedrosa R, Azevedo IG, Forbes AM, Fregonezi GAF, Dourado Junior MET, Lima SRH, Ferreira GMH. Respiratory muscle training in children and adults with neuromuscular disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019, Issue 9. Art. No.: CD011711
79. Lumb AB. Pre-operative respiratory optimisation: an expert review. *Anaesthesia.* janv 2019;74 Suppl 1:43-8.

# ANNEXES

**ANNEXE I:** Diagramme de flux de l'équation « COPD AND (inspiratory muscle training OR « diaphragm strengthening » OR « diaphragm training ») » à partir du modèle PRISMA

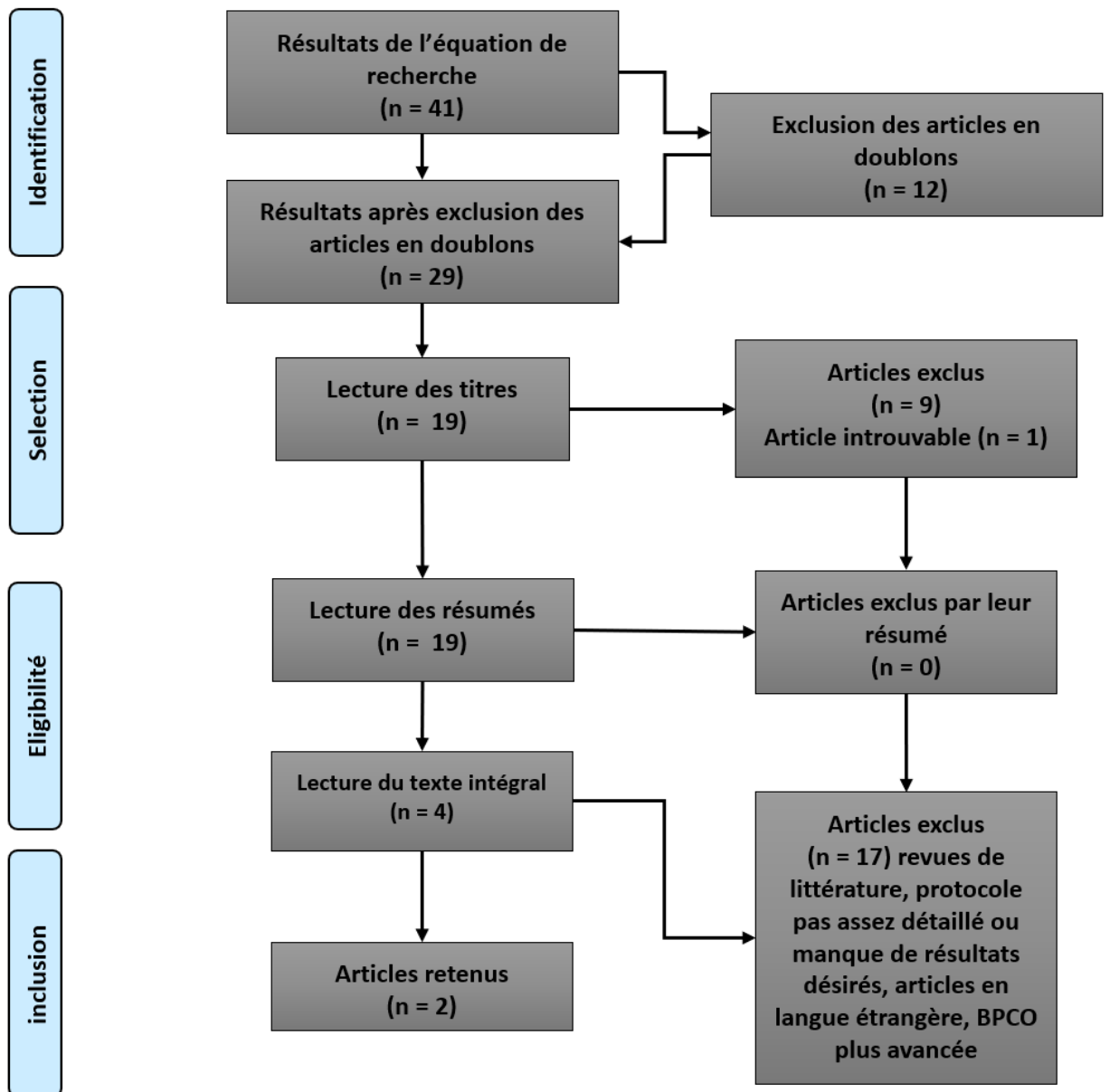
**ANNEXE II :** Diagramme de flux de l'équation « COPD AND (inspiratory muscle training OR « diaphragm strengthening » OR « diaphragm training ») » à partir du modèle PRISMA

**ANNEXE III :** Les cinq fiches de lecture détaillées incluses dans notre revue

**ANNEXE IV :** La grille d'évaluation de la Cochrane Collaboration tirée de l'étude de Higgins *et al*

## ANNEXE I:

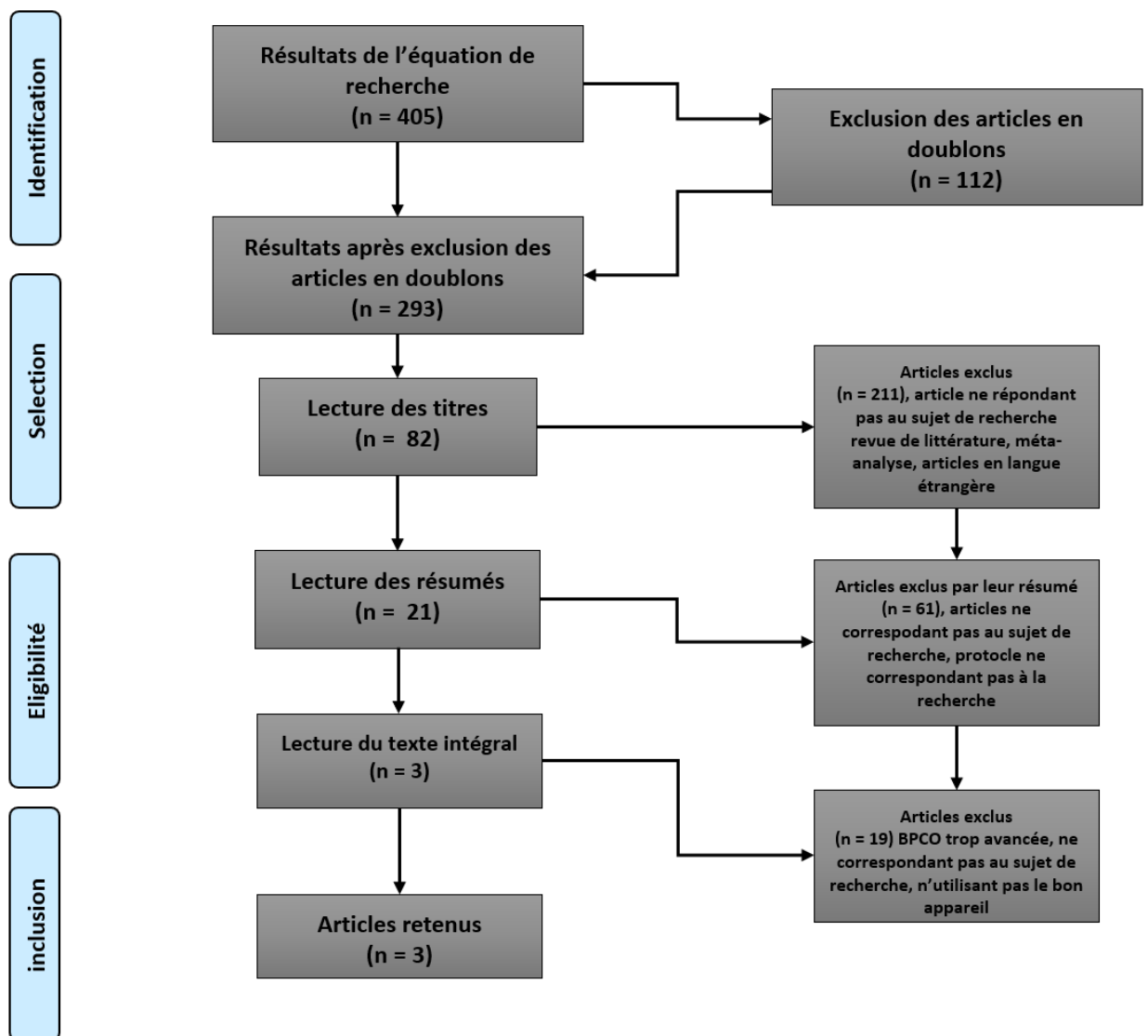
Diagramme de flux de l'équation « inspiratory muscle training AND COPD AND IMT threshold ((inspiratory muscle training) AND (COPD)) AND (IMT threshold) » à partir du modèle PRISMA





## ANNEXE II :

Diagramme de flux de l'équation « COPD AND (inspiratory muscle training OR « diaphragm strengthening » OR « diaphragm training ») » à partir du modèle PRISMA



## ANNEXE III :

Les cinq fiches de lecture détaillées incluses dans notre revue

Fiche de lecture : essai contrôlé randomisé (selon les lignes directrices CONSORT)			
Titre de l'article		Adherence to home-based inspiratory muscle training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease	
Auteurs/ Revue/ Année / Vol / Pages		Sørensen D, Svenningsen H. Adherence to home-based inspiratory muscle training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. Applied Nursing Research. 1 oct 2018;43:75-9.	
Résumé		Le résumé détaille : les objectifs, le type d'étude, le critère de jugement principal, les résultats et la conclusion	
		Description	Biais et Commentaires
Introduction	Contexte / Objectifs	<p><u>Contexte :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Point sur les effets de la BPCO</li> <li>- Description d'une étude montrant les effets bénéfiques que l'IMT (Gosselink et al., 2011)</li> <li>- L'adhérence aux programmes d'IMT reste selon l'étude faible</li> <li>- Une étude utilisant des sessions plus courtes montre un effet positif sur l'adhérence des patients (Langer et al. 2015)</li> <li>- Les auteurs supposent qu'un renforcement utilisant un appareil électronique a un effet positif sur l'adhérence mais reste coûteux</li> </ul> <p><u>Objectif :</u> Evaluer l'adhérence des patients à un programme d'IMT à domicile en utilisant un instrument threshold IMT</p> <p><u>Hypothèse :</u> Des séances de renforcement plus courtes ont un effet bénéfique sur l'adhérence des patients au programme</p>	Objectif clairement défini. Hypothèses énoncées.
		Essai contrôlé prospectif	Approprié au sujet de recherche. Non mentionné dans le titre.
Matériel et Méthode	Type d'étude		
		47 patients atteints de BPCO stade I et II recrutés et 36 sélectionnés à la suite de la complétion d'un programme de RP, 3 programmes différents utilisés pour le recrutement entre janvier et juillet 2015	

	<p style="text-align: center;"><b>Participants</b></p>	<p>L'étude suit les recommandations de la déclaration d'Helsinki et est approuvée par l'agence de protection des données danoise et le comité d'éthique national Le programme de RP préalable s'est déroulé sur 6 semaines</p> <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients atteints de BPCO légère à modérée ayant reçu une prescription de RP</li> <li>- Accès internet disponible à domicile et moyen électronique à disposition</li> <li>- Volonté de participer à l'étude</li> <li>- PI max égale ou inférieure à la valeur prédite pour un patient donné</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Troubles cognitifs</li> <li>- Troubles neurologiques</li> <li>- Troubles neuromusculaires</li> <li>- Troubles orthopédiques</li> </ul> <p>A l'admission :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 17 dans le groupe 1 : groupe « internet » feedback (site crée via SurveyXact)</li> <li>- 19 dans le groupe 2 : groupe « papier » no feedback</li> </ul>	
	<p style="text-align: center;"><b>Interventions</b></p>	<p>Protocole de 12 semaines de renforcement à domicile en utilisant le threshold et avec un logiciel de feedback automatique</p> <p>Entraînement préalable de tous les participants par une kinésithérapeute à l'utilisation du threshold</p> <p><u>Protocole :</u> Instructions données aux participants avant la réalisation de l'étude</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- S'entraîner 2 fois par jours (matin et soir)</li> <li>- 30 respirations à travers le threshold par session</li> <li>- Renseigner les sessions effectuées à chaque fin de session selon les modalités du groupe du patient</li> </ul> <p>Instructions données par le même kinésithérapeute à chaque patient</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1</li> </ul>	<p>168 séances de travail en tout</p> <p>Les données de l'échelle de Borg numérique ne sont pas enregistrées (difficultés de vérification des résistances à postériori)</p> <p>Protocole du groupe 2 ne comprend pas de modulation de la résistance, difficulté de comparabilité des deux groupes aussi bien en observance (à terme exercice perçu comme trop facile donc inutile par</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ PI à la résistance maximale tolérée</li> <li>○ Auto-évaluation de l'effort respiratoire perçu à chaque fin de session effectuée via une échelle de Borg numérique (objectif être entre 3 et 7)</li> <li>○ A partir de l'autoévaluation, réévaluation automatique de la nouvelle résistance pour la session suivante : si score &lt; 4 le patient est incité à augmenter la résistance de 2 cmH<sub>2</sub>O ; si le score est &gt; 7 le patient est incité à diminuer la résistance de 2 cmH<sub>2</sub>O</li> </ul> <p>- Groupe 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PI fixée à 30 % de la PImax</li> <li>○ Auto-évaluation de la difficulté sur une échelle de Borg et leurs séances journalières sur papier sans feedback</li> <li>○ Pas d'instructions de changement de résistances</li> </ul> <p>A la suite du protocole tous les participants sont invités à répondre à une enquête sur l'observance des protocoles à domicile</p>	les patients ?) et en augmentation de PI max
	Évaluation des initiales et critères de jugements	<p>Critère de succès : au moins 70 % des séances complétées</p> <p>Ont été évalués :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PImax évaluée via échelle de Borg, et par le programme de RP précédemment effectué</li> <li>○ Résistance du threshold</li> <li>○ 6MWT réalisé dans un gymnase de 15 m</li> <li>○ Le nombre de séances réalisées</li> </ul> <p>Tous les critères sont mesurés à la clinique municipale par les kinésithérapeutes et les expérimentateurs</p>	Le 6 MWT ne respecte pas les recommandations (30 m minimum) risque de sur-évaluation
	Taille de l'échantillon	36 patients répartis en 2 groupes de 17 et 19 patients	Petit nombre de participants.
	Mécanisme d'assignation secrète	Patients randomisés dans les différents groupes (mécanisme non précisé)	
<b>Randomisation</b>	Aveugle	Examineurs aveugle	Pas de notion de double aveugle ni de simple aveugle énoncé ni de

			randomisation via anonymisation des personnes
	Méthodes statistiques	<p>Comparaisons statistiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Test exact de Fischer pour assurer la comparabilité des groupes</li> <li>- Test de Kruskal-Wallis dit ANOVA unidirectionnelle sur rangs pour assurer l'égalité des populations</li> <li>- Test des rangs signés de Wilcoxon pour comparer les valeurs non paramétriques</li> <li>- Test appaillé pour évaluer les différences pré et post protocole</li> </ul>	
	Général	Les résultats sont détaillés, tableaux explicatifs, écart type, et diagramme de flux	
Résultats	Flux des participants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 dans le groupe 1 : groupe « internet » feedback (site crée via SurveyXact)</li> <li>- 15 dans le groupe 2 : groupe « papier » no feedback</li> </ul> <p>Présence d'abandons : 5 dans le groupe 1 et 4 dans le groupe 2</p> <p>Raisons : protocole trop chronophage (les 2 groupes), 1 dû à 2 exacerbations ayant nécessité une hospitalisation (groupe 1), 1 appareil trop complexe à utiliser (groupe 2), 2 participants perdus de vue (1 dans chaque groupe), 1 dû à des maux de tête (groupe 2)</p>	Détails de suivi des participants. Plus grande proportion d'abandons dans le groupe feedback
	Critères de jugement et estimations	<p>Critère de succès : au moins 70 % des séances complétées : <b>succès pour le groupe 1 (87% contre 67 %)</b></p> <p>Ont été évalués :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ P<sub>Imax</sub> évaluée via échelle de Borg, et par le programme de RP précédemment effectué <b>différence significative pour le groupe 1 (pas de différence significative dans le groupe 2)</b></li> <li>○ Résistance du threshold <b>augmentation significative (mesure dans le groupe 1 uniquement)</b></li> <li>○ 6MWT <b>différence significative pour le groupe 1 (pas de différence significative dans le groupe 2)</b></li> <li>○ Le nombre de séance réalisées <b>différence significative pour le groupe 1</b></li> </ul>	<p>Chaque variable est décrite dans un tableau mis à part</p> <p>Une réponse est donnée à l'ensemble des critères</p> <p>Augmentation de la résistance du threshold n'est « que » de 10,1 cmH<sub>2</sub>O alors qu'il y'a changement de +/- 2 cmH<sub>2</sub>O à chaque sessions sur 12 semaines (difficulté possible de la charge initiale ?)</p>
	Risques	Maux de tête décrits par 3 patients (1 ayant arrêté l'étude) pas d'autres effets secondaires décrits	

<b>Discussion</b>	<b>Discussion des résultats (biais / imprécisions)</b>	<p>Les résultats de l'étude indiquent que leur protocole avec feedback automatique apporte une amélioration au niveau de la force des muscles inspiratoires, les capacités fonctionnelles matérialisées par le 6MWT ainsi que de l'observance des patients. D'autres études indiquent que les patients atteints de BPCO semblent montrer une faible adhérence même si elle semble augmenter avec des sessions d'exercices plus courts. D'autres études montrent aussi que des auto-rapports sur les sessions effectuées avec des outils simples apportent de meilleurs résultats sur l'observance</p> <p>Comparaison des résultats avec d'autres études : Blackstock et al., 2016, Langer et al. 2015, George, Kong, &amp; Stewart, 2007, Guy et al., 2012. Blasi et al. 2015, Vogelmeier et al., 2017, Geddes, O'Brien, Reid, Brooks, &amp; Crowe, 2008, Geddes et al., 2008 Grigsby et al., 2016</p> <p>L'ajout d'un système de rappel de séance aurait pu être intéressant.</p> <p>Impossibilité pour l'étude de déterminer si la différence dans l'observance vient du mode de rapport, du bénéfice perçu par les 2 protocoles. Certains résultats au 6MWT suggèrent que le nombre de séances n'implique pas nécessairement une augmentation de distance (2 personnes à plus de 120 séances ont vu leur test diminuer de 10 m ou plus). Mais ces assertions ne peuvent être corrélées du fait que l'étude ne prend pas en compte certaines mesures notamment la qualité de vie et les habitudes des patients</p> <p>Les perdus de vue restent dans les normes.</p> <p><u>Limitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les participants peuvent être considérés comme moins malades que les personnes rejetées de l'étude</li> <li>- Problèmes pour certains patients du groupe 1 à compléter leurs sessions du fait de mauvaise connexion internet</li> <li>- Manque de certaines données collectées dans le groupe 1 pour une analyse plus complète</li> </ul>	Les résultats semblent répondre à l'objectif prédéfini.
	<b>Score PEDro</b>	<b>4/10</b>	
<b><u>Détails du score PEDro :</u></b>			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui

- 1 Critères d'éligibilité : Oui,  
2 Répartition aléatoire : Oui  
3 Allocation cachée : Non  
4 Comparabilité de référence : Oui (groupes comparables : mesures effectuées avant et après le protocole),  
5 Sujets aveugles : Non,  
6 Thérapeutes aveugles : Non,  
7 Évaluateurs aveugles : Non,  
8 Suivi adéquat : Non ;  
9 Analyse en intention de traiter : Non,  
10 Comparaisons entre groupes : Oui (les résultats statistiques des comparaisons inter-groupes sont indiqués pour chaque critère de jugement),  
11 Estimations ponctuelles et variabilité : Oui (moyennes, écart-types et statistiques donnés).

**Détails des biais selon la Cochrane Collaboration :**

<b>Sélection</b>	Randomisation	● Patients randomisés dans les différents groupes par mécanismes inconnus
	Répartition	● inconnue
<b>Performance</b>	● Pas « d'aveugle ».	
<b>Détection</b>	● Les thérapeutes correspondent aux évaluateurs.	
<b>Attrition</b>	● Analyse des résultats pour chaque critère	
<b>Rapportés par les auteurs</b>	● L'auteur rapporte les biais rencontrés.	
<b>Autres biais</b>	● imprécision dans les descriptions du protocole, absence de randomisation décrite, protocole de soins assez différent entre les groupes, certains tests ne suivent pas les recommandations,	

● Faible ; ● Fort ; ● Incertain

## Fiche de lecture : essai contrôlé randomisé (selon les lignes directrices CONSORT)

Titre de l'article	Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease
Auteurs/ Revue/ Année / Vol / Pages	Mehani SHM. Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. Clin Interv Aging. 2017 Oct 12;12:1705-1715.
Résumé	Le résumé détaille : les objectifs, le type d'étude, les critères de jugements, le type d'intervention, les résultats et la conclusion

		<i>Description</i>	<i>Biais et Commentaires</i>
<i>Introduction</i>	Contexte / Objectifs	<p><u>Contexte</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description de la BPCO et ses symptômes</li> <li>- Description de l'utilisation de l'IMT et de l'EMT dans les différentes études</li> <li>- Présentation rapide de l'étude et de ses résultats</li> <li>- Détail des symptômes de la BPCO : intolérance à l'exercice, hypoxie</li> <li>- Descriptions des modifications musculaires dues à la maladie</li> <li>- Présentation de l'utilité et des apports du renforcement des muscles inspiratoires</li> <li>- Les patients ayant une faiblesse des muscles inspiratoires gagneraient plus de bénéfices à l'IMT</li> </ul> <p><u>Objectif</u> : comparer les effets de l'IMT et de l'EMT chez des hommes âgés atteints de BPCO modérée</p> <p><u>Hypothèse</u> : non énoncée</p>	Objectif clairement défini. Hypothèses non énoncées.
<i>Matériel et</i>	Type d'étude	Essai contrôlé prospectif	Approprié au sujet de recherche. Non mentionné dans le titre.



	Participants	<p><b>50</b> hommes atteints de BPCO stade II recrutés à la clinique d’Imbaba de l’institut nationale d’allergie et de pathologie thoracique à Gizeh (Egypte)</p> <p><u>Critères d’inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients atteints de BPCO stade II</li> <li>- Age entre 50 et 60 ans</li> <li>- Pas d’infections pulmonaires dans les 2 mois précédents l’étude</li> <li>- Pas de participation à un programme de PR</li> </ul> <p><u>Critères d’exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BPCO au stade III ou supérieur</li> <li>- Infection thoracique dans les 2 dernier mois</li> <li>- Insuffisance respiratoire chronique nécessitant une supplémentation en O<sub>2</sub></li> <li>- Rétention de CO<sub>2</sub></li> <li>- Utilisation de corticoïdes ou stéroïdes anabolisants dans les 3 mois précédent l’étude</li> <li>- Pathologie cardiaque</li> <li>- Trouble neurologiques ou musculosquelettique</li> <li>- Hypertension artérielle pulmonaire</li> <li>- Trouble cognitif pouvant altérer la compliance</li> </ul> <p>A l’admission :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le groupe 1 : groupe IMT</li> <li>- Dans le groupe 2 : groupe EMT</li> </ul> <p>Pas de différence significative entre les 2 groupes</p>	
	Interventions	<p>Un protocole de 2 mois de 3 séances par semaine</p> <p>L’étude suit les critères de la déclaration d’Helsinki et est approuvée par un comité d’éthique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : IMT <ul style="list-style-type: none"> <li>o 6 sessions de 5 respirations profondes à travers l’appareil par session</li> </ul> </li> </ul>	<p>Début à 15 % de la PI max d’autres études montrent une faible efficacité en dessous de 30 %</p> <p>Pas de description du choix de la résistance selon la difficulté exprimée</p>

- Résistance à 15 % de la PI max avec augmentation de 5 à 10 % de la résistance par semaine jusqu'à 60 %
- Placebo d'EMT avec 7 cmH<sub>2</sub>O de résistance
- PI max réévaluée chaque semaine pour ajuster les résistances
- Groupe 2 : EMT
  - 6 sessions de 5 respirations profondes à travers l'appareil par session
  - Résistance à 15 % de la PE max avec augmentation de 5 à 10 % de la résistance par semaine jusqu'à 60 %
  - Placebo d'IMT avec 7 cmH<sub>2</sub>O de résistance
  - PE max réévaluée chaque semaine pour ajuster les résistances

L'augmentation de la résistance est décidée selon la cotation du patient de sa difficulté à l'exercice par l'échelle de Borg

Chaque groupe réalise son entraînement sous supervision des kinésithérapeutes et mesure de la pression. La difficulté ciblée est de 3 sur l'échelle de Borg

### Évaluation des initiales et critères de jugements

Patients suivis médicalement tout le long de l'étude

Ont été mesurés : dans les deux groupes

- Via spirométrie en position assise
  - Capacité vitale forcée (CVF)
  - VEMS
  - Score de Tiffeneau
  - L'écart par rapport à la valeur prédite du VEMS et de la CVF en pourcent

Mesurés 3 fois et la meilleure valeur est retenue uniquement si la CVF et le VEMS ne diffèrent pas de plus de 5% des autres valeurs

- Via mesure instrumentale : dans les deux groupes
  - Une mesure de la PI max

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Une mesure de la PE max</li> </ul> <p>Mesurés 3 fois et la meilleure valeur est retenue uniquement si les valeurs maximales ne diffèrent pas de plus de 5% des autres valeurs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Via gaz du sang au repos sans adjonction d'oxygène : dans les 2 groupes <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La saturation, la pression partielle en O<sub>2</sub> et en CO<sub>2</sub>, les bicarbonates et le pH</li> </ul> </li> <li>- Un 6MWT selon les recommandations</li> </ul> <p>2 tests effectués avec 15 minutes de repos et le meilleur score est retenu</p> <p>Les instruments utilisés sont les IMT et EMT threshold de la société Respironics avec pour valeur de résistance 5 à 41 cmH<sub>2</sub>O et une résolution de 2 cmH<sub>2</sub>O pour l'IMT et 1 cmH<sub>2</sub>O pour l'EMT</p>	
	Taille de l'échantillon	<p>50 patients répartis en 25 patients par groupe</p> <p>Calcul de l'échantillon nécessaire = 40</p>	
<b>Randomisation</b>	Mécanisme d'assignation secrète	<p>Patients randomisés dans les différents groupes par la méthode des enveloppes fermées</p> <p>50 enveloppes avec une carte A ou B le patient pioche une enveloppe et est assigné au groupe correspondant</p>	
	Aveugle	<p>Randomisation effectuée par une personne indépendante de l'étude</p> <p>Collecte de données effectuée par une personne extérieure aux séances et aveugle sur le protocole assigné au patient</p>	
	Méthodes statistiques	<p>Comparaisons statistiques via le logiciel SPSS v19</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Test t</li> <li>- MANOVA : analyse de variance multivariée</li> <li>- Bonferroni test : suivre les relations post-test des variables des 2 groupes</li> <li>- Corrélation de Pearson : mesure de la corrélation entre les paramètres</li> <li>- Seuil significatif fixé à p&lt; à 0.05</li> </ul> <p>Calcul de l'échantillon nécessaire via logiciel G*Power</p>	
<b>Ré sul tats</b>	Général	<p>Les résultats sont détaillés, tableaux explicatifs, écart type, et diagramme de flux</p>	

	Flux des participants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 25 dans le groupe 1 : groupe IMT</li> <li>- 25 dans le groupe 2 : groupe EMT</li> </ul> Présence d'abandons : 10 abandons en tout, 5 dans chaque groupe. 6 pour difficultés de transport 4 pour exacerbations dû à une infection bactérienne Analyse statistique ne montre pas de différence entre ces patients et les patients restants	Détails de suivi des participants.
	Critères de jugement et estimations	Ont été évalués : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Via spirométrie en position assise             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacité vitale forcée (CVF)</li> <li>o VEMS</li> <li>o Score de Tiffeneau</li> <li>o L'écart par rapport à la valeur prédite du VEMS et de la CVF en pourcent</li> </ul> </li> </ul> Groupe 1 : augmentation significative de toutes les variables sauf le score de Tiffeneau Groupe 2 : augmentation significative de toutes les variables  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Via mesure instrumentale : dans les deux groupes             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Une mesure de la PI max : augmentation significative dans le groupe 1 mais pas dans le groupe 2</li> <li>o Une mesure de la PE max : augmentation significative dans le groupe 2 mais pas dans le groupe 1</li> </ul> </li> </ul> Mesurés 3 fois et la meilleur valeur est retenue uniquement si les valeurs maximales ne diffèrent pas de plus de 5% des autres valeurs  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Via gaz du sang au repos sans adjonction d'oxygène : dans les 2 groupes             <ul style="list-style-type: none"> <li>o La saturation, la pression partielle en O<sub>2</sub> et en CO<sub>2</sub>, les bicarbonates et le pH</li> </ul> </li> </ul> Groupe 1 : augmentation significative plus importante que dans le groupe 2, de la PaO <sub>2</sub> , bicarbonates et saturation, diminution significative de la PaCO <sub>2</sub> mais pas de différence significative pour le pH Groupe 2 : augmentation significative de la PaO <sub>2</sub> , bicarbonates et saturation, diminution significative de la PaCO <sub>2</sub> mais pas de différence significative pour le pH	Chaque variable est décrite dans un tableau mis à part Une réponse est donnée à l'ensemble des critères

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un 6MWT selon les recommandations</li> </ul> <p>Groupe 1 : augmentation significative plus importante que dans le groupe 2  Groupe 2 : augmentation significative</p> <p>Pas de différence significative entre les 2 groupes</p> <p>Il est à noter une corrélation forte entre force des muscles inspiratoires et distance au 6 MWT contre une corrélation modérée entre force des muscles expiratoires et distance au 6MWT.  La distance au 6 MWT est modérément corrélée avec les modifications des gaz du sang retrouvées dans les 2 groupes</p>	
	Risques	Pas d'effets secondaires à l'application du programme de réhabilitation.	
Discussion	Discussion des résultats (biais / imprécisions)	<p>Les patients atteints de BPCO ont une faiblesse des muscles inspiratoires et utilisent donc une plus grande part de leur PI max les causes de ce déficit sont nombreuses. Cette étude a montré l'efficacité supérieure de l'IMT par rapport à l'EMT sur de nombreux paramètres aussi bien fonctionnels, respiratoires ou biologiques  Des études retrouvent les mêmes améliorations sur ces paramètres. D'autres études montrent cependant aussi une augmentation du score de Tiffeneau sur un programme court de 4 semaines d'IMT.  L'amélioration des gaz du sang peut aussi s'expliquer par le fait que l'IMT diminue les asynchronies respiratoires au niveau thoraco-abdominal.  D'autres études ont trouvé qu'un IMT à haute intensité 80 % (en force) couplées à un travail en endurance (60 %) réduisait les hyperinflations pulmonaires chez les patients BPCO  L'IMT participerait à l'augmentation des fibres de types II dans les muscles ce qui peut expliquer ses bénéfices. La supériorité de l'IMT sur l'EMT pourrait s'expliquer par le fait qu'un renforcement des muscles expiratoires seuls n'est pas suffisant pour diminuer la dyspnée lors de l'effort</p> <p>Le seuil pronostic pour le 6MWT se situe à 350 m (avec un minimum de 54 m pour établir une différence significative)</p>	Les résultats semblent répondre à l'objectif prédéfini.

Comparaison des résultats avec d'autres études : Leelarungrayub et al, Beaumont et al, Ahmed et al, Tudorache et al, Petrovic et al, Weiner et al, Hill et al, Koppers et al, Bavarsad et al. Mota et al, Chien et al, Nield et al, Neves et al

D'autres études semblent cependant montrer que l'IMT et l'EMT n'ont pas d'effet sur l'amélioration de la saturation (même si leur protocole diffère). Une autre étude indique que l'EMT à faible résistance (10 %) peut permettre une augmentation de la PI max

Limitation :

- Patients uniquement masculins
- Absence de groupe contrôle
- Comparaison avec d'autres techniques nécessaires

<b>Score PEDro</b>	<b>6/10</b>
--------------------	-------------

**Détails du score PEDro :**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui

- 1 Critères d'éligibilité : Oui,
- 2 Répartition aléatoire : Oui
- 3 Allocation cachée : Oui
- 4 Comparabilité de référence : Oui (groupes comparables : mesures effectuées avant et après le protocole),
- 5 Sujets aveugles : Oui,
- 6 Thérapeutes aveugles : Non,
- 7 Évaluateurs aveugles : Non,
- 8 Suivi adéquat : Oui ;
- 9 Analyse en intention de traiter : Oui,
- 10 Comparaisons entre groupes : Oui (les résultats statistiques des comparaisons inter-groupes sont indiqués pour chaque critère de jugement),
- 11 Estimations ponctuelles et variabilité : Oui (moyennes, écart-types et statistiques donnés).

**Détails des biais selon la Cochrane Collaboration :**

<b>Sélection</b>	Randomisation	● Patients randomisés dans les différents groupes par enveloppes fermées
	Répartition	● Réalisée par le hasard
<b>Performance</b>	● notion « d'aveugle » présente	
<b>Détection</b>	● Les thérapeutes ne correspondent pas aux évaluateurs.	
<b>Attrition</b>	● Analyse des résultats pour chaque critère	
<b>Rapportés par les auteurs</b>	● L'auteur rapporte les biais rencontrés.	
<b>Autres biais</b>	● imprécision dans les descriptions du protocole	

● Faible ; ● Fort ; ● Incertain

**Fiche de lecture : essai contrôlé randomisé (selon les lignes directrices CONSORT)**

Titre de l'article	Comparing Inspiratory Resistive Muscle Training with Incentive Spirometry on Rehabilitation of COPD Patients
Auteurs/ Revue/ Année / Vol / Pages	Heydari A, Farzad M, Ahmadi hosseini SH. Comparing Inspiratory Resistive Muscle Training with Incentive Spirometry on Rehabilitation of COPD Patients. Rehabil Nurs. 2015 Jul-Aug;40(4):243-8.
Résumé	Le résumé détaille : les objectifs, le type d'étude, les critères de jugements, le type d'intervention, les résultats et la conclusion

*Description*

*Biais et Commentaires*

<i>Introduction</i>	Contexte / Objectifs	<p><u>Contexte :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description de la BPCO de son coût en santé et que sa prévalence dans la mortalité américaine</li> <li>- Description des programmes de PR et de leur composition</li> <li>- Description de l'IMT et de ses modalités et utilités</li> <li>- Description de la spirométrie et de ses effets surtout chez les patients en phase postopératoire pour prévenir les complications pulmonaires mais aussi établis sur les muscles respiratoires et ses possibles effets sur la BPCO (à démontrer)</li> </ul> <p><u>Objectif :</u> Etudier les effets de la spirométrie incitative sur la RP chez les patients atteints de BPCO et de comparer son efficacité avec l'IMT en utilisant le Powerbreath</p>	Objectif clairement défini. Hypothèse non énoncée.
	<i>Matériel et Méthode</i>	Type d'étude	Essai contrôlé prospectif
Participants		<p><b>30</b> patients atteints de BPCO II La taille de l'échantillon est déterminée via une formule de comparaison des moyens/population avec pour objectif <math>p = 0.05</math> et puissance de 80 %</p> <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients atteints de BPCO au stade II</li> <li>- Utilisation de bronchodilatateurs de longue durée</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence de maladie cardiaque</li> <li>- Présence d'une infection pulmonaire</li> </ul> <p>A l'admission :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le groupe 1 : groupe IMT</li> <li>- Dans le groupe 2 : groupe spirométrie incitative</li> </ul>	Critères d'inclusion et de non-inclusion peu détaillés
		Un protocole de 4 sessions de 2 séances 15 minutes par semaine durant 4 semaines est mis en place Protocole approuvé par un comité d'éthique et consentement éclairé réaccueilli	32 séances de travail en tout



	Interventions	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Groupe 1 : IMT <ul style="list-style-type: none"> <li>o 40 % de la PI max pour une semaine</li> <li>o Augmentation de 5 à 10 % de la PI initiale par sessions jusqu'à 60 % de la PI max du patient à la semaine 4</li> </ul> </li> <li>- Groupe 2 : spirométrie incitative : Via exercices volumétriques, protocole : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Expiration normale au début du protocole</li> <li>o Le patient place l'embout autour de sa bouche et s'assure qu'il n'y a pas de fuite</li> <li>o Inspiration maximale</li> <li>o Souffle retenu durant 3 secondes</li> <li>o Le patient enlève l'embout de sa bouche et expire normalement</li> <li>o Technique répétée 10 à 15 fois</li> <li>o Une fois le protocole terminé, le patient prend une grande inspiration et tousse</li> </ul> </li> </ul> <p>Entraînement avec 2 sessions à domicile et 2 sessions sous la supervision d'une infirmière</p>	Question de la comparabilité des deux protocoles
	Évaluation des initiales et critères de jugements	<p>Ont été évalué :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité vitale forcée via spirométrie</li> <li>- VEMS via spirométrie</li> <li>- Débit expiratoire de pointe (PEFR) via spirométrie</li> <li>- Capacité ventilatoire maximale (MVV) via spirométrie</li> <li>- PI max via mesure instrumentale « Micro respiratory pressure meter »</li> <li>- Volume courant (tidal volume) via spirométrie</li> <li>- Fréquence respiratoire (respiratory rate) via observation de la fréquence durant une minute</li> </ul> <p>Chaque test évalué 2 fois avec mesure de fiabilité  Évaluation initiale, à 2 semaines et à 4 semaines</p>	
	Taille de l'échantillon	30 patients répartis en 15 patients par groupe	Petit nombre de participants.

<b>Randomisation</b>	Mécanisme d'assignation secrète	Patients randomisés, mécanisme de randomisation inconnu	
	Aveugle	Inconnu	Pas de description du protocole de randomisation
	Méthodes statistiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formule de comparaison des moyens/population avec pour objectif <math>p = 0.05</math> et puissance de 80 %, pour le nombre de patients nécessaires</li> <li>- Analyse de variance ANOVA</li> </ul>	
<b>Résultats</b>	Général	Les résultats détaillés, tableaux explicatifs, écart type	Absence de diagramme de flux
	Flux des participants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15 dans le groupe 1 : groupe IMT</li> <li>- 15 dans le groupe 2 : groupe spirométrie incitative</li> </ul> Présence d'abandon non détaillé	Pas de détails de suivi des participants.
	Critères de jugement et estimations	Ont été évalués : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacité vitale forcée via spirométrie</li> <li>○ VEMS via spirométrie</li> <li>○ Débit expiratoire de pointe (PEFR) via spirométrie <b>Amélioration significativement plus importante dans le groupe spirométrie incitative</b></li> <li>○ Capacité ventilatoire maximale (MVV) <b>Amélioration significativement plus importante dans le groupe IMT</b></li> <li>○ PI max vi <b>Amélioration significativement plus importante dans le groupe IMT</b></li> <li>○ Volume courant (tidal volume) via spirométrie</li> <li>○ Fréquence respiratoire (respiratory rate) via observation de la fréquence durant une minute</li> </ul> <b>Amélioration significative pour tous les paramètres aux semaines 2 et 4</b>	Chaque variable est décrite dans un tableau Une réponse est donnée à l'ensemble des critères
	Risques	Pas d'effets secondaires à l'application du programme de réhabilitation.	
<b>Discussion</b>		Nouveau point sur la BPCO et ses atteintes, justification de l'utilité de la RP. Les résultats de l'étude montrent qu'un programme court de réentraînement de la fonction pulmonaire via spirométrie incitative et l'IMT apporte des améliorations sur les différentes fonctions respiratoires.	Les résultats semblent répondre à l'objectif prédéfini.

Discussion des résultats (biais / imprécisions)

La spirométrie incitative mime la respiration naturelle et incite le patient à prendre de grandes respirations, l'utilisation de la spirométrie incitative permet d'augmenter la pression trans-pulmonaire, les volumes inspiratoires et la performance des muscles inspiratoires.

L'IMT montre aussi des apports sur l'efficacité de la ventilation.

Comparaison des résultats avec d'autres études : American Association for Respiratory Care, 1991, Scherer et al., 2000, Igarashi, Konishi, & Suwa, 1994, Mokhtar, Nossier, & Abdel-Ghany, 2003, Geddes, O'Brien, Reid, Brooks, & Crowe, 2008; Hsiao, Wu, Wu, & Wang, 2003; Weiner, Magadle, Beckerman, Weiner, & Berar-Yanay, 2004, Fregonezi, Resqueti, Guell, Pradas, & Casan, 2005

Les données sur les paramètres respiratoires sont corrélées à celles d'autres études. D'autres études montrent aussi une amélioration sur des patients avec des atteintes plus avancées

Limitation :

- Généralisation de l'étude impossible car patients sélectionnés
- Etude sur du court terme
- Effets des deux techniques à long terme non recherché et donc impossibilité de déterminer si une persiste plus dans le temps

<b>Score PEDro</b>	<b>4/10</b>	
--------------------	-------------	--

**Détails du score PEDro :**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui

- 1 Critères d'éligibilité : Oui,
- 2 Répartition aléatoire : Oui
- 3 Allocation cachée : Non
- 4 Comparabilité de référence : Oui (groupes comparables : mesures effectuées avant et après le protocole),

- 5 Sujets aveugles : Non,
- 6 Thérapeutes aveugles : Non,
- 7 Évaluateurs aveugles : Non,
- 8 Suivi adéquat : Non ;
- 9 Analyse en intention de traiter : Non,
- 10 Comparaisons entre groupes : Oui (les résultats statistiques des comparaisons inter-groupes sont indiqués pour chaque critère de jugement),
- 11 Estimations ponctuelles et variabilité : Oui (moyennes, écart-types et statistiques donnés).

**Détails des biais selon la Cochrane Collaboration :**

<b>Sélection</b>	Randomisation	● patient randomisés mais pas de mécanisme précisé
	Répartition	● répartition non précisée dans l'étude
<b>Performance</b>	● Pas « d'aveugle ».	
<b>Détection</b>	● Les thérapeutes correspondent aux évaluateurs.	
<b>Attrition</b>	● Analyse des résultats pour chaque critère	
<b>Rapportés par les auteurs</b>	● L'auteur rapporte les biais rencontrés.	
<b>Autres biais</b>	● imprécision dans les descriptions du protocole, absence de randomisation propre, biais d'examineur un seul praticien exerçant les protocoles et les analysant, possible biais de confirmation l'étude n'étant pas en aveugle, pas de suivi à long terme	

● Faible ; ● Fort ; ● Incertain

Titre de l'article	The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients
Auteurs/ Revue/ Année / Vol / Pages	Tout R, Tayara L, Halimi M. The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients. Ann Phys Rehabil Med. 2013 Apr;56(3):193-211.
Résumé	Le résumé détaille : les objectifs, le type d'étude, les critères de jugements, le type d'intervention, les résultats et la conclusion

		<i>Description</i>	<i>Biais et Commentaires</i>
<b>Introduction</b>	Contexte / Objectifs	<p><u>Contexte :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description de la BPCO et ses symptômes ainsi que sa prévalence dans la mortalité mondiale</li> <li>- Description des critères de jugement de l'aggravation de la maladie : déclin VEMS, baisse de la qualité de vie et mortalité</li> <li>- Explication du mécanisme des tirages, d'adaptation progressive et de la fatigabilité des muscles inspiratoires (diaphragme en particulier) du fait de l'augmentation progressive du volume résiduel et donc de la force supplémentaire à développer lors de l'inspiration</li> <li>- Des atteintes des muscles respiratoires sont aussi observables (force conservée mais endurance diminuée).</li> <li>- Mise au point sur les modalités de prise en charge des patients BPCO</li> <li>- Constat de l'absence d'étude sur l'apport de l'IMT sur le syndrome dysautonomique</li> </ul> <p><u>Objectif :</u> Evaluer les effets sur l'augmentation des capacités fonctionnelles des muscles respiratoires, l'amélioration des conditions mécaniques diaphragmatiques, l'augmentation de la capacité à l'effort</p> <p><u>Hypothèse :</u> ce mode d'entraînement permettra : Amélioration de la performance élastique pulmonaire, amélioration de l'ampliation thoracique, amélioration du rendement mécanique du diaphragme, diminution de la dyspnée et amélioration de la qualité de vie et ce de façon supérieur à l'entraînement dans le groupe contrôle</p>	Objectif clairement défini. Hypothèses énoncées.
<b>Matériel et</b>	Type d'étude	Essai contrôlé prospectif	Approprié au sujet de recherche. Non mentionné dans le titre.

	Participants	<p><b>40</b> patients atteints de BPCO stade I et II recrutés à la suite d'une enquête chez des patients tabagiques ou ancien tabagiques (actif ou passif) (grade de BPCO testé à nouveau au début de l'inclusion par spirométrie)</p> <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients atteints de BPCO coopérant</li> <li>- Diagnostiqués cliniquement et par spirométrie grade I ou II selon les critères GOLD</li> <li>- Présentant un 50 % &lt; VEMS &lt; 80 % de la valeur prédite ou théorique à l'examen spirométrique.</li> <li>- Présentant une amélioration du VEMS &lt; à 15 % après prise de bronchodilatateurs</li> <li>- Entre 45 et 75 ans</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence d'une insuffisance cardiaque ou pathologie cardiaque associée</li> <li>- Présence d'une opération cardiaque ou pulmonaire même ancienne</li> <li>- Patient bénéficiant d'oxygénothérapie ou de prise de corticoïdes</li> <li>- Pathologies neuromusculaire associées</li> </ul> <p>A l'admission :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le groupe 1 : groupe inspiratoire</li> <li>- Dans le groupe 2 : groupe expiratoire</li> <li>- Dans le groupe 3 : groupe inspiratoire et expiratoire</li> <li>- Dans le groupe 4 : groupe contrôle/témoin</li> </ul>	
	Interventions	<p>Un protocole de 16 séances à raison de 2 séances/semaine sur 8 semaines est réalisé par chaque groupe avec la 1<sup>ère</sup> et dernière dédiée à la réalisation des bilans</p> <p>Chaque groupe a bénéficié du protocole suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AFE et ELTEGOL</li> <li>- Rééducation diaphragmatique</li> <li>- Entraînement des membres inférieurs (via vélo et tapis de marche)</li> </ul>	<p>14 séances de travail en tout</p> <p>Le nombre de cycle diffère pour le groupe 3 même si la globalité de l'entraînement effectué reste le même</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programme de soutien psychologique</li> <li>- Education à l'arrêt du tabac pour les sujets fumeurs</li> </ul> <p>Concernant les protocoles spécifiques à chaque groupe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le groupe 1 : 8 à 10 cycles de 2 (puis 3) minutes de renforcement des muscles inspiratoires par Threshold IMT ® par séances</li> <li>- Le groupe 2 : 8 à 10 cycles de 2 (puis 3) minutes de renforcement des muscles expiratoires par Threshold PEP ® par séances</li> <li>- Le groupe 3 : 4 à 5 cycles de 2 (puis 3) minutes de renforcement des muscles inspiratoires par Threshold IMT ® et des muscles expiratoires par Threshold PEP ® par séances (4 à 5 pour chaque dispositif)</li> <li>- Le groupe 4 : uniquement le protocole commun</li> </ul> <p>La charge de la résistance pour les groupes 1 à 3 est de 30 % de leur résistance maximale puis passe à 60 %, au fur et à mesure de l'étude le temps de travail passe de 20 à 30 minutes</p>	<p>Groupe 4 protocole commun certes mais pas de prise en compte de l'effet placebo éventuel</p> <p>Pas de description claire du moment où les valeurs et le temps de travail change</p>
	<p>Évaluation des initiale et critères de jugements</p>	<p>Ont été évalué :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Via spirométrie : le VEMS, le DEP, le DIP (débit instantané de pointe)</li> <li>- Via le questionnaire St George : la qualité de vie</li> <li>- La distance au 6 MWT</li> <li>- Via tensiomètre : la fréquence cardiaque de repos</li> <li>- Via l'échelle de Sadoul : la dyspnée à l'issue du 6MWT</li> <li>- Via l'échelle analogique de fatigue : la fatigue des membres inférieurs à la suite du 6MWT</li> <li>- Via radiographie : l'angle costo-diaphragmatique</li> <li>- Via threshold la force des muscles inspiratoires et expiratoires <ul style="list-style-type: none"> <li>o Avec pince-nez et en 3 essais le meilleur étant retenu</li> <li>o Pour les muscles inspiratoires via un Threshold IMT ® : PI max</li> <li>o Pour les muscles expiratoires via un Threshold PEP ® : PE max</li> </ul> </li> </ul>	<p>Pas de description de l'établissement des valeurs de tests pour les muscles inspiratoires et expiratoires</p>
	<p>Taille de l'échantillon</p>	<p>40 patients répartis en 10 patients par groupe</p>	<p>Petit nombre de participants.</p>

<b>Randomisation</b>	Mécanisme d'assignation secrète	Patients randomisés dans les différents groupes par ordre d'arrivée en consultation	
	Aveugle	Non	Pas de notion de double aveugle ni de simple aveugle énoncé ni de randomisation via anonymisation des personnes
	Méthodes statistiques	Comparaisons statistiques via logiciel Xlstat 2009 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moyennes comparées via test t de Student</li> <li>- Niveau significatif fixé à <math>p &lt; 0.05</math></li> </ul>	
<b>Résultats</b>	Général	Les résultats sont détaillés, tableaux explicatifs, écart type, et diagramme de flux	
	Flux des participants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 dans le groupe 1 : groupe inspiratoire</li> <li>- 10 dans le groupe 2 : groupe expiratoire</li> <li>- 10 dans le groupe 3 : groupe inspiratoire et expiratoire</li> <li>- 10 dans le groupe 4 : groupe contrôle/témoin</li> </ul> Présence d'abandon non détaillé	Détails de suivi des participants.
	Critères de jugement et estimations	Ont été évalués : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Via spirométrie : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Le VEMS <b>amélioration significative pour le groupe 1 uniquement</b></li> <li>o Le DEP <b>amélioration significative pour le groupe 1 uniquement</b></li> <li>o Le DIP <b>aucune amélioration significative pour aucun des groupes</b></li> </ul> </li> <li>- Via le questionnaire St George : la qualité de vie <b>amélioration significative pour tous les groupes</b></li> <li>- La distance au 6 MWT <b>amélioration significative pour le groupe 1 uniquement</b></li> <li>- Via tensiomètre : la fréquence cardiaque de repos <b>amélioration significative pour le groupe 1 uniquement</b></li> <li>- Via l'échelle de Sadoul : la dyspnée à l'issue du 6MWT <b>amélioration significative pour tous les groupes</b></li> <li>- Via l'échelle analogique de fatigue : la fatigue des membres inférieurs à la suite du 6MWT <b>amélioration significative pour tous les groupes</b></li> <li>- Via radiographie : l'angle costo-diaphragmatique <b>aucune amélioration significative pour aucun des groupes</b></li> </ul>	Chaque variable est décrite dans un tableau mis à part Une réponse est donnée à l'ensemble des critères



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Via threshold la force des muscles inspiratoires et expiratoires <ul style="list-style-type: none"> <li>o Avec pince-nez et en 3 essais le meilleur étant retenu</li> <li>o Pour les muscles inspiratoires via un Threshold IMT ® : PI max <b>amélioration significative pour le groupe 1 et 3 uniquement</b></li> <li>o Pour les muscles expiratoires via un Threshold PEP ® : PE max <b>aucune amélioration significative pour aucun des groupes</b></li> </ul> </li> </ul>	
	Risques	Pas d'effets secondaires à l'application du programme de réhabilitation.	
<i>Discussion</i>	Discussion des résultats (biais / imprécisions)	<p>Les résultats de l'étude indiquent que leur protocole apporte une amélioration au niveau de la force des muscles inspiratoires et expiratoires, la capacité cardiaque autonome, et les capacités fonctionnelles matérialisé par le 6MWT. Cependant aucune amélioration notée sur la fonction respiratoire.</p> <p>Comparaison des résultats avec d'autres études : Lacasse, 1997, Mota et al., 2007, Crisafulli et al., 2007, Dusser, 2008, Wijkstra et al, Lacasse, Mota et al., Redelmeier et al., Weiner et al., Derom et al., Crowe et al., Perez et Guenard.</p> <p>Les données sur les paramètres respiratoires sont corrélées à celles d'autres études, les patients les plus jeunes semblent obtenir le plus d'amélioration. Concernant le DIP seul les 3 sujets les plus jeunes (- de 51 ans) du groupe 1 ont présenté une amélioration importante, là aussi retrouvé dans la littérature, ce qui peut selon les expérimentateurs présenter un effet bénéfique que l'IMT Threshold ®. Les améliorations de l'ensemble des paramètres semblent plus importantes pour le groupe 1.</p> <p>Selon l'étude et d'autres données de la littérature, un réentraînement des muscles inspiratoires avec une résistance comprise entre 30 et 60 % de la PI max apporte un complément important aux programmes de rééducation pulmonaires</p> <p>La non-augmentation de la PE max peut être due à la faible différence entre la résistance maximale du dispositif Threshold PEP ® et la force des patients (21 cmH<sub>2</sub>O contre 18 à 18.5 cmH<sub>2</sub>O)</p> <p><u>Limitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilans et techniques ont été appliqués par le même physiothérapeute</li> <li>- Faible nombre de sujet</li> </ul>	Les résultats semblent répondre à l'objectif prédéfini.

<b>Score PEDro</b>	<b>3/10</b>
--------------------	-------------

**Détails du score PEDro :**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui

- 1 Critères d'éligibilité : Non,
- 2 Répartition aléatoire : Non
- 3 Allocation cachée : Non
- 4 Comparabilité de référence : Oui (groupes comparables : mesures effectuées avant et après le protocole),
- 5 Sujets aveugles : Non,
- 6 Thérapeutes aveugles : Non,
- 7 Évaluateurs aveugles : Non,
- 8 Suivi adéquat : Non ;
- 9 Analyse en intention de traiter : Non,
- 10 Comparaisons entre groupes : Oui (les résultats statistiques des comparaisons inter-groupes sont indiqués pour chaque critère de jugement),
- 11 Estimations ponctuelles et variabilité : Oui (moyennes, écart-types et statistiques donnés).

**Détails des biais selon la Cochrane Collaboration :**

<b>Sélection</b>	Randomisation	● Patients randomisés dans les différents groupes par ordre d'arrivée en consultation
	Répartition	● Réalisée par ordre d'arrivé en consultation
<b>Performance</b>	● Pas « d'aveugle ».	
<b>Détection</b>	● Les thérapeutes correspondent aux évaluateurs.	
<b>Attrition</b>	● Analyse des résultats pour chaque critère	

<b>Rapportés par les auteurs</b>	● L'auteur rapporte les biais rencontrés.
<b>Autres biais</b>	● imprécision dans les descriptions du protocole, absence de randomisation propre, biais d'examineur un seul praticien exerçant les protocoles et les analysant, possible biais de confirmation l'étude n'étant pas en aveugle

● Faible ; ● Fort ; ● Incertain

### Fiche de lecture : essai contrôlé randomisé (selon les lignes directrices CONSORT)

Titre de l'article	Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial
Auteurs/ Revue/ Année / Vol / Pages	Cutrim ALC, Duarte AAM, Silva-Filho AC, Dias CJ, Urtado CB, Ribeiro RM, Rigatto K, Rodrigues B, Dibai-Filho AV, Mostarda CT. Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial. <i>Respir Physiol Neurobiol.</i> 2019 May;263:31-37.
Résumé	Le résumé détaille : les objectifs, le type d'étude, les critères de jugements, le type d'intervention, les résultats et la conclusion

		<i>Description</i>	<i>Biais et Commentaires</i>
<b>Introduction</b>	<b>Contexte / Objectifs</b>	<p><u>Contexte :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description de l'impact de la BPCO sur la santé ainsi que de ses risques de comorbidité associés (syndrome dysautonomique, artériosclérose, VEMS diminué, faible tolérance à l'exercice et force musculaire ...)</li> <li>- Constat que les pathologies cardiovasculaires sont la cause de 25 % de la mortalité des patients BPCO</li> <li>- Constat que les atteintes de la BPCO sur les fonctions respiratoires créent une dyspnée d'intensité croissante avec l'avancée de la maladie</li> <li>- Des atteintes du SNA semblent être corrélées avec une bronchoconstriction importante. Des études montrent les bénéfices de l'activité physique et du renforcement sur la dysautonomie.</li> <li>- L'IMT montre des effets bénéfiques sur les capacités respiratoires et la tolérance à l'exercice</li> </ul>	<p>Objectif clairement défini. Pas d'hypothèses énoncées.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constat de l'absence d'étude sur l'apport de l'IMT sur le syndrome dysautonomique</li> </ul> <p><u>Objectif :</u> Evaluer les effets de l'IMT sur la fonction respiratoire, la tolérance à l'exercice et les fonctions du SNA chez les sujets atteints de BPCO</p>	
<i>Matériel et Méthode</i>	Type d'étude	Essai contrôlé randomisé prospectif	Approprié au sujet de recherche. Mentionné dans le titre.
	Participants	<p><b>22</b> patients atteints de BPCO recrutés à la suite d'un programme de PR entre 2016 et 2017 à l'hôpital universitaire présidente Dutra au Brésil.</p> <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients atteints de BPCO sans insuffisance cardiaque ou HTAP</li> <li>- Faiblesse des muscles respiratoires avérée : (P<sub>imax</sub> &lt; à 70 % de la valeur prédite)</li> <li>- Patients cliniquement stables avec traitement pharmacologique inchangé depuis au moins 1 mois.</li> </ul> <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients présentant des limitations fonctionnelles importantes (comme un IDM de moins de 3 mois)</li> <li>- Patients présentant du diabète ou de l'HTA</li> <li>- Patients avec une pathologie cardiaque non stabilisée</li> <li>- Pathologies respiratoires aiguës</li> <li>- Pathologie rhumatismales</li> <li>- Pathologie dégénérative</li> <li>- Déficit cognitif</li> <li>- Patients avec des séquelles neurologiques importantes</li> </ul> <p>A l'admission :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le groupe A : 11 patients dans le groupe contrôle</li> <li>- Dans le groupe B : 11 patients dans le groupe intervention</li> </ul>	

	Interventions	<p>Etude approuvée par le comité d'éthique local en respectant les recommandations d'Helsinki autant de participants dans les 2 groupes</p> <p>Un protocole de 12 semaines à raison de 3 séances par semaine</p> <p><u>Le groupe contrôle :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Même protocole mais sans résistance</li> </ul> <p><u>Le groupe interventionnel :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation du PowerBreath à 30 % de leur P<sub>I</sub>max</li> <li>- Entraînement 3 fois par semaines (week-end exclus)</li> <li>- Durant 12 semaines</li> <li>- Une séance consiste en : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Position d'exercice : assis sur une chaise confortable</li> <li>o 30 minutes d'entraînement par sessions à 15 à 20 cycles respirations par minutes (en VDAD)</li> <li>o Toutes les séances devaient être réalisées aux environs de la même heure (8-11 h)</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Les sujets ayant réalisé moins de 5 sessions par semaine n'ont pas été analysés (aberration du fait du protocole)</b></p>	<p>36 séances en tout</p> <p>Pas d'intervention pour le groupe contrôle (problème d'effet placebo) même si plus loin il est dit qu'il y a une intervention</p> <p>Protocole pas clair (erreurs de frappe ?) entre l'extrait et la description ainsi que même dans le matériel et méthode</p>
	Évaluation des initiale et critères de jugements	<p>Pour tous les sujets lors d'une journée dédiée (position assise pour l'ensemble des tests respiratoires)</p> <p>Tous ont dû expérimenter l'IMT avant le protocole d'entraînement pour 2 semaines.</p> <p>Classement du niveau de sévérité des patients via les critères GOLD</p> <p>Critères de jugement principaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une fois cette période achevée la P<sub>I</sub>max et P<sub>E</sub>max ont été mesurés. La P<sub>I</sub>max et P<sub>E</sub>max sont recueillis par inspirations et expirations profondes jusqu'au volume résiduel via le DHD Inspiratory Muscle Trainer (valve bi-directionnelle avec ouverture réduite (2 mm) cf</li> </ul>	

		<p><a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21985749/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21985749/</a> 6 essais sont réalisés, le meilleur des 6 est retenu, mesure de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ P<sub>Imax</sub></li> <li>○ P<sub>E<sub>max</sub></sub></li> </ul> <p>- Une spirométrie (suivant les recommandations de l'ATS (2005)) via « MicroLoop spirometer » effectuée par un technicien habilité : sont recueillis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ VEMS</li> <li>○ CV</li> <li>○ Score de Tiffeneau</li> </ul> <p>- Classement du niveau de sévérité des patients via les critères GOLD</p> <p>- Evaluation de la variabilité cardiaque via ECG durant 5 minutes</p> <p>Critères de jugement secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pression artérielle prise après 20 minutes en position assise via BP 710 (tensiomètre électronique) selon les recommandations The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention</li> <li>- 6 MWT effectué selon les normes de l'ATS</li> </ul>	
	Taille de l'échantillon	22 participants répartis en 11 patients par groupes	Petit nombre de participants.
<b>Randomisation</b>	Mécanisme d'assignation secrète	Patients anonymisés via programme informatique et assigné par une personne ne participant pas aux évaluations	
	Aveugle	Patients aveugles et examinateurs aveugles	Pas « d'aveugle » utilisé.
	Méthodes statistiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation du test Shapiro-Wilk pour l'analyse des données</li> <li>- Les différences entre les deux groupes sont analysées via une analyse de covariance. (test ANCOVA)</li> <li>- P fixé à 0.05 ou moins</li> <li>- L'effet de l'échantillon (effect size) (généralement utilisée en lien avec ANCOVA) est pris en compte dans l'étude : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluer la force de la relation entre 2 variables</li> </ul> </li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fixé à 0.8 (fort) pour être classé comme effet significatif</li> </ul>	
<b>Résultats</b>	Général	Les résultats sont détaillés, tableaux explicatifs, écart type, et diagramme de flux	Absence de graphiques en plus des tableaux
	Flux des participants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le groupe A : 11 patients dans le groupe contrôle</li> <li>- Dans le groupe B : 11 patients dans le groupe intervention</li> </ul> <p>Aucun abandon à noter</p>	Détails de suivi des participants.
	Critères de jugement et estimations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Via inspiratory muscle trainer               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PImax <b>différence significative avec amélioration groupe intervention</b></li> <li>○ PEmax <b>différence significative avec amélioration groupe intervention</b></li> </ul> </li> <li>- Via spirométrie               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ VEMS <b>pas de différence significative</b></li> <li>○ CV <b>pas de différence significative</b></li> <li>○ Score de Tiffeneau <b>pas de différence significative</b></li> <li>○ VEM 25/75 <b>pas de différence significative</b></li> </ul> </li> <li>- Evaluation de la variabilité cardiaque via ECG durant 5 minutes               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Variabilité cardiaque et variation des hautes fréquences <b>différence significative avec amélioration groupe intervention</b></li> <li>○ Autres variables mesurées <b>pas de différence significative</b></li> </ul> </li> <li>- Pression artérielle prise après 20 minutes en position assise <b>pas de différence significative</b></li> <li>- Test de marche de 6 minutes <b>pas de différence significative</b> mais <b>distance plus élevée dans le groupe intervention (effet de l'échantillon à 1.09) pourrait donc signifier une amélioration sur des échantillons plus importants</b></li> </ul>	<p>VEM 25/75 dans les résultats mais sa mesure initiale n'est pas annoncée</p> <p>Variables cardiaques mesurées non précisées dans l'analyse et non décrite dans l'étude (recherche internet nécessaire si néophyte)</p>
	Risques	Pas d'effets secondaires à l'application du programme de réhabilitation.	

<i>Discussion</i>	Discussion des résultats (biais / imprécisions)	<p>Les résultats de l'étude indiquent que leur protocole apporte une amélioration au niveau de la force des muscles inspiratoires et expiratoires, la capacité cardiaque autonome, et les capacités fonctionnelles matérialisé par le 6MWT. Cependant aucune amélioration notée sur la fonction respiratoire.</p> <p>Comparaison des résultats avec d'autres études : Corrêa et al., 2011, Mello et al., 2012, Ferreira et al., 2013, HS et al., 2001, Weiner et al., 2000, HS et al., 2001, Berry et al. 1996, Goldstein et al., 1989, Neves et al., 2014 et de Abreu et al., 2017 ....</p> <p>Il s'agit de la première étude à montrer un apport de l'IMT sur la modulation autonome du cœur. Une fonction cardiaque diminuée peut selon eux et Choudhury et al., 2014 entrainer un plus fort taux d'hospitalisation et 25 % de mortalité supplémentaire chez les patients BPCO</p> <p>D'autres études montrent l'apport de l'IMT dans d'autres pathologies sur le renforcement des muscles inspiratoires. Comparaison avec aussi d'autres études sur la BPCO indiquant des résultats allant dans le sens de cette étude</p> <p>Des études vont aussi dans le sens contraire : pas de différence entre IMT et renforcement entraînement physique, mais à nuancer car protocole court et petit nombre de sujet selon cette étude. Un méta analyse de 2014 semble elle montrer que l'IMT n'améliore pas le 6MWT</p> <p>Les expérimentateurs ajoutent cependant que même s'ils ont utilisé des résistances plus faibles que dans d'autres études ils ont tout de même eu des résultats intéressants. Ils précisent aussi que des résistances plus fortes pourraient limiter l'adhérence des patients qui est déjà faible</p> <p><u>Limitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de calcul de taille d'échantillon qui à pu mener à une sous-estimation du nombre de participants nécessaire</li> </ul>	<p>Les résultats semblent répondre à l'objectif prédéfini.</p> <p>L'absence de résultats sur la fonction respiratoire semble logique la maladie étant dégénérative et les volumes perdus ne pouvant être récupérés il serait peut-être plus intéressant de mesurer la rapidité d'aggravation des valeurs entre groupe IMT et contrôle sur un plus long terme ?</p> <p>Les auteurs ont comparé leurs résultats avec d'autres études de la littérature.</p> <p>Adhérence « déjà faible » mais aucun perdu de vue dans l'étude</p>
	<b>Score PEDro</b>	<b>7/10</b>	<b>Détails du score PEDro :</b>



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui

- 1 Critères d'éligibilité : Oui,
- 2 Répartition aléatoire : Oui
- 3 Allocation cachée : Oui
- 4 Comparabilité de référence : Oui (groupes comparables : mesures effectuées avant et après le protocole),
- 5 Sujets aveugles : Non,
- 6 Thérapeutes aveugles : Non,
- 7 Évaluateurs aveugles : Non,
- 8 Suivi adéquat : Oui ;
- 9 Analyse en intention de traiter : Oui,
- 10 Comparaisons entre groupes : Oui (les résultats statistiques des comparaisons inter-groupes sont indiqués pour chaque critère de jugement),
- 11 Estimations ponctuelles et variabilité : Oui (moyennes, écart-types et statistiques donnés).

**Détails des biais selon la Cochrane Collaboration :**

<b>Sélection</b>	Randomisation	● Randomisation faite à l'aide d'un programme informatique et attribués par un technicien extérieur à l'étude
	Répartition	● Réalisée.
<b>Performance</b>	● Pas « d'aveugle » du point de vue des thérapeutes.	
<b>Détection</b>	● Les thérapeutes correspondent aux évaluateurs.	
<b>Attrition</b>	● Analyse des résultats pour chaque critère, mention des pertes de patients.	
<b>Rapportés par les auteurs</b>	● L'auteur rapporte les biais rencontrés.	
<b>Autres biais</b>	● imprécision dans les descriptions du protocole, certains résultats ne sont pas annoncés comme mesurés au préalable	

● Faible ; ● Fort ; ● Incertain

## ANNEXE IV :

Grille d'évaluation de la Cochrane Collaboration tirée de l'étude de Higgins *et al*

Bias domain	Source of bias	Support for judgment	Review authors' judgment (assess as low, unclear or high risk of bias)
Selection bias	Random sequence generation	Describe the method used to generate the allocation sequence in sufficient detail to allow an assessment of whether it should produce comparable groups	Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate generation of a randomised sequence
	Allocation concealment	Describe the method used to conceal the allocation sequence in sufficient detail to determine whether intervention allocations could have been foreseen before or during enrolment	Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate concealment of allocations before assignment
Performance bias	Blinding of participants and personnel*	Describe all measures used, if any, to blind trial participants and researchers from knowledge of which intervention a participant received. Provide any information relating to whether the intended blinding was effective	Performance bias due to knowledge of the allocated interventions by participants and personnel during the study
Detection bias	Blinding of outcome assessment*	Describe all measures used, if any, to blind outcome assessment from knowledge of which intervention a participant received. Provide any information relating to whether the intended blinding was effective	Detection bias due to knowledge of the allocated interventions by outcome assessment
Attrition bias	Incomplete outcome data*	Describe the completeness of outcome data for each main outcome, including attrition and exclusions from the analysis. State whether attrition and exclusions were reported, the numbers in each intervention group (compared with total randomised participants), reasons for attrition or exclusions where reported, and any reinclusions in analyses for the review	Attrition bias due to amount, nature, or handling of incomplete outcome data
Reporting bias	Selective reporting	State how selective outcome reporting was examined and what was found	Reporting bias due to selective outcome reporting
Other bias	Anything else, ideally prespecified	State any important concerns about bias not covered in the other domains in the tool	Bias due to problems not covered elsewhere

\*Assessments should be made for each main outcome or class of outcomes.

## Résumé / Abstract

---

### Quel protocole proposer sur le renforcement des muscles inspiratoires destiné aux patients atteints de BPCO stade I ou II ? : Une revue systématique de la littérature

**Introduction :** La BPCO (Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive) touche près de 3,5 millions de personnes en France. De nombreux traitements peuvent être proposés pour améliorer la qualité de vie des patients. Ils comprennent les traitements pharmacologiques, les programmes d'éducation thérapeutique et de réentraînement musculaire divers allant d'un renforcement global à ciblé. Le renforcement des muscles inspiratoires (RMI) fait partie des traitements proposés aux patients, cependant aucune recommandations claires quant à sa mise en œuvre n'est émise. Ce travail vise à établir s'il existe un protocole de renforcement des muscles inspiratoires « idéal », applicable chez les patients atteints de BPCO stade I ou II.

**Matériel et méthode :** Cette recherche documentaire s'étend de juin 2020 à mai 2021 et inclut des études de 1990 à nos jours. Elle se focalise sur deux bases de données via deux équations de recherche. Les études retenues portent sur des patients atteints au stade I ou II de la maladie et bénéficiant d'un protocole de RMI mesurant la PI max ainsi qu'un autre critère de recherche comme un test de marche de 6 minutes, d'une évaluation de la dyspnée, de données spirométriques, d'une recherche sur la qualité de vie perçue ou de l'observance du traitement.

**Résultats :** Cinq articles ont été retenus par cette revue, il s'agit de 5 essais contrôlés randomisés. Ils ont été explorés via les grilles de lectures CONSORT. A la suite de leur analyse, il nous est possible d'émettre des hypothèses quant à ce protocole.

**Discussion :** De nombreuses autres études ont suggéré des protocoles plausibles et semblent indiquer l'utilité de ces derniers chez les patients cependant, il existe un manque de consensus sur ses modalités d'application et ce quel que soit la gravité de l'atteinte du patient de plus amples études sont nécessaires pour obtenir des recommandations fiables. Il apparaît qu'un protocole se basant sur 3 séances par semaines avec 6 séries de 5 respirations par séance durant 2 mois avec une résistance initiale de 30 % augmentant jusqu'à 60 % de la PI max serait le protocole idéal pour des patients BPCO au stade I ou II.

**Mots clés :** BPCO ; Renforcement des muscles inspiratoires ; Revue systématique

---

### Which protocol for the strengthening of inspiratory muscles intended for patients with stage I or II COPD ? : A systematic review of the literature

**Introduction:** COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) affects nearly 3.5 millions people in France. Many treatments can be offered to improve the quality of life of patients. They include pharmacological treatments, therapeutic education, and muscle re-training programs ranging from global to targeted strengthening. Inspiratory muscle strengthening (RMI) is one of the treatments offered to patients, however, no clear recommendations for its implementation are made. This work aims to establish whether there is an "ideal" inspiratory muscle strengthening protocol applicable in patients with stage I or II COPD.

**Material and method:** This literature search runs from June 2020 to May 2021 and includes studies from 1990 to the present day. It focuses on 2 databases via 2 search equations. The studies selected relate to patients with stage I or II of the disease and benefiting from an RMI protocol measuring the max PI as well as another research criterion, whether it is a walking test of 6 minutes, dyspnea assessment, spirometric data, perceived quality of life research, or treatment adherence.

**Results:** 5 articles were included in this review, these are 5 randomized controlled trials. They were explored via the CONSORT reading grids. Following their analysis, we can hypothesize about this protocol

**Discussion:** Many other studies have suggested plausible protocols and seem to indicate their usefulness in patients, however, there is a lack of consensus on its application modalities regardless of the severity of the patient's involvement. further studies are needed to obtain reliable recommendations. It appears that a protocol based on 3 sessions per week with 6 series of 5 breaths per session for 2 months with initial resistance of 30% increasing up to 60% of the max IP would be the ideal protocol for COPD patients at stage I or II. Keywords: COPD ; Strengthening inspiratory muscles ; Muscle strengthening

**Keywords:** COPD ; Inspiratory muscle training ; Systematic review