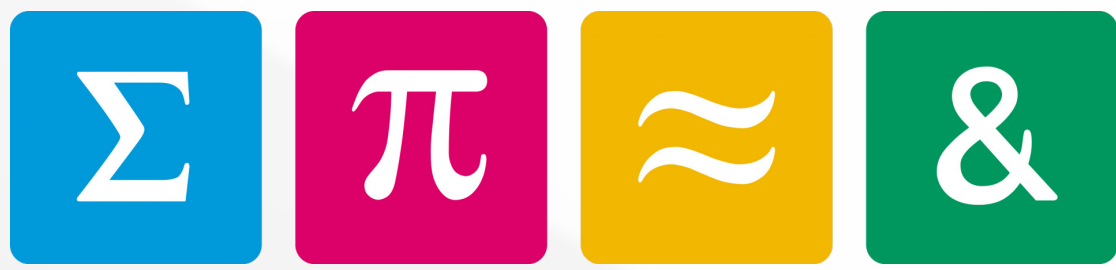


L'efficacité des techniques de Pression Expiratoire Positive dans le désencombrement pulmonaire du patient atteint de mucoviscidose : une revue systématique



Alice Bridel (alice.bridel@students.hevs.ch)
Morgane Duc (morgane.duc@students.hevs.ch)
Tamara Nef (tamara.nef@students.hevs.ch)
Sous la direction de Roger Hilfiker (roger.hilfiker@hevs.ch)



Méthode (39 études incluses)

26 études utilisées pour l'analyse quantitative :

- **Méta-analyse en réseau**
- 680 patients, 13 interventions

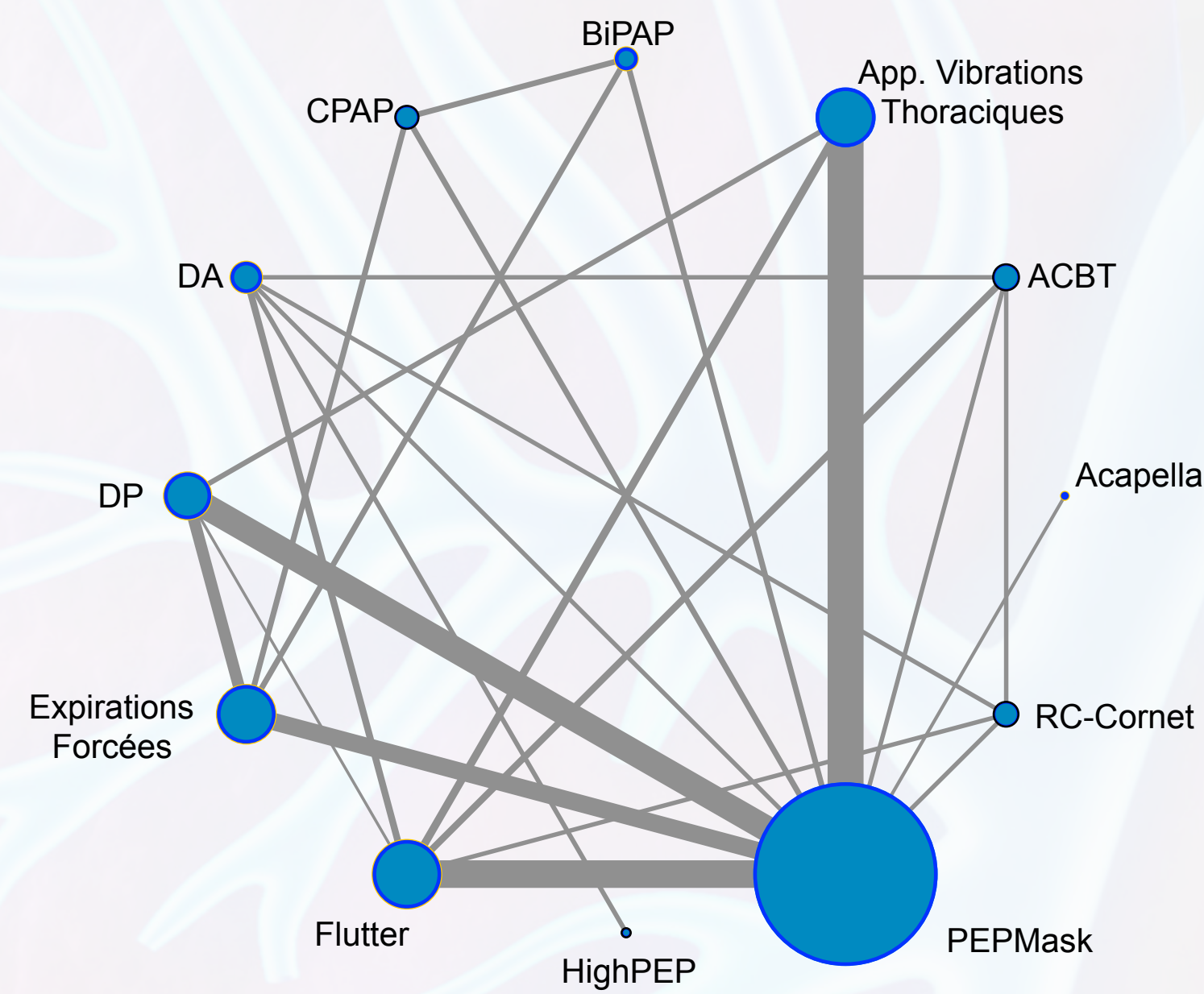
Complétée par une **analyse en sous-catégories**

13 études utilisées pour l'**analyse qualitative**

4 outcomes analysés (VEMS, CVF, Poids des sécrétions, Tolérance à l'effort)

1) VEMS (20 études)

Classement	Traitement	SUCRA
1	Acapella	0.80
2	Drainage Autogène	0.73



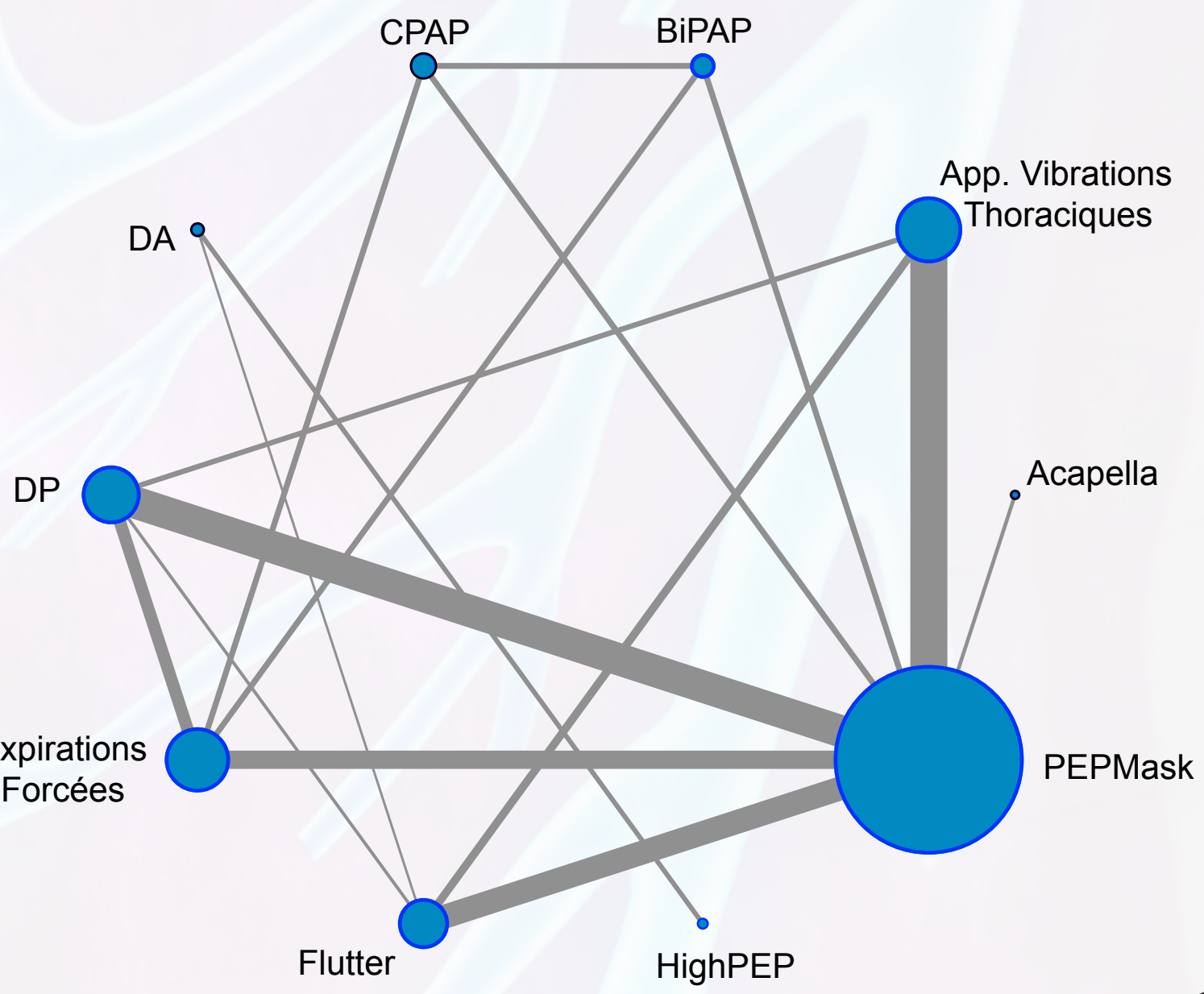
4) Tolérance à l'effort (3 études)

Méta-analyse standard étudiant le *6 Minutes Walk Test* et le *Modified 10m Shuttle Walk Test*

En raison du manque de précisions statistiques, aucune conclusion ne peut être tirée concernant cet outcome

2) CVF (19 études)

Classement	Traitement	SUCRA
1	App.Vib. Thoraciques	0.72
2	Acapella	0.71



Analyse en sous-catégories

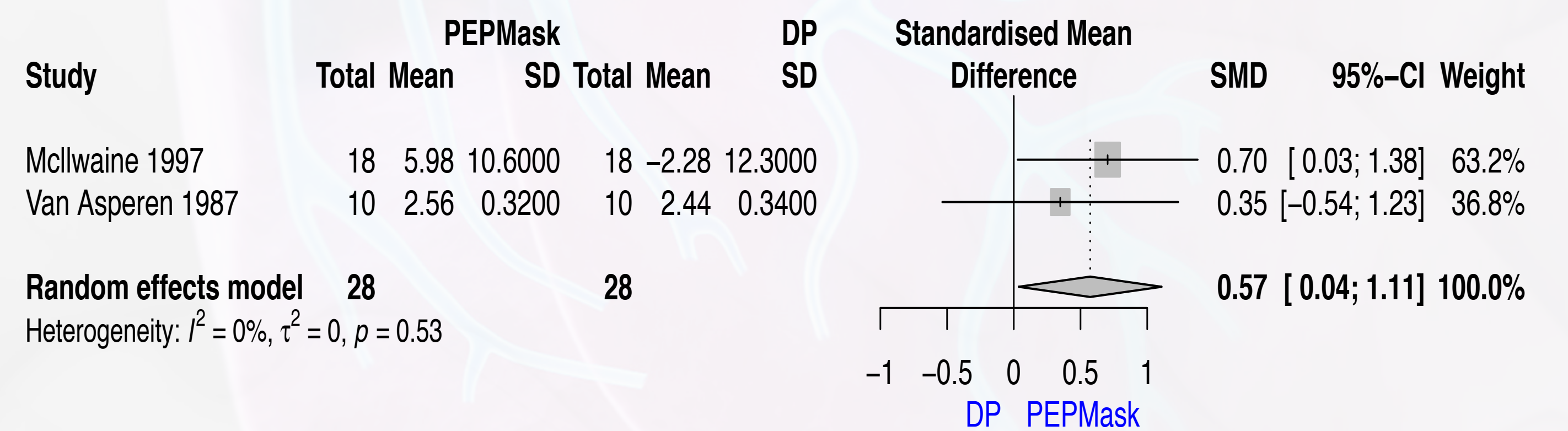
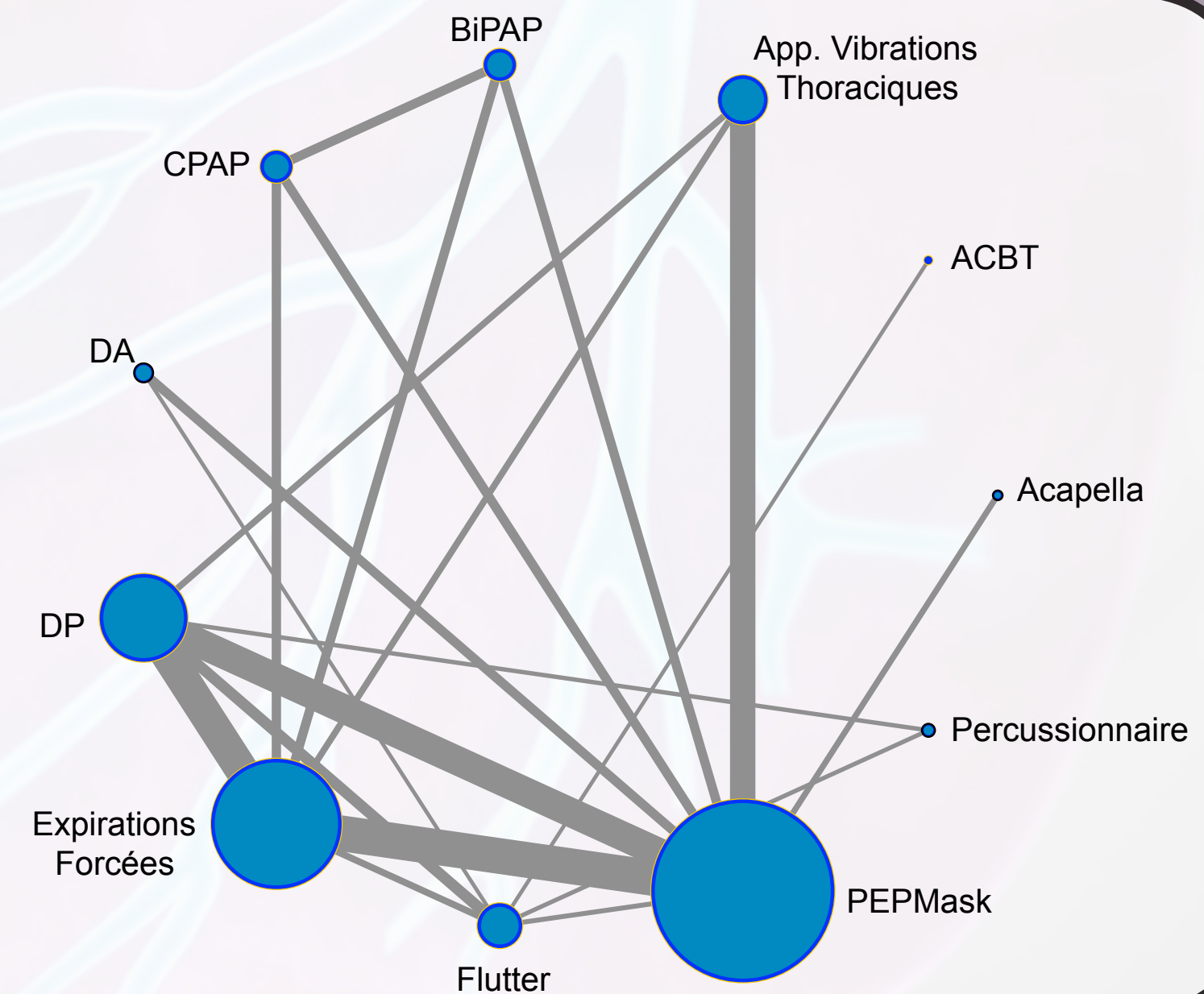
1. Âge (enfants / adultes / enfants et adultes)
2. Atteinte pulmonaire (stable / en phase d'exacerbation)
3. Durée du traitement (unique / court terme / long terme)

Un résultat statistiquement significatif :

Amélioration du VEMS avec le PEP-Mask par rapport au Drainage Postural chez les enfants stables suivant un traitement de longue durée

3) Poids des sécrétions (13 études)

Classement	Traitement	SUCRA
1	Drainage Autogène	0.76
2	Flutter	0.73



Conclusions du travail

Résultats **statistiquement non significatifs** mais le SUCRA peut aider les thérapeutes à **prioriser leurs interventions**

L'analyse en sous-catégories montre une **amélioration significative du VEMS avec le PEP-Mask** par rapport au Drainage Postural chez les **enfants stables** suivant un **traitement de longue durée**

Grande hétérogénéité et faible évidence

Nécessité d'**effectuer des études à long terme** incluant plus de patients

Actualisation des données via une **living systematic review** (<http://www.reuse.rehab/PEPforCysticFibrosis.php>)

**L'efficacité des techniques de Pression Expiratoire
Positive dans le désencombrement pulmonaire du
patient atteint de mucoviscidose :
une revue systématique**

Alice Bridel
Étudiante HES – Filière Physiothérapie
Morgane Duc
Étudiante HES – Filière Physiothérapie
Tamara Nef
Étudiante HES – Filière Physiothérapie

Directeur de travail de Bachelor : Roger Hilfiker

TRAVAIL DE BACHELOR
Déposé à Loèche-les-bains (VS-CH) le 8 juin 2018
En vue de l'obtention d'un
Bachelor of Science HES-SO in Physiotherapy

RESUME ET MOTS CLES (I)

Contexte : En physiothérapie, de nombreuses techniques aident les patients souffrant de mucoviscidose à dégager leurs voies respiratoires. Parmi elles, se trouvent les appareils de Pression Expiratoire Positive (PEP) : PEP-Mask, High-PEP et PEP-Oscillants.

Objectif : Effectuer une revue systématique pour comparer l'efficacité de ces appareils entre eux et avec les autres techniques de désencombrement pulmonaire utilisées chez ces patients.

Méthode : Les recherches réalisées dans PubMed, CINAHL, Cochrane et Embase ont permis d'identifier 1247 articles. Une lecture indépendante des trois auteures a permis de conserver 39 articles publiés intégralement. Les études randomisées contrôlées comparant les techniques de PEP entre elles ou à d'autres thérapies de désencombrement pulmonaires comme le Drainage Postural avec Percussions et Vibrations, l'ACBT, le Drainage Autogène, les Appareils de Vibrations Thoraciques, la BiPAP, la CPAP, et le Percussionnaire® ont été retenues. Le VEMS, la CVF, le poids des sécrétions et la tolérance à l'effort furent les quatre outcomes étudiés. Vingt-six études ont été incluses dans une méta-analyse en réseau. Les 13 restantes furent utilisées pour une analyse qualitative. Une analyse par sous-catégories de patients (âge, sévérité de la maladie, durée du traitement) les complète.

Résultats : Les résultats majoritairement non significatifs ne permettent pas de déterminer la supériorité d'une intervention par rapport à une autre. Le PEP-Mask semble recommandable par rapport au Drainage Postural pour les enfants stables suivant un traitement à long terme. Trois classements SUCRA peuvent aider les thérapeutes à prioriser leurs interventions.

Mots-clés : *mucoviscidose, Pression Expiratoire Positive (PEP), désencombrement pulmonaire*

RESUME ET MOTS CLES (II)

Background: In physiotherapy, there are many techniques to improve airway clearance with people suffering from cystic fibrosis. Among those techniques, we can find Positive Expiratory Pressure (PEP) devices such as PEP-Mask, High-PEP and Oscillating PEP (OPEP).

Objectives: Carry out a systematic review to compare the effectiveness of these devices with each other and with other pulmonary clearance techniques used with these patients.

Methods: Researches conducted in PubMed, CINAHL, Cochrane and Embase identified 1247 articles. An independent reading of the three women editors allowed to keep 39 fully published articles. All the randomized controlled trials comparing PEP techniques with each other or with other pulmonary airway clearance techniques such as Postural Drainage with Percussions and Vibrations, Active Cycle of Breathing techniques (ACBT), Autogenic Drainage, Thoracic Vibration Devices, BiPAP, CPAP, and Intrapulmonary Percussive Ventilation (IPV) were selected. The four studied outcomes were: FEV1, FVC, Sputum Weight and the Effort Tolerance. Twenty-six studies were included in a network meta-analysis. The 13 studies left were used in a qualitative analysis. This systematic review was completed by a sub-group analysis (age, severity of the disease, treatment duration).

Results: The results, which are mostly insignificant, do not make it possible to determine the superiority of one intervention over another. Although PEP-Mask seems advisable compared to Postural Drainage for stable children with cystic fibrosis for long-term treatment. In addition, three SUCRA classifications can help therapists prioritize their interventions.

Key-words: *cystic fibrosis, Positive Expiratory Pressure (PEP), airway clearance*

RESUME ET MOTS CLES (III)

Einleitung: Im Bereich der Physiotherapie gibt es zahlreiche Techniken, um Patienten mit cystischer Fibrose beim Freilegen ihrer Atemwege zu unterstützen. Zu diesen können *Positive Expiratory Pressure* (PEP) Apparate gezählt werden: *PEP-Mask*, *High-PEP* und *Oscillating-PEP*.

Forschungsziel: Anhand einer systematischen Review soll die Effektivität solcher Apparate miteinander sowie auch mit anderen benutzten Techniken zur Lungenentlastung bei diesen Patienten verglichen werden.

Methode: Die Literaturrecherche bei Pubmed, CINHAL, Cochrane und Embase erlaubte die Identifikation von 1247 Artikeln. Die unabhängige Lektüre der drei Autorinnen ermöglicht die Auswahl von 39 vollständigen Artikeln. Randomisierte kontrollierte Studien, die PEP Techniken miteinander oder mit anderen pulmonalen Entlastungstherapien wie *Postural Drainage with Percussion and Vibration*, *ACBT*, *Autogenic Drainage*, *Thoracic Oscillating devices*, BiPAP, CPAP, und *Intrapulmonary Percussive Ventilation* vergleichen, wurden ausgewählt. *FEV1*, *FVC*, Sekretionsgewichte und Bewegungstoleranz waren die vier untersuchten Outcomes. Sechszwanzig Studien wurden in eine Netzwerk-Metaanalyse (*network Meta-analysis*) eingeschlossen. Die restlichen dreizehn Studien sind Teil einer qualitativen Studie. Eine Analyse nach Unterkategorien der Patienten (Alter, Schweregrad der Erkrankung, Behandlungsdauer) vervollständigen diese.

Resultate: Die mehrheitlich nicht signifikativen Ergebnisse erlauben es nicht, eine Überlegenheit einer Behandlung verglichen mit einer anderen festzulegen. Die PEP-Maske im Vergleich zu *Postural Drainage* scheint für stabile Kinder mit Langzeitbehandlung ratsam zu sein. Drei SUCRA-Rankings können Therapeuten dabei helfen, ihre Interventionen zu priorisieren.

Schlüsselwörter: *Cystische Fibrose*, *Positive Expiratory Pressure (PEP)*, *Lungenentlastung*

AVERTISSEMENT

Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteures et en aucun cas celle de la Haute École de Santé Valais, du Jury ou du Directeur du Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seules le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste de références bibliographiques.

Loèche-les-Bains, le 8 juin 2018.

Bridel Alice
Duc Morgane
Nef Tamara

REMERCIEMENTS

Pour la supervision de ce travail et les analyses statistiques : **Roger Hilfiker**, Professeur, Filière physiothérapie, Leukerbad, HES-SO Valais/Wallis.

Pour son rôle d'expert en physiothérapie respiratoire et ses conseils lors de la relecture : **Gregory Reyhler**, Professeur, Docteur en kinésithérapie, Cliniques Universitaires Saint-Luc, Université Catholique de Louvain.

Pour leurs conseils lors de la sélection des outcomes : **Rachel Brosseau**, Professeure agrégée de clinique, Programme de physiothérapie, École de réadaptation, Université de Montréal ; **Nicholas Bourgeois**, physiothérapeute, service de transplantation pulmonaire, Centre Hospitalier Universitaire de Montréal ; **Geneviève Audette-Roy**, physiothérapeute, service de pneumologie, Centre Hospitalier Universitaire de Montréal.

Pour la relecture : **Corinne Duc** et **Laurence Bridel**.

Pour la traduction des résumés : **Caroline Bridel**, **Tanguy Nef**, et **Elena Steiner**.

ABREVIATIONS UTILISEES

6MWT	<i>6 Minutes Walk Test</i>
ACBTs	<i>Active Cycle of Breathing Techniques</i>
ACTs	<i>Airway Clearance Techniques</i>
BiPAP	<i>Bi-Level Positive Airway Pressure</i>
CFCH	Société Suisse pour la Mucoviscidose
CFTR	<i>Cystic Fibrosis Transmembrane conductance Regulator</i>
CPAP	<i>Continuous Positive Airway Pressure</i>
CPT	<i>Conventional Chest Physiotherapy</i>
CPT	Capacité Pulmonaire Totale
CRF	Capacité Résiduelle Fonctionnelle
CVF	Capacité Vitale Forcée
DA	Drainage Autogène
DAA	Drainage Autogène Assisté
DPPV	Drainage Postural avec Percussions et Vibrations
FEF25-75%	Flux Expiratoire Forcé à 25% et 75% du prédit
GRADE	<i>Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation</i>
HFCC	<i>High Frequency Chest Compression</i>
HFCWO	<i>High Frequency Chest Wall Oscillation</i>
IPV	<i>Intrapulmonary Percussive Ventilation</i>
MShT	<i>Modified 10m Shuttle Test</i>
OPEP	<i>Oscillating Positive Expiratory Pressure</i> ou PEP oscillants
PDPV	Postural Drainage with Percussions and Vibrations
PEP	Pression Expiratoire Positive
SaO₂	Saturation artérielle en oxygène
SpO₂	Saturation en oxygène de l'hémoglobine
SUCRA	<i>Surface Under the Cumulative Ranking</i>
VEMS	Volume Expiratoire Maximal en 1 Seconde
VEMS/CVF	Rapport de Tiffeneau
VNI	Ventilation Non-invasive
VR	Volume Résiduel
PICOTS	Patients, Intervention, Comparaison, Outcome, Temps, <i>Study</i>

Table des matières

1	INTRODUCTION	1
2	CADRE THÉORIQUE	3
2.1	La mucoviscidose	3
2.2	Les techniques de désencombrement pulmonaire.....	4
2.2.1	Drainage Postural combiné aux Percussions et Vibrations (DPPV)	4
2.2.2	Techniques de Pression Expiratoire Positive (PEP).....	4
2.2.3	Autres techniques de désencombrement pulmonaire	6
2.3	Problématique	7
2.4	Question de recherche	8
3	MÉTHODE.....	8
3.1	Stratégie de recherche.....	8
3.2	Sélection des articles	9
3.3	Évaluation de la qualité	10
3.4	Extraction des données	10
3.5	Méthode d'analyse statistique.....	11
4	RÉSULTATS.....	12
4.1	Résultats de la recherche documentaire	12
4.2	Description des études.....	14
4.2.1	Design	14
4.2.2	Population	14
4.2.3	Interventions.....	14
4.3	Évaluation de la qualité	15
4.4	Analyse quantitative	16
4.4.1	Volume Expiré Maximal en une Seconde (VEMS)	16
4.4.2	Capacité Vitale Forcée (CVF).....	18
4.4.3	Poids des sécrétions	20
4.4.4	Tolérance à l'effort	22
4.5	Analyse par sous-catégories.....	23
4.6	Analyse qualitative	26
5	DISCUSSION.....	27
5.1	Interprétation des résultats.....	27
5.2	Qualité de l'évidence.....	28
5.3	Limites de la revue	29
5.4	Mise en regard avec la littérature	30
5.5	Implication pour la pratique.....	33
5.6	Implication pour la recherche	34
6	CONCLUSION.....	34
7	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	I
8	LISTE DES ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX	VI
9	ANNEXES	VII
9.1	Annexe I : Questions de recherche analysées	VIII
9.2	Annexe II : Schéma PRISMA.....	X
9.3	Annexe III : Fiches de lecture des 39 articles sélectionnés	XI
9.4	Annexe IV : Échelle PEDro d'analyse de qualité des articles	XXXIX
9.5	Annexe V : Tableau des comparaisons d'interventions	XLI
9.6	Annexe VI : Tableau des différents outcomes des 39 articles sélectionnés.....	XLII
9.7	Annexe VII : Tableau des sous-catégories d'analyse pour les 26 articles choisis pour l'analyse quantitative	XLIV
9.8	Annexe VIII : Analyse de la qualité des 39 articles selon l'échelle PEDro.....	XLV
9.9	Annexe IX : Relative Effects « VEMS ».....	XLVII

9.10	Annexe X : Comparaison par les paires pour le VEMS	XLVIII
9.11	Annexe XI : Relative Effects « CVF »	L
9.12	Annexe XII : Comparaison par les paires pour la CVF	LI
9.13	Annexe XIII : Relative Effects « Poids des sécrétions »	LII
9.14	Annexe XIV : Comparaison par les paires pour le poids des sécrétions	LIII
9.15	Annexe XV : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour le VEMS	LIV
9.16	Annexe XVI : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour la CVF	LVI
9.17	Annexe XVII : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour le poids des sécrétions	LVIII
9.18	Annexe XVIII : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour la tolérance à l'effort	LX
9.19	Annexe XIX : Comparaison McIlwaine et al (2015) et Bridel, Duc et Nef (2018)	LXI

1 INTRODUCTION

La mucoviscidose est une maladie chronique autosomique récessive relativement commune. Elle touche environ un enfant sur 2000 dans la population caucasienne (« CFCH: Mucoviscidose », n.d.). La déficience des canaux CFTR (*Cystic Fibrosis Transmembrane conductance Regulator*), altère le transport de chlore vers le milieu extracellulaire et affecte le fonctionnement de plusieurs organes tels que le pancréas, les poumons, le foie, le tube digestif, les glandes sudoripares et les organes génitaux. Ainsi, cette pathologie multi-systémique nécessite l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire. Yankaskas et al (2004) font mention de trois piliers nécessaires à la prise en charge globale du patient atteint de mucoviscidose. Il s'agit de l'antibiothérapie, du support nutritionnel et du désencombrement pulmonaire (Yankaskas, Marshall, Sufian, Simon, & Rodman, 2004).

C'est au domaine de la physiothérapie que reviennent les modalités du traitement respiratoire. En effet, les différents phénomènes physiopathologiques liés à ce syndrome entraînent une surproduction et une stagnation du mucus dans les voies aériennes, favorisant ainsi une colonisation bactérienne pathogène. Cela conduit à des réactions inflammatoires, propices à une destruction progressive du poumon, accompagnées d'une perte de la fonction respiratoire (Cantin, 1995 ; « CFCH: Mucoviscidose », n.d. ; Michael W. Konstan & Berger, 1997). Au moyen de différents outils à sa disposition, le physiothérapeute aide le patient à déloger, mobiliser, puis expectorer les sécrétions. Il prévient ainsi les infections et autres complications pulmonaires conséquentes à la maladie (Button et al., 2016).

De nos jours, de nombreuses techniques de désencombrement pulmonaire existent et sont regroupées dans la littérature actuelle sous le terme de *Airway Clearance Techniques* (ACTs). La plus commune d'entre elles est le *Postural Drainage with Percussion and Vibration* (PDPV) ou Drainage Postural avec Percussions et Vibrations (DPPV) souvent renommé par les auteurs en *Conventional Chest Physiotherapy* (CPT). Il consiste en un enchaînement de différentes positions assistées par la gravité auxquelles le physiothérapeute ajoute des percussions et des vibrations manuelles pour favoriser le drainage des sécrétions. Cependant, plusieurs études soulèvent certains désavantages liés à cette intervention. Par exemple, suite à l'augmentation de leur espérance de vie, les patients atteints de mucoviscidose manifestent un désir d'indépendance et ont tendance à préférer les techniques ne nécessitant pas la collaboration d'une tierce personne (Dodd & Prasad, 2005). D'autres auteurs font mention de l'aspect chronophage et inconfortable du drainage postural, cela autant pour le patient que son physiothérapeute (M. McIlwaine, Button, & Dwan, 2015a). Van Ginderdeuren et al (2015) concluent également que, dans certaines positions de drainage, on observe une augmentation du risque de reflux gastro-œsophagien (Van Ginderdeuren Filip, Kerckhofs Eric, Deneyer Michel, Vanlaethem Sylvie, & Vandenplas Yvan, 2015). Finalement, il a été démontré que le DPPV, lorsqu'il n'est pas combiné à des manœuvres d'expansion pulmonaire et de relaxation, occasionne une hypoxie, plus particulièrement chez les patients avec une atteinte pulmonaire sévère (Pryor, Webber, & Hodson, 1990). Il est donc concevable que l'adhésion à cette thérapie puisse être diminuée.

Les guidelines et études actuelles proposent une multitude d'alternatives au DPPV: l'*Active Cycle of Breathing Techniques* (ACBT), les techniques de Pression Expiratoire Positive (PEP), le Drainage Autogène (DA), l'exercice physique (Button et al., 2016), ainsi que l'*Intrapulmonary Percussive Ventilation* (IPV), le *High Frequency Chest*

Compression (HFCC) ou *High Frequency Chest Wall Oscillation* (HFCWO), et la Ventilation Non Invasive (VNI) (Wagener & Headley, 2003). Une majorité d'entre elles se concentre notamment sur les interventions utilisant la PEP. Son principe de base est d'appliquer une pression positive intra-pulmonaire durant l'expiration, ce qui prévient le collapse des voies aériennes, améliore la ventilation collatérale et favorise ainsi le désencombrement pulmonaire (West, Wallen, & Follett, 2010). Selon les modalités de traitement souhaitées, le physiothérapeute pourra choisir d'utiliser le PEP-Mask, le High-PEP ou les appareils de PEP oscillants (OPEP) tels que le Flutter®, le RC-Cornet®, l'Acapella® et l'Aerobika®.

Les interventions basées sur la PEP sont envisagées comme une bonne alternative au DPPV par plusieurs chercheurs. Oermann et al (2001), par exemple, ont comparé les effets du Flutter® à ceux du DPPV et concluent que ce premier est sécuritaire et efficace, tout en améliorant la compliance et la satisfaction des patients (Oermann et al., 2001). Étant un appareil facilement utilisable et transportable, le Flutter® a également l'avantage de réduire les coûts du traitement, car il peut être utilisé de manière indépendante (M. W. Konstan, Stern, & Doershuk, 1994). Une autre étude démontre que la PEP est supérieure au DPPV dans le maintien de la fonction pulmonaire chez le patient atteint de mucoviscidose. Elle conclut que cette avancée importante dans le traitement des manifestations pulmonaires est à prendre en compte dans les futures prises en charges physiothérapeutiques (P. M. McIlwaine, Wong, Peacock, & Davidson, 1997). Finalement, à la suite d'un entretien avec un expert en physiothérapie respiratoire (Gregory Reychler), il en ressort la nécessité d'actualiser les recherches sur l'utilisation de la PEP pour le désencombrement pulmonaire chez ce type de patients.

Toutefois, une grande hétérogénéité entre ces articles est observée. Les interventions étudiées varient énormément, tout comme les critères de sélection de la population, de design d'étude ou d'outcomes. Les sujets peuvent être inclus selon leur âge, la sévérité de leur atteinte pulmonaire ou encore leur état de santé actuel (hospitalisation ou non, en phase d'exacerbation ou cliniquement stable, etc.). Concernant le design d'étude, les durées de traitement et le nombre d'intervention sont également variables. Finalement, les outcomes choisis peuvent autant cibler les fonctions pulmonaires, la tolérance à l'effort et l'efficacité de la clearance mucociliaire que la préférence, la compliance et l'adhésion au traitement, ou la qualité de vie des patients. Il est donc compréhensible que les résultats puissent varier en fonction du contexte clinique déterminé.

Quelques revues systématiques et méta-analyses ont tenté de rassembler et de croiser les différents résultats de ces précédentes études. La plus récente d'entre elles a analysé les données de 26 revues randomisées contrôlées, en ciblant un grand nombre d'outcomes et conclut qu'il y a une évidence à recommander la PEP pour les traitements de longue durée (M. McIlwaine et al., 2015a). Cependant, certaines limites sont actuellement à relever. Tout d'abord, la dernière recherche de littérature date de décembre 2014. Ensuite, l'analyse des résultats a été faite sur les études comparant le PEP-Mask au DPPV, aux appareils OPEP (Flutter® et RC-Cornet®), ainsi qu'au HFCWO. On remarque ici que les auteurs ont sélectionné uniquement le PEP-Mask comme intervention de référence. Les possibilités de comparaison des traitements sont en réalité bien plus larges. De plus, les résultats de chaque duo d'intervention ont été analysés de façon séparée et les données entre les différents groupes de sélections d'articles n'ont pas été croisées. Finalement, l'analyse de l'hétérogénéité n'a pas pu être réalisée correctement, car les sous-catégories déterminées ne contenaient pas suffisamment d'articles.

L'état actuel de la littérature montre ainsi l'utilité d'aller plus loin dans l'analyse de l'efficacité des différentes techniques de PEP pour le désencombrement des patients atteints de mucoviscidose. Une recherche actualisée de la littérature et une intégration plus large des articles semblent judicieuses. Une revue systématique avec méta-analyse en réseau (*network meta-analysis*) permettrait d'inclure toutes les techniques de PEP et une majorité d'autres thérapies de désencombrement pulmonaire. En effet, combiner les analyses directes et indirectes des interventions potentialise les chances d'avoir des résultats statistiquement significatifs.

En conclusion, ce travail a pour but de déterminer, si, selon la littérature actuelle, l'efficacité des différentes techniques de PEP est supérieure aux autres traitements de désencombrement pulmonaire.

2 CADRE THÉORIQUE

2.1 La mucoviscidose

Selon la Société Suisse pour la Mucoviscidose (CFCH), cette pathologie est une affection héréditaire qui touche approximativement une naissance sur 2500 en Suisse (« CFCH: Mucoviscidose », n.d.). Cette pathologie autosomique récessive est la conséquence d'une modification génétique sur le septième chromosome responsable du codage de la protéine CFTR (*Cystic Fibrosis Transmembrane conductance Regulator*). On retrouve cette molécule au niveau des cellules pancréatiques, biliaires, intestinales, rénales, génitales, pulmonaires ainsi que dans les glandes sudoripares. Il s'agit d'un canal chlorure (Cl-) qui, en temps normal, permet la circulation des ions de chlore en direction du milieu extracellulaire. Grâce au mécanisme d'équilibre osmotique, une sortie passive d'eau s'en suit. Ce déplacement combiné d'eau et d'électrolytes contribue à la fluidification des sécrétions, phénomène absent dans le cas de la mucoviscidose. En effet, la déficience de la protéine CFTR rend les sécrétions plus visqueuses car déshydratées, ce qui affecte le bon fonctionnement des systèmes précités (Girodon-Boulandet & Costa, 2005). Les symptômes de cette maladie sont ainsi nombreux et variés. Ils touchent le plus fréquemment les systèmes respiratoires et digestifs. Les manifestations pulmonaires les plus typiques de la mucoviscidose sont les infections chroniques, les pneumonies, les bronchectasies et les bronchopathies chroniques obstructives évoluant par poussées (Girodon-Boulandet & Costa, 2005 ; Rafeeq & Murad, 2017). L'obstruction des canaux par les sécrétions hyper-visqueuses induit une insuffisance pancréatique exocrine qui diminue l'efficacité du mécanisme d'absorption des lipides et des protéines. Cela a pour conséquence une péjoration de l'état nutritionnel et notamment un retard de croissance chez l'enfant (Munck, 2005). Finalement, on relève d'autres complications telles que l'infertilité (principalement masculine), l'ostéoporose et la déshydratation (Rafeeq & Murad, 2017).

Plus de 1900 mutations affectant le gène CFTR sont connues à ce jour. Elles peuvent varier fréquemment selon l'ethnie, mais la plus commune est la f508del (Rafeeq & Murad, 2017). Ces modifications situées sur le long bras du chromosome 7 sont séparées en six classes, selon leurs influences sur la protéine CFTR : défaut de synthèse, de maturation, d'activation, de stabilité, etc. Elles servent également à déterminer si l'atteinte est sévère ou modérée (Girodon-Boulandet & Costa, 2005). Rosenstein et Gutting (1998) mentionnent les critères essentiels pour le diagnostic de la mucoviscidose. Tout d'abord, le patient doit présenter des phénotypes caractéristiques à la pathologie, tels que décrits dans le paragraphe précédent. La présence d'antécédents de mucoviscidose dans l'historique familial est également un élément-clé. Quel que soit

l'âge d'apparition de la pathologie, la mucoviscidose est diagnostiquée par un test de la sueur. Pour que ce dernier soit confirmé, la concentration en ions NaCl dans la sueur doit être supérieure à 60 mmol/L à deux occasions séparées et le résultat interprété par un spécialiste. En effet, cette pathologie n'étant pas la seule à faire augmenter le taux de ions dans la sueur, il est important de savoir saisir la subtilité de l'analyse de ces résultats (liens avec le contexte clinique, l'âge et la situation du patient). Finalement, un test génétique peut être réalisé. L'identification et le classement des mutations CFTR spécifiques permet de confirmer le diagnostic et de reconnaître les phénotypes particuliers de la pathologies (atteinte avec prédominance respiratoire, digestive ou pancréatique par exemple). Le test génétique est également très utile pour catégoriser les patients lors de protocoles de recherche (Rosenstein & Cutting, 1998). Il est à noter qu'un dépistage néonatal systématique au moyen d'une prise de sang permet un diagnostic et une prise en charge précoce de la maladie (Girodon-Boulandet & Costa, 2005).

Cette affection multisystémique nécessite une prise en charge adaptée aux besoins du patient. Rafeeq et Murad (2017) développent trois axes essentiels au traitement de la mucoviscidose : le système respiratoire, le système intestinal et la nutrition. L'atteinte pulmonaire est régulée par une combinaison de médication et d'interventions physiothérapeutiques. Les médicaments préviennent les infections pulmonaires, diminuent la viscoélasticité du mucus et contrôlent l'inflammation des voies aériennes. En parallèle, au moyen des techniques spécifiques à sa disposition, le physiothérapeute complète l'intervention en axant son traitement sur le désencombrement pulmonaire. D'autres médicaments ainsi que des enzymes de remplacement préviennent les blocages intestinaux et contrent l'insuffisance pancréatique. Finalement, une nutrition appropriée est indispensable pour la prévention de carences et de la déshydratation (Rafeeq & Murad, 2017). Ces trois axes sont similaires aux trois piliers de la prise en charge pour la mucoviscidose de Yankaskas et al (2004) cités au point 1.

2.2 Les techniques de désencombrement pulmonaire

2.2.1 Drainage Postural combiné aux Percussions et Vibrations (DPPV)

Comme décrit au point 1, le drainage postural est une des premières techniques de désencombrement mise en pratique. Basées sur la physiologie des bronches et utilisant l'effet de la gravité sur le mucus, une dizaine de positions de drainage ont été définies. Le mucus est ainsi drainé passivement vers les voies aériennes centrales. Pour optimiser les effets du traitement, le patient adopte chacune des positions durant une vingtaine de minutes. Il faut relever que, pour ceux atteints de mucoviscidose, la durée des sessions est prolongée en raison de la viscosité de leur mucus qui ralentit son écoulement (Rogers & Doull, 2005). McIlwaine (2006) mentionne que le patient peut être alors amené à passer plus de 60 à 100 minutes la tête en bas (M. McIlwaine, 2006). Une augmentation du risque de reflux gastro-œsophagien est également à mentionner (cf. Introduction).

Afin d'optimiser son efficacité, le Drainage Postural est très souvent combiné à des vibrations et des percussions appliquées sur la cage thoracique (M. McIlwaine, 2006). Ces forces externes modifieraient la pression intrapleurale en délogeant et mobilisant les sécrétions qui s'y trouvent (Rogers & Doull, 2005). On peut donc en déduire que grâce à cette intervention supplémentaire, la durée de maintien des postures est réduite.

2.2.2 Techniques de Pression Expiratoire Positive (PEP)

Les techniques de PEP créent une pression expiratoire positive au niveau des voies aériennes intra-thoraciques. En contrant la force de rétraction élastique pulmonaire, elle

prévient le collapse alvéolaire, améliore et prolonge la durée des échanges gazeux (Yankaskas et al., 2004). Elle agit également sur la ventilation collatérale en favorisant le passage de l'air dans les canaux de Martin (ventilation inter-bronchique), les canaux de Lambert (ventilation alvéolo-bronchiale) et les pores de Kohn (ventilation inter-alvéolaire) (Rogers & Doull, 2005). Ainsi, un flux d'air placé de manière distale au bouchon de mucus déloge et mobilise celui-ci vers les voies aériennes proximales où il pourra être expectoré (West et al., 2010). Différents appareils de PEP sont actuellement disponibles sur le marché. Bien que leurs modalités de traitements soient variables, le principe de base reste semblable. Ils sont généralement classés en 3 catégories : le PEP-Mask, le High-PEP, et les appareils de PEP oscillants (OPEP).

PEP-Mask

Le PEP-Mask a été développé au Danemark dans les années 70. Un résisteur rattaché à une valve unidirectionnelle génère la pression positive. Un manomètre est intégré au système pour s'assurer que la résistance moyenne avoisine les 10 à 20 cmH₂O en milieu d'expiration. Le traitement se déroule de la manière suivante : le patient respire à volume courant en expirant de manière légèrement active dans un masque ou un embout buccal. Dès qu'il en ressent le besoin ou à la suite d'un certain nombre de cycles respiratoires, il pratique des manœuvres d'Expiration Forcée afin de libérer ses voies respiratoires. Le physiothérapeute peut adapter l'intensité de sa thérapie en modifiant la durée, la fréquence et la résistance de l'appareil (Pryor, 1999).

High-PEP

Le High-PEP fonctionne de la même manière en utilisant cependant une pression expiratoire plus élevée, comprise entre 40 et 100 cm H₂O. Le patient doit expirer de manière forcée pour contrer cette résistance. Cette technique de désencombrement peut venir en aide aux malades dont les voies aériennes sont plus instables, dans des cas pédiatriques par exemple. Il faut toutefois mentionner que cette patientèle peut être sujette à une fatigue respiratoire secondaire à l'effort expiratoire nécessaire (Rogers & Doull, 2005). La littérature sur les bénéfices physiologiques d'une PEP augmentée demeure encore faible à ce sujet.

PEP-Oscillants

Finalement, les appareils de PEP oscillants ajoutent à la pression expiratoire positive une vibration des voies aériennes. Celle-ci comporte deux avantages principaux : elle permet de diminuer les propriétés viscoélastiques du mucus et de créer de courtes accélérations du flux d'air intra-pulmonaire. La combinaison de ces deux phénomènes rend le drainage des sécrétions vers les voies aériennes centrales plus aisé. Il suffit au patient d'effectuer des cycles respiratoires avec PEP suivis de manœuvres d'Expirations Forcées ou de toux glotte ouverte (*Huffing*) pour expectorer le mucus (M. McIlwaine, 2006). Quatre appareils ont été développés en ce sens : le Flutter®, le RC-Cornet®, et l'Acapella® et l'Aerobika®.

Imaginé et conçu en Suisse, le **Flutter®** est un dispositif en forme de pipe contenant une bille métallique. Lors d'expiration dans l'appareil, la bille interrompt de manière intermittente le passage aérien, générant une pression positive, une accélération du flux d'air et une oscillation intra-pulmonaire (Pryor, 1999). La vibration ainsi créée est optimale lorsqu'elle coïncide avec la fréquence de résonance pulmonaire du patient. Pour atteindre celle-ci, il peut changer l'inclinaison de l'appareil influant ainsi sur la résistance induite dans ses voies aériennes (P. M. McIlwaine, Wong, Peacock, & Davidson, 2001a). Cependant, un désavantage reste à soulever : le mouvement de la bille est influencé par

la gravité. Cela implique que la partie supérieure de l'appareil soit toujours pointée vers le haut pour un bon fonctionnement. Ce principe est à appliquer quelle que soit la position de traitement choisie (Myers, 2007).

Le **RC-Cornet®** est un tube incurvé contenant un tuyau en latex coudé. Lorsqu'elle est assez élevée, la pression générée par l'expiration déplie la tubulure interne. L'air s'échappe ensuite par une ouverture distale, permettant à l'appareil de retrouver sa conformation initiale. Cette interaction rythmée entre le flux d'air et le tuyau crée une pression expiratoire positive et une oscillation (Müller & Bucher, 2018). Étant indépendant de la gravité, ce dispositif a donc l'avantage de pouvoir être utilisé dans toutes les positions (Pryor, 1999).

Lorsque le patient expire dans l'**Acapella®**, une pression positive ainsi que des oscillations favorables au désencombrement pulmonaire sont produites. Ce phénomène est rendu possible par les mouvements de haut en bas d'une valve, générés par le passage du flux d'air expiratoire et l'action d'un aimant. Selon son débit expiratoire, le patient a le choix entre l'Acapella® bleu (pour un débit inférieur à 15 litres par minute) ou le vert (pour un débit supérieur à 15 litres par minute) (Myers, 2007). Comme cet appareil ne dépend pas de la gravité mais des forces magnétiques, il peut également être utilisé dans différentes positions, un avantage non négligeable (West et al., 2010).

En conclusion, en plus de leur efficacité dans le désencombrement, tous ces appareils de PEP sont portatifs et simples d'utilisation. La subtilité du rôle du physiothérapeute réside dans l'éducation de son patient pour le choix et l'usage de ces dispositifs de pression expiratoire positive. Il pourra ainsi s'en servir de manière autonome et efficace lors de sa toilette trachéobronchique quotidienne (Rogers & Doull, 2005).

2.2.3 Autres techniques de désencombrement pulmonaire

D'autres méthodes de désencombrement sont utilisées en physiothérapie : le Drainage Autogène (DA), les Appareils de Vibrations Thoraciques (HFCWO ou HFCC), le Percussionnaire®, ou la Ventilation Non-Invasive (VNI).

Le **Drainage Autogène** (DA), développé par Jean-Chevallier dans les années 70, est une routine respiratoire qui, une fois apprise correctement, peut être pratiquée par le patient de manière autonome. Cette méthode consiste à générer un flux d'air expiratoire proche du volume résiduel pour drainer les sécrétions situées au niveau des voies aériennes distales. Celles-ci sont alors rassemblées et expectorées grâce à une respiration se rapprochant de plus en plus de la capacité pulmonaire totale (CPT). Le rôle du physiothérapeute est d'éduquer son patient afin qu'il soit indépendant dans son traitement. Il peut également l'accompagner à l'expiration en exerçant une pression manuelle sur le thorax. Il s'agit du Drainage Autogène Assisté (DAA). Cette méthode est souvent utilisée avec les enfants, car leur conscience corporelle et leur compréhension de la technique ne sont pas encore suffisantes pour pratiquer seuls un désencombrement efficace (Louise Lannefors, Button, & McIlwaine, 2004).

En utilisant les **Appareils de Vibrations Thoraciques** (HFCWO ou HFCC), le patient porte une veste gonflable reliée à un système pneumatique. Ce dernier va gonfler et dégonfler rapidement la jaquette, entraînant ainsi des compressions rythmées du thorax. Les vibrations thoraciques sont alors transmises au niveau des voies aériennes (M. P. McIlwaine et al., 2013). Celles-ci favorisent la création de forces de cisaillement qui augmentent l'interaction entre le mucus et le flux respiratoire, améliorant ainsi la

viscoélasticité et le délogement des sécrétions (Pryor, 1999). Finalement, le patient pourra expectorer ses sécrétions qui auront été rassemblées vers les voies aériennes centrales en toussant ou avec des manœuvres d'expiration forcées (Oermann et al., 2001).

Le **Percussionnaire®**, que l'on trouve fréquemment sous la dénomination de *Intrapulmonary Percussive Ventilator* (IPV) dans la littérature anglaise, crée une pression intra-pulmonaire oscillante au moyen d'un système pneumatique relié à un embout buccal. Celle-ci est générée par un flux d'air délivré à une pression d'environ 10 à 30 cm H₂O. Comme celui-ci est interrompu à basse fréquence (3-5 Hz), il produit de petites rafales d'air faisant vibrer les voies aériennes et facilitant le décollement du mucus. De plus une pression expiratoire positive est générée dans les voies aériennes permettant de les garder ouvertes plus longtemps et prévenant la fermeture anticipée des petites voies distales. Lors du traitement, un aérosol peut également être administré via le même embout buccal. Cela améliore sa distribution au sein des poumons. Les modalités de pression et de fréquence peuvent varier et sont déterminées en fonction du confort du patient (Newhouse, White, Marks, & Homnick, 1998). A l'inverse des appareils d'OPEP, axés sur la phase expiratoire, les oscillations intra-pulmonaires de l'IPV sont générées lors de l'inspiration. La pression expiratoire positive apparaît au moment de l'expiration passive (Pryor, 1999).

Il est également possible d'avoir recours à la **Ventilation Non-Invasive** (VNI) pour aider au désencombrement pulmonaire. Deux appareils sont à la disposition des patients : la *Bi-Level Positive Airway Pressure* (**BiPAP**) et la *Continuous Positive Airway Pressure* (**CPAP**). Ceux-ci offrent, au moyen d'une interface faciale ou nasale, un support ventilatoire aux patients souffrant de mucoviscidose (Placidi et al., 2006a). Elle permet, en soulageant son travail respiratoire, d'accroître sa Capacité Vitale Fonctionnelle (Rodriguez Hortal, Nygren-Bonnier, & Hjelte, 2017). De plus, en réduisant l'hypercapnie, elle améliore l'oxygénation tout en diminuant sa dyspnée. Les traitements de désencombrement réalisés sous VNI semblent concluants, plus particulièrement avec les patients éprouvant de la difficulté à expectorer. Cependant, des études randomisées contrôlées à grande échelle sont nécessaires pour déterminer précisément les bienfaits de la VNI sur le désencombrement pulmonaire. À l'heure actuelle, l'influence de cette thérapie sur la progression et les exacerbations de la maladie demeure encore floue (Moran, Bradley, & Piper, 2013).

2.3 Problématique

Toutes les techniques de désencombrement décrites ci-dessus sont présentes en grand nombre dans la littérature scientifique actuelle (cf. Introduction). Leur utilité, leur efficacité ou leurs effets physiologiques ont été étudiés à maintes reprises. Cependant, au sein des milieux pratiques, la plupart de ces interventions et leur réel impact thérapeutique demeurent méconnus. « Quel appareil ou technique de désencombrement puis-je utiliser avec mon patient atteint de mucoviscidose ? », « Est-ce qu'il existe une thérapie plus efficace qu'une autre ? » sont des questionnements compréhensibles auxquels ce travail tentera de répondre.

Suite aux pistes fournies par la littérature et complétées par les propos d'un expert (Gregory Reyckler), l'hypothèse sur laquelle se base ce travail est la suivante : les techniques de PEP sont plus efficaces que les autres interventions existantes et, à privilégier pour le désencombrement pulmonaire quotidien des patients atteints de mucoviscidose. Il convient de vérifier cela en comparant l'effet des différentes techniques de PEP aux autres thérapies de clearance mucociliaire. Une revue systématique complétée

par une méta-analyse en réseau semble être l'outil de choix pour répondre à cette problématique.

2.4 Question de recherche

La question de recherche de ce travail est la suivante : « Selon la littérature actuelle, quelle est l'efficacité des différentes techniques de PEP en comparaison aux autres traitements de désencombrement pulmonaire ? ».

3 MÉTHODE

Pour ce travail de Bachelor, une revue systématique avec méta-analyse en réseau a été réalisée (Bagg, Salanti, & McAuley, 2018). Le but de ce chapitre est d'en présenter la méthodologie rédactionnelle établie. Les points suivants y sont développés : la stratégie de recherche, la sélection des articles, l'évaluation de la qualité des articles, puis l'extraction des données et la méthode d'analyse statistique.

3.1 Stratégie de recherche

Cette revue systématique suit les recommandations PRISMA. La recherche a été réalisée dans PubMed, CINHAL, Cochrane et Embase. Afin de mettre en place une stratégie efficace, des mots clés basés selon la méthode PICOTS (Patients, Intervention, Comparaison, Outcome, Temps, *Study*) ont été définis. Ils sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Mots-clés selon la méthode PICOTS

P	Patients atteints de mucoviscidose <ul style="list-style-type: none"> - Enfants, adolescents, adultes - En période d'exacerbation ou non / hospitalisés ou non - Pas d'exclusion selon les stades de la maladie ou l'atteinte pulmonaire Exclusion des patients transplantés pulmonaires
I	Toutes les techniques de PEP <ul style="list-style-type: none"> - PEP-Mask - High-PEP - Appareils de PEP oscillants (Flutter®, Acapella®, Aerobika®, RC-Cornet®)
C	Techniques de désencombrement pulmonaire <ul style="list-style-type: none"> - Drainage Autogène (DA) - <i>Active Cycle of Breathing Techniques</i> (ACBTs) - Exercice physique - Appareils de Vibrations Thoraciques (HFCWO, HFCC) - Ventilation Non-Invasive (VNI) - Drainage Postural avec Percussions et Vibrations (DPPV) - Techniques de PEP - Percussionnaire®
O	Fonctions et volumes pulmonaires (<i>VEMS, CVF, FEF25-75%, Peak-Flow Expiratoire, Rapport de Tiffeneau (VEMS/CVF), CPT, CRF, VR, etc.</i>) Sécrétions (<i>poids, production, volume, qualité</i>) Gazométrie (<i>SpO₂, SaO₂, tension en O₂ et en CO₂</i>) Tolérance à l'exercice Préférence, compliance, satisfaction du patient Autres (<i>qualité de vie, nombre d'exacerbation, nombre de toux, durée d'hospitalisation, etc.</i>)
T	Après un traitement unique Après une durée déterminée de traitement
S	Études randomisées contrôlées sans limite de date de publication

*PEP : Pression Expiratoire Positive, HFCWO : High Frequency Chest Wall Oscillation, HFCC : High Frequency Chest Compression, VEMS : Volume Expiratoire Maximal en 1 Seconde, CVF : Capacité Vitale Forcée, FEF25-75% : Flux Expiratoire Forcé à 25-75%, CPT : Capacité Pulmonaire Totale, VR : Volume Résiduel

Les quatre moteurs de recherche choisis fonctionnant de manière différente, une question de recherche spécifique à chacun d'entre eux a dû être rédigée. Pour se faire, les termes du PICOTS ont été préalablement traduits en anglais. Sachant que des subtilités de langage telles que les pluriels, les différentes orthographes ou les synonymes peuvent influencer la quantité d'articles trouvés, chaque variante a dû être introduite individuellement. Cela a permis de déterminer le terme le plus efficace à chacune des recherches. Un filtre sélectionnant uniquement les études randomisées contrôlées a également été utilisé. Chaque question a donc suivi ce même schéma : « Intervention et Population et Filtre ». Les détails de celles-ci se trouvent en *Annexe I*.

La recherche d'article date de décembre 2017. En mai 2018, afin de mettre à jour le nombre de résultats, les questions ont été lancées une nouvelle fois dans les mêmes moteurs de recherche. Cela a permis de déterminer que le nombre d'articles est actuellement supérieur aux résultats de décembre 2017. Cependant, aucun tri supplémentaire n'a été fait pour définir si les nouvelles études disponibles correspondaient aux critères d'inclusion. Une actualisation complète sera présentée ultérieurement au travers d'un site internet permettant une mise à jour régulière chaque 3 ou 6 mois (*living systematic review*) : <http://www.reuse.rehab/PEPforCysticFibrosis.php>.

3.2 Sélection des articles

Les articles issus des questions de recherche ont été insérés dans le logiciel de gestion de référence (Zotero). Celui-ci a permis de procéder à l'élimination des doublons. Afin de réaliser un premier tri rigoureux, les trois rédactrices ont effectué une lecture des titres et des résumés de tous les articles de façon indépendante. Un affinage de celui-ci a été réalisé selon le même procédé au moyen d'une lecture complète des études restantes. Entre chaque étape, les lectrices ont procédé à une mise en commun à visée consensuelle. Les détails de ce processus de sélection se trouvent sous forme de schéma PRISMA, en *Annexe II*.

Finalement, sur un total de 1247 études identifiées dans les différentes bases de données, seules 39 ont été conservées pour leur concordance avec la question de recherche. Les critères d'inclusion et d'exclusion suivants ont été appliqués à chaque étape de sélection.

Tableau 2 : Critères d'inclusion selon différents items du PICOTS

Items	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Design d'étude	Études randomisée contrôlées	Revue systématique
Population	Tous les patients atteints de mucoviscidose, quel que soit leur âge	Patients transplantés pulmonaires
Intervention	Toute étude comparant une technique de PEP à n'importe quel traitement de désencombrement pulmonaire	Études utilisant la PEP pour favoriser la nébulisation
Outcomes	Mesures subjectives et objectives de l'efficacité du désencombrement pulmonaire	Coûts du traitement Management du patient
Autres	Texte complet disponible	Langage Hors sujet Conférences

Pour réaliser une revue systématique, seule l'utilisation d'études randomisées contrôlées est autorisée. Les revues systématiques apparaissant dans les résultats de recherche ont donc dû être exclues.

Comme les interventions souhaitées pour ce travail étaient les techniques de PEP comparées à une ou plusieurs autres thérapies de désencombrement pulmonaire, seules les études répondant à ce critère ont été incluses. Il est à noter que plusieurs articles mentionnaient l'utilisation de la pression expiratoire positive pour favoriser la nébulisation d'agents pharmacologiques. Ne faisant ni partie de l'intervention ni des outcomes souhaités, ceux-ci ont été écartés.

Les études incluses devaient cibler l'efficacité du désencombrement pulmonaire. Dans la plupart des articles, une grande quantité d'outcomes ont été analysés et comprenaient autant des résultats objectifs (fonctions pulmonaires, poids des sécrétions, tolérance à l'exercice, scores cliniques, nombre de toux, d'exacerbation ou d'hospitalisation, etc.) que subjectifs (compliance, questionnaires de préférences, satisfaction du patient, etc.). Certaines études se concentraient quant à elles uniquement sur les coûts des thérapies ou sur le management du patient et ont donc été exclues.

Finalement, des articles ont été mis de côté en raison de leur langage rédactionnel, ou car ils étaient hors sujets. Certains encore étaient issus de conférences ; étant donc non publiés sous forme complète, ils ont également été exclus.

En *Annexe III* se trouvent les fiches de lectures des 39 articles sélectionnés.

3.3 Évaluation de la qualité

L'évaluation de la qualité méthodologique des articles a été rendue possible grâce au logiciel PEDro dans lequel les 39 études finales ont été insérées. Pour 31 d'entre elles, des résultats immédiats étaient disponibles, car elles y étaient déjà répertoriées. Les huit articles restants ont, quant à eux, dû être analysés manuellement par les trois rédactrices faisant usage de ce même outil d'évaluation. Les détails des onze critères présents dans cette échelle se trouvent en *Annexe IV*.

Une analyse complémentaire au moyen de la liste GRADE (*Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*) a permis d'évaluer la confiance en la qualité d'évidence. En précisant la force des recommandations et en définissant une échelle de degré d'évidence, elle donne des indications pour l'interprétation des données finales (GRADE working group, 2018).

3.4 Extraction des données

Chacun des 39 articles a été lu dans sa totalité afin de remplir des fiches de lecture. Celles-ci ciblaient l'auteur, l'année de publication, les critères d'inclusion et d'exclusion, le design d'étude, les outcomes et leurs résultats ainsi que les conclusions. Elles se trouvent dans l'*Annexe III*. Il en ressort un grand taux de variabilité dans les interventions et les outcomes. Pour permettre l'analyse statistique, un tri supplémentaire a ainsi dû être effectué.

Dans un premier temps, un tableau regroupant les comparaisons au sein de chaque étude a démontré la pertinence de ne pas restreindre le nombre d'interventions car elles étaient toutes comparées plus d'une fois [*Annexe V*]. Pour finaliser la sélection, il a donc été décidé de se pencher sur les outcomes analysés dans les 39 études. Une liste répertoriant ces derniers a été rédigée et envoyée à différents spécialistes et physiothérapeutes

travaillant avec des patients atteints de mucoviscidose. Celle-ci se trouve en *Annexe VI*. Grâce à l'avis de ces experts du terrain, les quatre outcomes suivants ont été sélectionnés : le Volume Expiratoire Maximal en une Seconde (VEMS), la Capacité Vitale Forcée (CVF), le poids des sécrétions, et la tolérance à l'effort. Le VEMS et la CVF, sont des données résultant des tests de fonctions pulmonaire. En pratique, ils servent souvent à définir la sévérité de l'atteinte pulmonaire. Le poids des sécrétions quant à lui, est une mesure directe de la quantité d'expectorations évacuées grâce au traitement. S'il est pris tel quel, on parle de « poids mouillé ». Il peut également être séparé de la salive pour déterminer son « poids sec ». Dans la majorité des études sélectionnées, seul le poids mouillé des sécrétions était utilisé. Seul ce dernier a donc été analysé dans ce travail. Concernant la tolérance à l'effort, de nombreux tests existent. Les plus fréquents sont le *6 Minutes Walk Test* et le *Modified 10 Meter Shuttle Test*.

Ainsi, 27 études ont été choisies dans un premier temps pour une analyse quantitative. Il faut toutefois préciser que dans cette sélection, il existe deux travaux utilisant les mêmes données. En effet, Newbold a tout d'abord publié les résultats de sa thèse comparant le Flutter® et le PEP-Mask en 2001, puis a réactualisé ses recherches en publiant un article en 2005. Bien que les données récoltées en 2001 aient été réutilisées en 2005, les résultats diffèrent légèrement (M. E. Newbold, 2001 ; M. E. Newbold, Tullis, Corey, Ross, & Brooks, 2005). Dans ce travail, seuls les résultats de la publication la plus récente ont été étudiés. Le nombre final d'études incluses pour les analyses statistiques est finalement de 26. Les 13 restantes ont été utilisées pour compléter ces résultats au moyen d'une analyse qualitative.

3.5 Méthode d'analyse statistique

Le logiciel utilisé pour l'analyse est RStudio (logiciel R).

Le VEMS et la CVF ont été analysés au travers d'une méta-analyse en réseau. Cette méthode statistique permet d'utiliser les comparaisons directes entre plusieurs interventions pour en déduire des résultats pour une comparaison indirecte. Un SUCRA (*Surface Under the Cumulative Ranking*), un *forest plot* et un *relative effects* ont ainsi été calculés. Le SUCRA correspond à l'aire sous la courbe de l'analyse à répétition. Les valeurs de celui-ci sont classées entre 0 et 1 : plus la valeur est proche du 1, plus la thérapie est efficace pour l'outcome correspondant. Néanmoins, la proportion n'est pas à prendre en compte. Par exemple, une thérapie avec un résultat de 0.5 est plus efficace qu'une autre avec 0.2, mais l'écart qui les sépare n'est pas forcément un reflet correct de cette différence. Ensuite, le *relative effects* décrit les plus grands effets d'une intervention par rapport à une autre. Ses résultats ont été interprétés avec un intervalle crédible. Si cet intervalle contient le 0, l'hypothèse nulle stipulant que l'intervention n'aurait pas d'effet ne peut pas être exclue. Il serait ainsi impossible de déterminer si une technique est plus efficace qu'une autre.

Concernant les outcomes de la tolérance à l'effort (*6 Minute Walk Test* et le *modified 10 Meter Shuttle Test*), l'analyse statistique a été faite avec une méta-analyse standard.

I² a été utilisé pour calculer l'hétérogénéité des 26 articles analysés. En général, les résultats s'étendent de 0% à 100%. Plus ils se rapprochent de 0%, moins il y a d'hétérogénéité entre les articles. Il existe également un classement de l'hétérogénéité selon le *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* : entre 0% et 40% elle ne devrait pas être importante ; entre 30% et 60%, elle devrait être modérée ; entre 50% et 90%, elle devrait être importante ; et finalement, entre 75% et 100% elle est

considérable (Higgins & Green, 2011). Une valeur totale de I^2 a également été analysée pour l'hétérogénéité en réseau, ainsi qu'un modèle de séparation des nœuds (*node-splitting model*) calculé pour tester l'inconsistance statistique.

Il est important de noter que les caractéristiques propres aux patients peuvent influencer les résultats des interventions. En tenir compte dans l'analyse des données permet donc d'éviter un risque de biais. Une analyse selon trois sous-catégories a permis de compléter les données de ce travail : l'âge (enfant, adulte, enfant et adultes), la durée du traitement, (traitement unique, traitement à court terme : moins de sept jours, traitement à long terme : plus de sept jours). et l'état actuel de la maladie (en phase d'exacerbation ou stable). Un tableau récapitulatif des articles et des sous-catégories sélectionnées pour l'analyse se trouve en *Annexe VII*.

4 RÉSULTATS

Ce chapitre présente tout d'abord les détails de la recherche documentaire, puis décrit les caractéristiques des études incluses. Il évalue ensuite la qualité des 39 articles sélectionnés. Les résultats de l'analyse quantitative des 26 articles (analyse statistique et hétérogénéité) y sont alors développés pour chacun des quatre outcomes. Finalement, une analyse qualitative des 13 articles exclus de la méta-analyse complète ces données.

4.1 Résultats de la recherche documentaire

Suite aux recherches sur PubMed, Cochrane, CINAHL, et Embase, 1247 articles ont été rassemblés. Les 328 doublons ont d'office pu être exclus.

Par la suite, les trois auteurs ont lu les titres des 919 articles restants de manière individuelle. Une mise en commun a permis d'en éliminer 746 en respectant les critères de sélection choisis. Les études complètement hors sujet ainsi que les revues systématiques ont été écartées. Il en a été de même concernant la population, les interventions et les outcomes ne respectant pas les critères d'inclusion décrits au point 3.2.

Les résumés des 173 études randomisées contrôlées restantes ont ensuite été lus selon la même procédure pour mener à l'exclusion de 134 articles non conformes aux critères d'inclusion. Il est à relever que parmi eux, 23 étaient des extraits de conférences. Comme les textes complets n'étaient pas publiés, leur utilisation à des fins d'analyses statistiques était impossible malgré leur vraisemblable pertinence pour ce travail.

Finalement, les 39 études restantes ont été lues au complet. Aucune d'entre elles n'a été exclue pour l'analyse qualitative. Cependant, pour réaliser l'analyse quantitative, une sélection plus poussée fut nécessaire. En effet, parmi les 39 articles, quatre ne comprenaient pas l'un des quatre outcomes choisis pour les analyses statistiques (Dwyer, Zainuldin, Daviskas, Bye, & Alison, 2017 ; L. Lannefors & Wollmer, 1992 ; McCarren, 2006 ; Wettstein, Radlinger, & Riedel, 2014), huit manquaient de précision dans leur contenu (pas de valeurs données pour les outcomes, écart-type non fourni, etc)(Darbee, Ohtake, Grant, & Cerny, 2004 ; Falk et al., 1984 ; Hofmeyr, Webber, & Hodson, 1986 ; Homnick, Anderson, & Marks, 1998 ; Homnick et al., 1998 ; Mortensen, Falk, Groth, & Jensen, 1991 ; Padman, Geouque, & Engelhardt, 1999 ; Pryor, Webber, Hodson, & Warner, 1994 ; Sontag et al., 2010), et un avait des données reprises dans une étude plus récente (M. E. Newbold, 2001). Ce sont donc les données scientifiques de 26 études qui ont pu être extraites pour l'analyse quantitative.

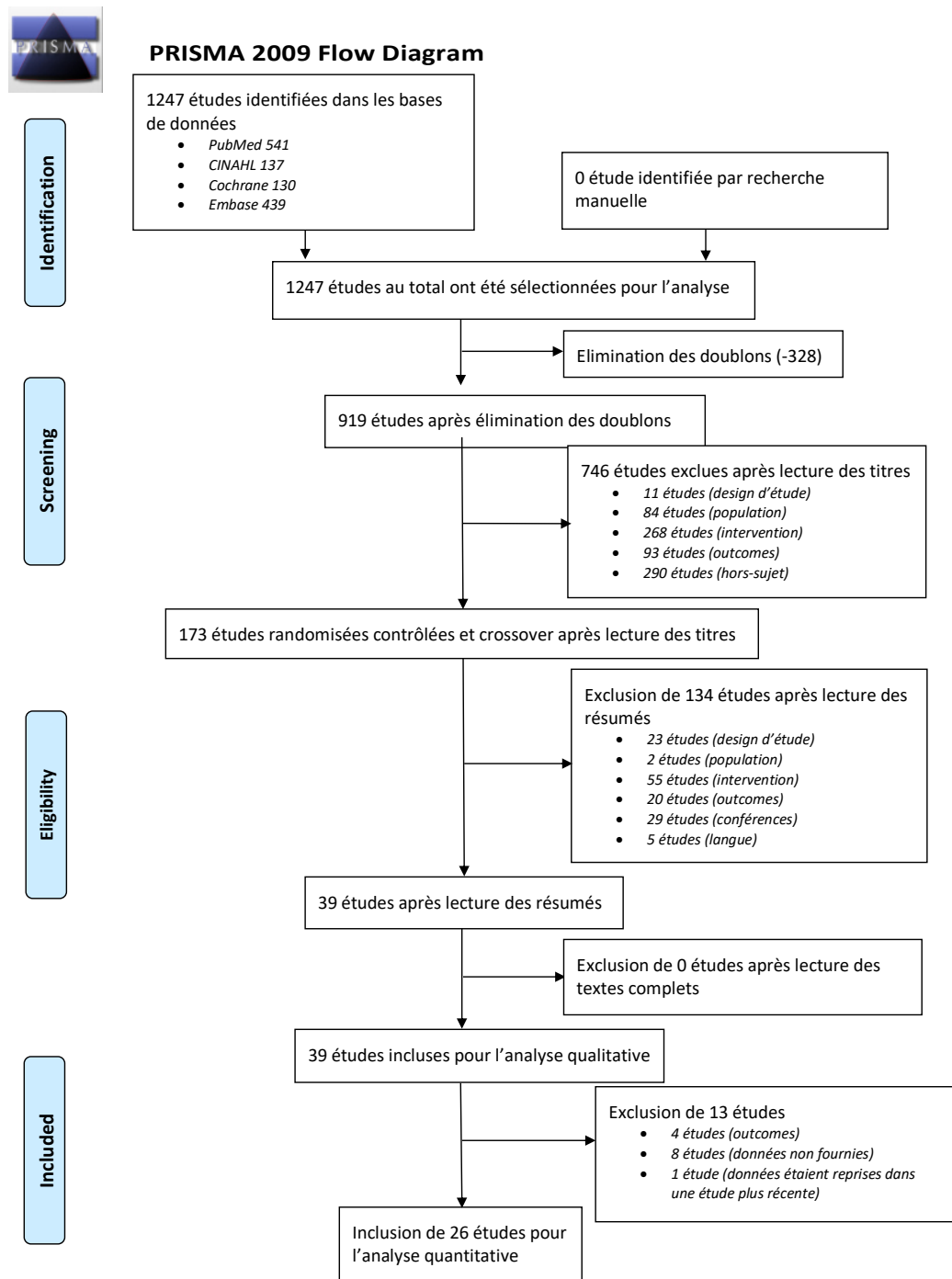


Figure 1 : Schéma PRISMA

4.2 Description des études

Ce chapitre a pour but de décrire les 26 études choisies pour l'analyse quantitative et de détailler leurs différentes caractéristiques : design, population et interventions. Les articles sélectionnés dans cette revue datent de 1986 à 2017.

4.2.1 Design

Les études incluses et analysées dans ce travail comportent plusieurs designs différents. Huit sont des études randomisées contrôlées (Darbee, Kanga, & Ohtake, 2005 ; Gondor, Nixon, Mutich, Rebovich, & Orenstein, 1999 ; M. P. McIlwaine et al., 2013 ; P. M. McIlwaine et al., 1997 ; P. M. McIlwaine, Wong, Peacock, & Davidson, 2001b ; Newbold et al., 2005 ; Pryor et al., 2010 ; Rodriguez Hortal et al., 2017). Les 18 restantes sont des études randomisées crossover. Elles ont toutes été analysées de manière équivalente.

4.2.2 Population

Un total de 680 patients, âgés de 4 à 47 ans (moyenne d'âge de 19,5 ans), ont été inclus dans l'analyse statistique. Tous avaient un diagnostic de mucoviscidose établi par un test génétique ou un test de la sueur et n'avaient pas reçu de transplantation pulmonaire. Ils devaient être capables d'effectuer, au besoin, les examens de fonctions pulmonaires. Les principaux critères d'exclusion étaient la présence d'hémoptysie, de pneumothorax (ou antécédent de celui), une chirurgie faite dans le mois précédent et la grossesse.

Concernant l'âge des patients choisis, six études ciblaient uniquement les enfants (P. M. McIlwaine et al., 1997, 2001b ; Tyrrell, Hiller, & Martin, 1986 ; Van Asperen, Jackson, Hennessy, & Brown, 1987 ; van Winden et al., 1998 ; West K., Wallen M., & Follett J., 2010). Cinq autres n'incluaient quant à elles que des adultes (Fainardi, 2011 ; Newbold et al., 2005 ; Placidi et al., 2006b ; Pryor et al., 2010 ; Rodriguez Hortal et al., 2017). Les 15 restantes n'avaient pas défini de critères spécifiques à l'âge.

Le degré de l'atteinte pulmonaire des patients pouvait fortement varier. Être dans une phase d'exacerbation ou non a été pour certains auteurs un critère d'inclusion et, pour d'autres, d'exclusion. Parmi les 26 articles sélectionnés, seuls six incluaient des patients hospitalisés suite à une exacerbation respiratoire (Braggion, Cappelletti, Cornacchia, Zanolla, & Mastella, 1995 ; Darbee et al., 2005 ; Fainardi, 2011 ; Gondor et al., 1999 ; Placidi et al., 2006b ; West K. et al., 2010).

Finalement, pour sept études, les critères d'exclusion et/ou d'inclusion n'étaient pas précisés (Lagerkvist, Sten, Redfors, Lindblad, & Hjalmarson, 2006 ; Lindemann, 1992 ; Lindemann, Boldt, & Kieselmann, 1990 ; Steen, Redmond, O'Neill, & Beattie, 1991 ; Tyrrell et al., 1986 ; Van Asperen et al., 1987 ; van Winden et al., 1998).

Les critères de sélection de la population respectifs aux 26 études ont été décrits dans des fiches de lecture présentes dans l'*Annexe III*.

4.2.3 Interventions

Les différentes interventions sont : l'Acapella®, l'*Active Cycle of Breathing Technique* (ACBT), les Appareils de Vibrations Thoraciques, le BiPAP, le CPAP, le Drainage Autogène (DA), le Drainage Postural (DP), les expirations forcées, le Flutter®, le High-PEP, le PEP-Mask, le Percussionnaire® et le RC-Cornet®. Le tableau ci-dessous récapitule le nombre d'études par interventions.

Tableau 3 : Interventions des 26 études utilisées pour l'analyse quantitative

Interventions	Nombre d'études	Références
Acapella	1	(West K. et al., 2010)
ACBT	2	(Milne & Eales, 2004 ; Pryor et al., 2010)
Appareils de vibration thoracique	5	(Braggion et al., 1995 ; Darbee et al., 2005 ; Fainardi, 2011 ; M. P. McIlwaine et al., 2013 ; Oermann et al., 2001)
BiPAP	2	(Placidi et al., 2006b ; Rodriguez Hortal et al., 2017)
CPAP	1	(Placidi et al., 2006b)
DA	5	(App et al., 1998 ; Lindemann, 1992 ; Lindemann et al., 1990 ; Pflieger, Theissl, Oberwaldner, & Zach, 1992 ; Pryor et al., 2010)
DP	9	(Braggion et al., 1995 ; Gondor et al., 1999 ; M. W. Konstan et al., 1994 ; P. M. McIlwaine et al., 1997 ; Newhouse et al., 1998 ; Oermann et al., 2001 ; Steen et al., 1991 ; Tyrrell et al., 1986 ; Van Asperen et al., 1987)
Expirations forcées	2	(M. W. Konstan et al., 1994 ; Steen et al., 1991)
Flutter	13	(App et al., 1998 ; Borka, Gyurkovits, & Bodis, 2012 ; Gondor et al., 1999 ; M. W. Konstan et al., 1994 ; Lagerkvist et al., 2006 ; Lindemann, 1992 ; P. M. McIlwaine et al., 2001b ; Milne & Eales, 2004 ; Newbold et al., 2005 ; Newhouse et al., 1998 ; Oermann et al., 2001 ; Pryor et al., 2010 ; van Winden et al., 1998)
High-PEP	1	(Pflieger et al., 1992)
PEP-Mask	18	(Borka et al., 2012 ; Braggion et al., 1995 ; Darbee et al., 2005 ; Fainardi, 2011 ; Lagerkvist et al., 2006 ; Lindemann et al., 1990 ; M. P. McIlwaine et al., 2013 ; P. M. McIlwaine et al., 1997, 2001b ; Newbold et al., 2005 ; Placidi et al., 2006b ; Pryor et al., 2010 ; Rodriguez Hortal et al., 2017 ; Steen et al., 1991 ; Tyrrell et al., 1986 ; Van Asperen et al., 1987 ; van Winden et al., 1998 ; West K. et al., 2010)
Percussionnaire	1	(Newhouse et al., 1998)
RC-Cornet	1	(Pryor et al., 2010)

*ACBT : Active Cycle of Breathing Techniques, BiPAP : Bi-Level Positive Airway Pressure, CPAP : Continuous Positive Airway Pressure, DA : Drainage Autogène, DP : Drainage Postural, PEP : Pression Expiratoire Positive

Les comparaisons de ces interventions sont rassemblées dans l'Annexe V.

4.3 Évaluation de la qualité

L'évaluation du risque de biais a été faite au moyen de l'échelle d'analyse de la qualité méthodologique PEDro présente en Annexe IV (PEDro, 2018). Le tableau récapitulatif de ces résultats se trouve quant à lui en Annexe VIII.

Concernant la répartition des patients, 34 études (87%) ont réparti les patients de manière aléatoire dans les groupes (*random allocation*). Seules cinq études ont utilisé une méthode d'assignation des patients secrète (*concealed allocation*). Pour 53% des études (21/39) les groupes étaient similaires dès le début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants (*baseline comparability*). Aucune des études n'avait de sujets ou de thérapeutes en aveugle (*blind subjects, blind therapists*). Comme les techniques sont très différentes les unes des autres, il n'est pas possible de cacher au patient, ni au praticien le type d'intervention utilisée. Cependant, pour 33% des études (13/39), les examinateurs étaient en aveugle pour au moins un des critères de jugement essentiel (*blind assessors*). Pour que le suivi soit adéquat (*adequate follow-up*), les mesures pour au moins un des critères de jugement essentiels devaient être obtenues pour plus de 85% des sujets. Ce critère a été respecté pour 59% des études incluses (23/39). Dans huit études (21%), tous les sujets dont les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention-contrôle attribués lors de la répartition. Quand cela n'a pas été le cas, les données pour au moins un des critères essentiels furent analysées en « intention de traiter » (*intention-to-treat analysis*). Cela signifie que les résultats ont été traités en respectant la répartition initialement planifiée et non selon le traitement réellement reçu par le patient. 72% des études (28/39) ont indiqué, pour au moins un des

critères de jugement essentiels, les résultats des comparaisons statistiques intergroupes (*between group comparisons*). Cela a permis de déterminer si la différence entre les groupes surpasse celle attribuable au hasard. Finalement, 36 études (92%) indiquent à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité pour au moins un des critères de jugement essentiels (*point estimates and variability*).

En conclusion, à la suite de l'analyse réalisée grâce à l'échelle PEDro, le risque de biais de chacune de ces études a été jugé élevé. Pour déterminer la confiance en la qualité de l'évidence, une analyse GRADE (*Grading of Recommendations Assesment, Developpment and Evaluation*) a été également effectuée. Pour l'évaluation du niveau de qualité des données probantes, deux points ont été enlevés concernant le risque de biais, et deux points pour le manque de précision statistique. Le niveau d'hétérogénéité et d'incohérence ainsi que le biais indirect ou de publication étaient corrects. Les résultats indiquent donc que la qualité d'évidence est très basse. (CINeMA, 2018 ; GRADE working group, 2018).

4.4 Analyse quantitative

Ce chapitre a pour but de développer, pour chacun des quatre outcomes sélectionnés, les résultats des méta-analyse en réseau, ainsi que leurs hétérogénéités. Le VEMS, la CVF, le poids des sécrétions et la tolérance à l'effort ont été analysés.

4.4.1 Volume Expiré Maximal en une Seconde (VEMS)

Le tableau ci-joint présente les relations directes et indirectes entre les interventions ciblant le VEMS. La grandeur des cercles et des traits les reliant indique le nombre d'études qui comparent chaque intervention.

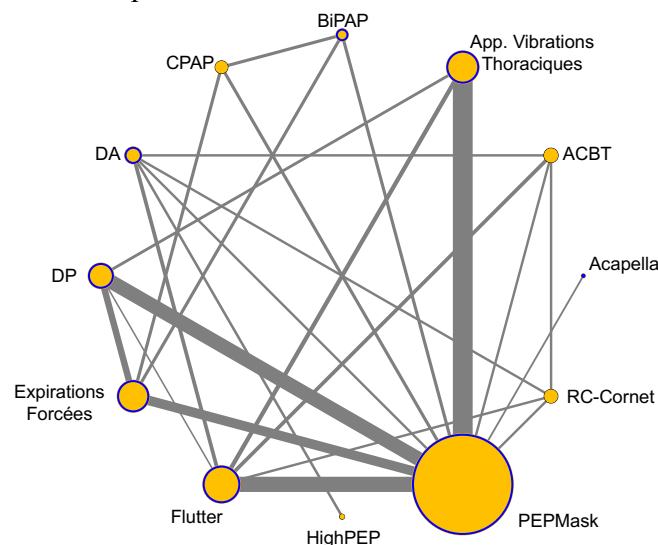


Figure 2 : Mise en réseau des interventions utilisant le VEMS comme outcome

*DA : Drainage Autogène, ACBT : Active Cycle of Breathing Techniques, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Positive Airway Pressure, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure

SUCRA (*Surface Under the Cumulative Rank*)

Cette méthode d'analyse indique que l'intervention la plus efficace pour l'amélioration du VEMS est l'Acapella® avec un SUCRA de 0.80. La moins bonne intervention est le RC-Cornet® avec un SUCRA de 0.19. Le tableau suivant liste tous les résultats pour chaque intervention et présente un classement de l'efficacité des différentes techniques.

Tableau 4 : Classement SUCRA des interventions pour le VEMS

Classement	Traitement	SUCRA
1	Acapella	0,80
2	DA	0,73
3	Expirations Forcées	0,65
4	App. Vibrations Thoraciques	0,64
5	HighPEP	0,61
6	CPAP	0,59
7	Flutter	0,52
8	PEPMask	0,46
9	BiPAP	0,39
10	DP	0,22
11	ACBT	0,20
12	RC-Cornet	0,19

*DA : Drainage Autogène, ACBT : Active Cycle of Breathing Techniques, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Positive Airway Pressure, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure

Forest Plot

Pour confirmer les résultats du SUCRA, voici les résultats de la comparaison des données de l'Acapella® avec celles des autres interventions de désencombrement pulmonaire.

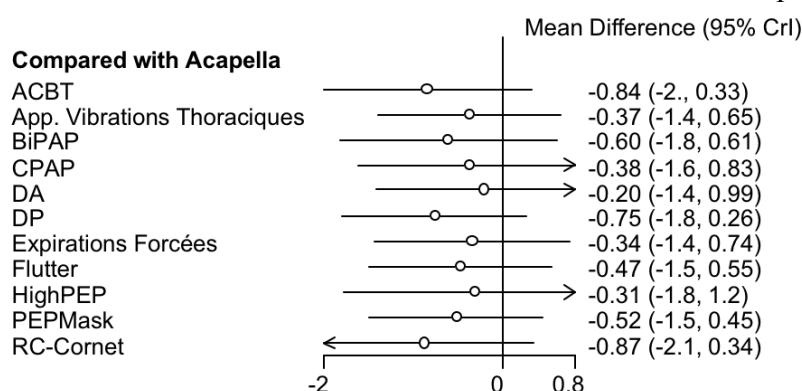


Figure 3 : Forest Plot des interventions comparées à l'Acapella pour le VEMS

*DA : Drainage Autogène, ACBT : Active Cycle of Breathing Techniques, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Positive Airway Pressure, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure, VEMS : Volume Expiré Maximal en 1 sec

L'Acapella® est à nouveau l'intervention la plus efficace par rapport aux autres techniques de désencombrement pulmonaire. Le Drainage Autogène reste également l'intervention la plus proche des résultats de l'Acapella® avec une différence de moyenne de -0,20 (CrI : -1,4 ; 0,99). L'intervention la moins efficace est toujours le RC-Cornet® avec une différence de moyenne standardisée de -0,087 (CrI : -2,1, 0,34). Au regard des intervalles crédibles, ces résultats sont cependant statistiquement non significatifs.

Relative effects

Le *relative effects* a permis d'analyser le plus grand effet d'une intervention par rapport à une autre. Les résultats au complet sont disponibles dans le tableau en *Annexe IX*. Ci-dessous sont développés les données principales liées à chaque intervention de PEP.

Pour le VEMS, le PEP-Mask est plus efficace que quatre techniques : l'ACBT (0,32 [-0,32 ; 0,95]), la BiPAP (0,08 [-0,64 ; 0,82]), le Drainage Postural (0,24 [-0,11 ; 0,61]), et le RC-Cornet® (0,35 [-0,38 ; 1,08]). Ensuite, le High-PEP est plus efficace que neuf techniques : l'ACBT (0,53 [-0,63 ; 1,69]), les Appareils de Vibrations Thoraciques (0,06 [-1,1;1,22]), la BiPAP (0,3 [-1,05 ; 1,64]), la CPAP (0,07 [-1,27 ; 1,41]) , le Drainage Postural (0,45 [-0,71 ; 1,63]), les Expirations Forcées (0,03 [-1,18 ; 1,27]), le Flutter® (0,17 [-0,94 ; 1,27]), le PEP-Mask (0,21 [-0,92 ; 1,34]), et le RC-Cornet® (0,56 [-0,65 ; 1,76]). Le Flutter® est plus efficace que cinq techniques : l'ACBT (0,36 [-0,24 ; 0,96]), la BiPAP (0,13 [-0,66 ; 0,93]), le Drainage Postural (0,28 [-0,16 ; 0,75]), le PEP-Mask (0,04 [-0,28 ; 0,36]), et le RC-Cornet® (0,4 [-0,31 ; 1,1]).

Finalement, l'Acapella® est plus efficace que toutes les autres techniques. Le plus grand *relatif effects* est visible lors de la comparaison avec le RC-Cornet® (0,87 [-0,34 ; 2,08]) et le plus petit avec le Drainage Autogène (0,2 [-0,99 ; 1,42]). Le RC-Cornet® quant à lui, n'est pas plus efficace que les autres techniques de désencombrement pulmonaire étudiées. Son effet est cependant presque similaire à l'ACBT (-0,03 [-0,78 ; 0,71]).

Il est à relever qu'aucun de ces résultats n'est statistiquement significatif car l'intervalle crédible contient le zéro dans toutes les comparaisons d'intervention.

Hétérogénéité

Pour le VEMS, l'hétérogénéité se situe entre 0% et 44%. Elle est ainsi peu importante à modérée. Les résultats détaillés peuvent être consultés dans l'*Annexe X*. Cependant, il faut noter que, pour une majorité des études, il n'a pas été possible de la calculer car il y avait moins de deux articles par comparaison d'intervention. La valeur totale de l'hétérogénéité en réseau est de 0% pour cet outcome et aucune comparaison avec une incohérence statistique significative n'a été observée.

4.4.2 Capacité Vitale Forcée (CVF)

Le tableau ci-joint présente les relations directes et indirectes entre les interventions ciblant la Capacité Vitale Forcée. La grandeur des cercles et des traits les reliant indique le nombre d'études qui comparent chaque intervention.

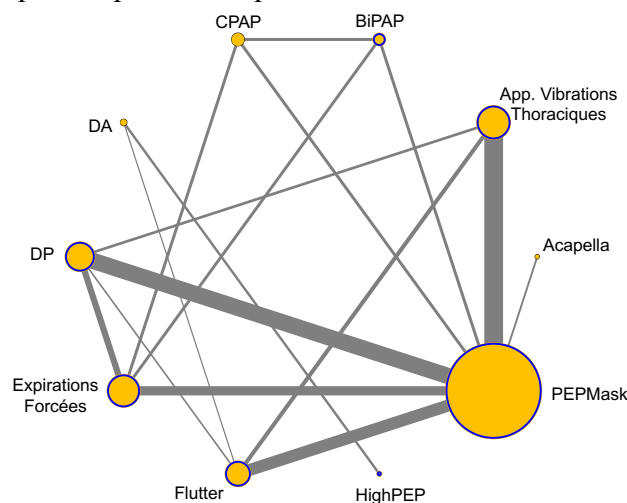


Figure 4 : Mise en réseau des interventions utilisant la CVF comme outcome

* DA : Drainage Autogène, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Positive Airway Pressure, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure

SUCRA (*Surface Under the Cumulative Rank*)

Cette méthode d'analyse indique que l'intervention la plus efficace pour l'amélioration de la CVF sont les Appareils de Vibration Thoraciques avec un SUCRA de 0.72. La moins bonne intervention est le Drainage Autogène avec un SUCRA de 0.34. Le tableau suivant liste tous les résultats pour chaque intervention et présente un classement de l'efficacité des différentes techniques.

Tableau 5 : Classement SUCRA des interventions pour la CVF

Classement	Interventions	SUCRA
1	App. Vibrations Thoraciques	0,72
2	Acapella	0,71
3	CPAP	0,56
4	PEPMask	0,50
5	DP	0,50
6	Expirations Forcées	0,46
7	Flutter	0,45
8	BiPAP	0,43
9	HighPEP	0,34
10	DA	0,34

* DA : Drainage Autogène, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Positive Airway Pressure, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure

Forest Plot

Pour confronter les résultats du SUCRA, voici les résultats de la comparaison des données des Appareils de Vibrations Thoraciques avec celles des autres interventions de désencombrement pulmonaire.

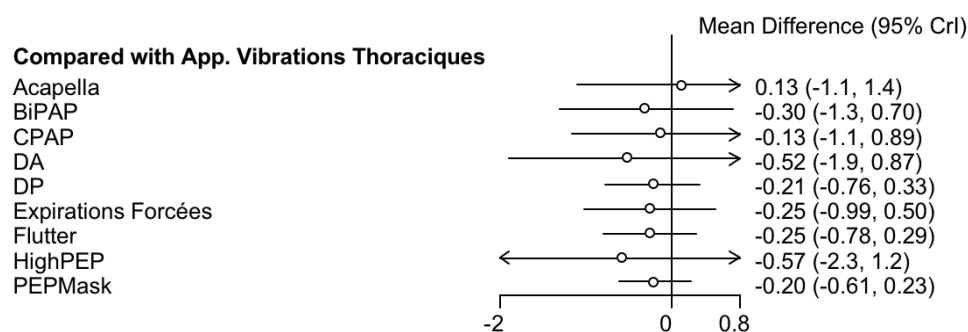


Figure 5 : Forest Plot des interventions comparées aux Appareils de Vibrations Thoraciques

* DA : Drainage Autogène, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Positive Airway Pressure, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure

Ici, l'Acapella® surpasse les Appareils de Vibrations Thoraciques avec une différence de moyenne de 0,13 (CrI : -1,1 ; 1,4). Ce résultat diffère légèrement du SUCRA. Les autres interventions restent moins efficaces que les Appareils de Vibrations Thoraciques. Les moins efficace sont le High-PEP avec une différence de moyenne standardisée de -0.57 (CrI : -2.3 ; 1.2) et le Drainage Autogène (-0,52 [-1,9 ; 0,87]). Au regard des intervalles crédibles, ces résultats sont cependant statistiquement non significatifs.

Relative Effects

Le *relative effects* a permis d'analyser le plus grand effet d'une intervention par rapport à une autre. Les résultats au complet sont disponibles dans le tableau en *Annexe XI*. Ci-dessous sont développés les données principales liées à chaque intervention de PEP.

Le PEP-Mask est plus efficace que cinq interventions : la BiPAP (0,1 [-0,81 ; 1,01]), le Drainage Autogène (0,32 [-1,03 ; 1,66]), les Expirations Forcées (0,04 [-0,57 ; 0,68]), le Flutter® (0,05 [-0,38 ; 0,48]), et le High-PEP (0,37 [-1,33 ; 2,05]). Il est autant efficace que le Drainage Postural (0 [-0,39 ; 0,43]). Ensuite, le Flutter® est plus efficace que trois interventions : la BiPAP (0,05 [-0,96 ; 1,05]), le Drainage Autogène (0,27 [-1,01 ; 1,54]), et le High-PEP (0,32 [-1,32 ; 1,95]). Il est autant efficace que les Expirations Forcées (0 [-0,75 ; 0,75]), Le RC-Cornet® n'a pas été étudié pour le FVC.

Finalement, l'Acapella® est plus efficace que toutes les autres techniques étudiées. Le plus grand *relative effects* est visible lors de la comparaison avec le High-PEP (0,69 [-1,35 ; 2,74]), et le plus petit avec les Appareils de Vibrations Thoraciques (0,13 [-1,09 ; 1,36]). Le High-PEP quant à lui n'est pas plus efficace que les autres techniques de désencombrement pulmonaire étudiées. Son efficacité est proche de celle du Drainage Autogène avec un *relative effects* de -0,05 (-1,08 ; 0,99).

Il est à relever qu'aucun de ces résultats n'est statistiquement significatif car l'intervalle crédible contient le zéro dans toutes les comparaisons d'intervention.

Hétérogénéité

Pour la Capacité Vitale Forcée, l'hétérogénéité se situe entre 0% et 67%. Elle est ainsi considérée comme modérée à importante. Les résultats détaillés peuvent être consultés dans l'*Annexe XII*. La valeur totale de l'hétérogénéité en réseau est de 29,5% pour cet outcome et aucune comparaison avec une incohérence statistique significative n'a été observée.

4.4.3 Poids des sécrétions

Le tableau ci-joint présente les relations directes et indirectes entre les interventions ciblant le poids des sécrétions. La grandeur des cercles et des traits les reliant indique le nombre d'études qui comparent chaque intervention.

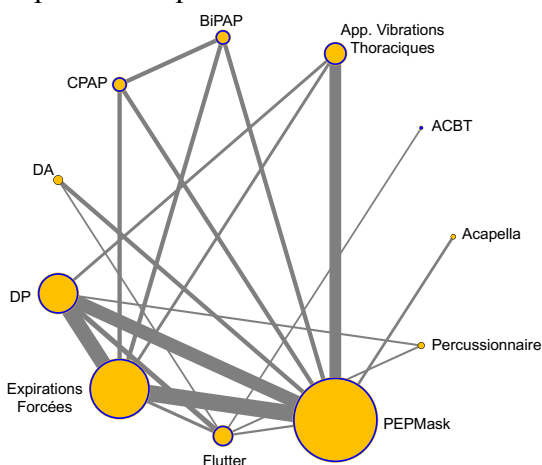


Figure 6 : Mise en réseau des interventions utilisant le poids des sécrétions comme outcome

*DA : Drainage Autogène, ACBT : Active Cycle of Breathing Techniques, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Airway Pressure

SUCRA (*Surface Under the Cumulative Rank*)

Cette méthode d'analyse indique que l'intervention la plus efficace pour l'augmentation du poids des sécrétions est le Drainage Autogène avec un SUCRA de 0.76. L'Expiration Forcée est la moins bonne intervention avec un SUCRA de 0.23. Le tableau suivant liste tous les résultats pour chaque intervention et présente un classement de l'efficacité des différentes techniques.

Tableau 6 : Tableau SUCRA des interventions pour le poids des sécrétions

Classement	Traitement	SUCRA
1	DA	0,76
2	Flutter	0,73
3	ACBT	0,63
4	DP	0,53
5	Acapella	0,51
6	Percussionnaire	0,51
7	PEPMask	0,50
8	App. Vibrations Thoraciques	0,49
9	CPAP	0,32
10	BiPAP	0,29
11	Expirations Forcées	0,23

*DA : Drainage Autogène, ACBT : Active Cycle of Breathing Techniques, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Airway

Forest Plot

Pour compléter les résultats du SUCRA, voici les résultats de la comparaison des données pour le Drainage Autogène (DA) avec celles des autres interventions de désencombrement pulmonaire.

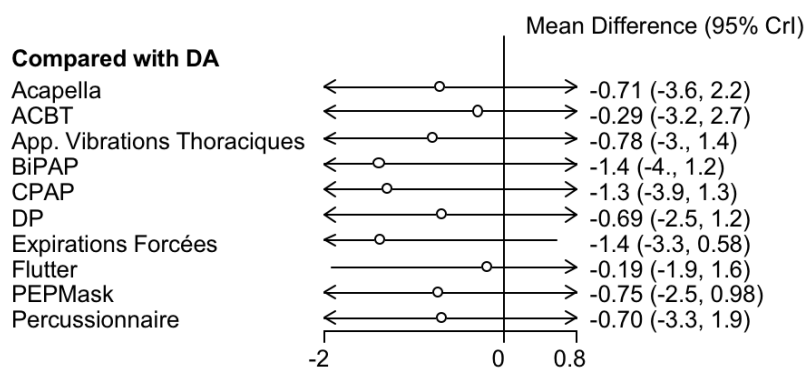


Figure 7 : Forest Plot des interventions comparées au Drainage Autogène

*DA : Drainage Autogène, ACBT : Active Cycle of Breathing Techniques, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure, PEP : Pression Expiratoire Positive, DP : Drainage Postural, CPAP : Continuous Airway

Pour le poids des sécrétions, le Drainage Autogène est à nouveau le plus efficace par rapport aux autres techniques de désencombrement pulmonaire. Le Flutter® reste l'intervention la plus proche des résultats du DA avec une différence de moyenne de -

0,19 (CrI : -1,9 ; 1,6). Les traitements les moins efficaces par rapport au DA sont la BiPAP (1,4 [-4 ; 1,2]), la CPAP (-1,2 [-3,9 ; 1,3]) et les Expirations Forcées (-1,4 [-3,3 ; 0,58]). Au regard des intervalles crédibles, ces résultats sont cependant statistiquement non significatifs.

Relative Effects

Le *relative effects* a permis d'analyser le plus grand effet d'une intervention par rapport à une autre. Les résultats complets sont disponibles dans le tableau en *Annexe XIII*. Ci-dessous sont développés les données principales liées à chaque intervention de PEP.

Le PEP-Mask est plus efficace que quatre interventions : les Appareils de Vibrations Thoracique (0,04 [-1,39 ; 1,47]), la BiPAP (0,64 [-1,36 ; 2,63]), la CPAP (0,55 [-1,45 ; 2,53]), et que les Expirations Forcées (0,62 [-0,47 ; 1,72]). Le Flutter® est plus efficace que toutes les autres interventions, sauf le Drainage Autogène (-0,19 [-1,92 ; 1,57]). Ensuite, l'Acapella® est plus efficace que cinq techniques : les Appareils de Vibrations Thoraciques (0,07 [-2,6 ; 2,76]), la BiPAP (0,67 [-2,36 ; 3,69]), la CPAP (0,59 [-2,45 ; 3,59]), les Expirations Forcées (0,66 [-1,87 ; 3,17]), et le PEP-Mask (0,03 [-2,24 ; 2,29]). Il est presque autant efficace que le Percussionnaire® avec un *relative effects* à -0,01 (-3,17 ; 3,14). Le RC-Cornet® et le High-PEP n'ont pas été analysés pour cet outcome.

Finalement, les résultats du *relative effects* déterminent que le Drainage Autogène est plus efficace que toutes les autres techniques, et que les Expirations Forcées restent les moins influentes pour cet outcome.

Il est à relever qu'aucun de ces résultats n'est statistiquement significatif car l'intervalle crédible contient le zéro dans toutes les comparaisons d'intervention.

Hétérogénéité

Pour le poids des sécrétions, l'hétérogénéité se situe entre 0% et 88%. Elle est ainsi importante à considérable. Les résultats détaillés peuvent être consultés dans l'*Annexe XIV*. La valeur totale de l'hétérogénéité en réseau est de 77,2% pour cet outcome et aucune comparaison avec une incohérence statistique significative n'a été observée.

4.4.4 Tolérance à l'effort

Le tableau ci-joint présente les relations directes entre les interventions ciblant la tolérance à l'effort. La grandeur des cercles et des traits les reliant indique le nombre d'études qui comparent chaque intervention.

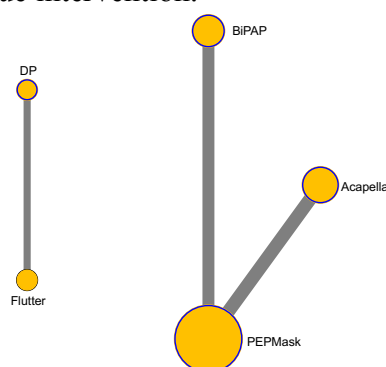


Figure 8 : Interventions utilisant la tolérance à l'effort comme outcome

*DP : Drainage Postural, BiPAP : Bi-Level Positive Airway Pressure, PEP : Positive Expiratory Pressure

Forest Plot

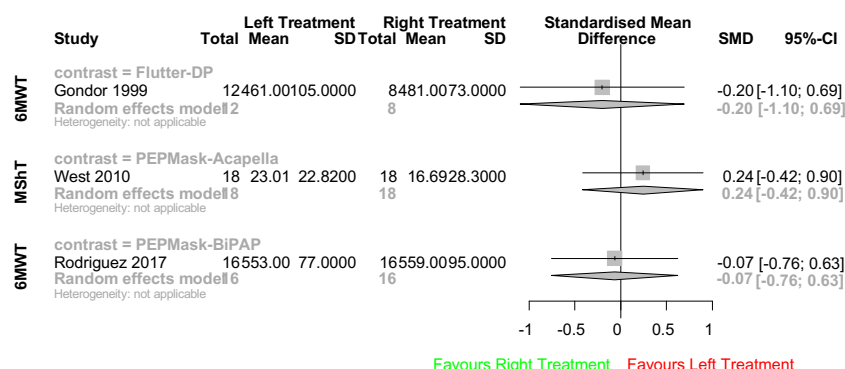


Figure 9 : Forest Plot pour l'outcome de la tolérance à l'effort

*DP : Drainage Postural, PEP : Pression Expiratoire Positive, BiPAP : Bi-level Positive Airway Pressure, 6MWT : 6 Minutes Walk Test, MShT : Modified 10m Shuttle Test

La tolérance à l'effort n'a pas pu être analysée en réseau car le peu d'études traitant de cet outcome ne comparaient pas les mêmes interventions. En effet, deux d'entre-elles utilisant le 6 Minutes Walk Test, étudiaient les effets du Flutter® comparé au DPPV (Gondor et al., 1999) ou ceux du PEP-Mask comparé à la BiPAP (Rodriguez Hortal et al., 2017). La seule étude avec des résultats utilisables pour le Modified 10m Shuttle Walk Test comparait l'Acapella® et le PEP-Mask (West K. et al., 2010).

Une analyse standard au moyen d'un Forest Plot (Figure 8) conclut que, pour le 6 Minutes Walk Test, le Drainage Postural semble plus efficace que le Flutter® (Gondor et al., 1999) et que la BiPAP serait légèrement plus efficace que le PEP-Mask (Rodriguez Hortal et al., 2017). Concernant le Modified 10m Shuttle Walk Test, le PEP-Mask serait plus efficace que l'Acapella®. Il faut cependant préciser qu'aucun de ces trois résultats n'est statistiquement significatif car l'intervalle de confiance chevauche le 0.

Hétérogénéité

L'analyse de l'hétérogénéité pour la tolérance à l'effort n'a pas pu être réalisée. Pour un même outcome, il n'y avait pas plus d'un article comparant les mêmes interventions.

4.5 Analyse par sous-catégories

Afin de limiter le risque de biais, trois sous-catégories d'analyse ont été déterminées : l'âge, la sévérité de la maladie, et la durée du traitement. Après l'extraction des données, il en ressort qu'une analyse par sous-groupes pour chaque outcome et chaque intervention est impossible. En effet, pour une même comparaison et un même outcome il est rare d'avoir exactement les mêmes sous-groupes étudiés. Les quelques déductions possibles sont présentées ci-dessous pour chacun des outcomes.

VEMS :

Deux études comparaient le PEP-Mask et les Appareils de Vibrations Thoraciques pour un même sous-groupe d'analyse, les enfants et les adultes en stade d'exacerbation avec un traitement à court terme (< 7 jours) (Braggion et al., 1995 ; Darbee et al., 2005). Il n'a pas été possible de définir clairement une technique permettant d'améliorer le VEMS, mais il semble que les Appareils de Vibrations Thoraciques ont une très légère tendance à améliorer cet outcome (-0,01 [-0,51 ; 0,48]). Ces résultats ne sont cependant pas

statistiquement significatifs étant donné qu'ils chevauchent le zéro. L'hétérogénéité dans cette comparaison est de 0%. (Figure 9)

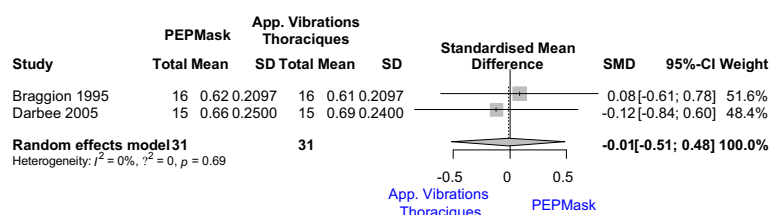


Figure 10 : Comparaison du PEP-Mask et des Appareils de Vibrations Thoraciques pour les adultes et enfants, en phase d'exacerbation avec un traitement à court terme (VEMS)

Deux autres études comparaient le PEP-Mask et le Drainage Postural, chez les enfants cliniquement stables avec un traitement de longue durée (> 7 jours) (P. M. McIlwaine et al., 1997 ; Van Asperen et al., 1987). Pour cette comparaison, des résultats statistiquement significatifs (0,57 [0.04 ; 1.11]) démontrent que le PEP-Mask est à favoriser pour augmenter la VEMS. L'hétérogénéité de cette comparaison est de 0%. (Figure 10)

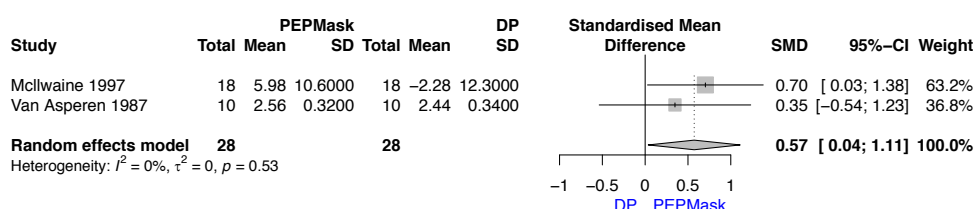


Figure 11 : Comparaison du PEP-Mask et du Drainage Postural pour les enfants stables avec un traitement de longue durée (VEMS)

Pour ce même sous-groupe, deux autres études analysant les effets du PEP-Mask et du Flutter® n'ont pas permis de définir l'intervention permettant d'améliorer le VEMS (P. M. McIlwaine et al., 2001b ; van Winden et al., 1998). Une légère tendance en faveur du PEP-Mask est tout de même à relever (0,05 [-1,05 ; 1,14]) mais tous ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs. L'hétérogénéité de cette comparaison est de 81%. (Figure 11)

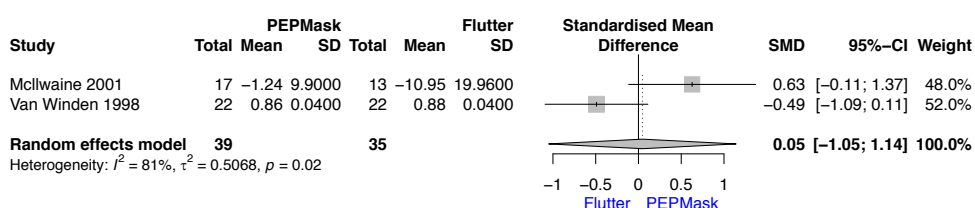


Figure 12 : Comparaison du Flutter et du PEP-Mask pour les enfants stables avec un traitement de longue durée (VEMS)

Finalement, deux études comparaient le PEP-Mask et le Flutter® pour des adultes stables suivant un traitement de longue durée (M. E. Newbold et al., 2005 ; Pryor et al., 2010). Il en ressort une légère préférence envers le Flutter® pour améliorer le VEMS (-0,31 [-0,80 ; 0,17]). Tous ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs. L'hétérogénéité est ici basse avec un résultat de 0%. (Figure 12)

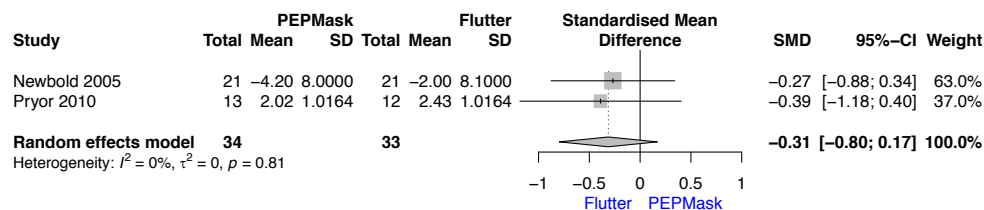


Figure 13 : Comparaison du Flutter et du PEP-Mask pour les adultes stables avec un traitement de longue durée (VEMS)

En Annexe XV, se trouvent les résultats complets de l'analyse en sous-groupes pour le VEMS.

CVF :

L'efficacité du PEP-Mask a été comparée aux Appareils de Vibrations Thoraciques pour des enfants et adultes en phase d'exacerbation avec un traitement de courte durée (< 7 jours) dans deux études (Braggion et al., 1995 ; Darbee et al., 2005). Il en ressort une légère préférence pour les Appareils de Vibrations Thoraciques (-0,03 [-0,53 ; 0,47]) avec une hétérogénéité de 0%. Ces résultats ne sont cependant pas statistiquement significatifs. (Figure 13)

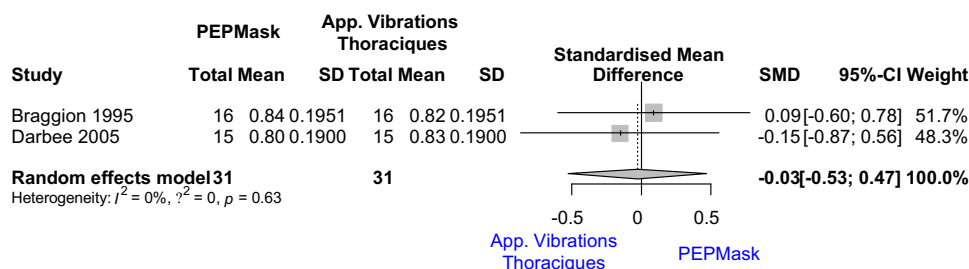


Figure 14 : Comparaison du PEP-Mask et des Appareils de Vibrations Thoraciques pour les enfants et adultes en phase d'exacerbation avec un traitement de courte durée (CVF)

Pour les enfants stables avec un traitement à long terme, la comparaison du PEP-Mask au Drainage Postural a été réalisée dans trois études (P. M. McIlwaine et al., 1997 ; Tyrrell et al., 1986 ; Van Asperen et al., 1987). Les résultats, non statistiquement significatifs, ne permettent aucune conclusion. L'hétérogénéité avoisine les 78%. (Figure 14)

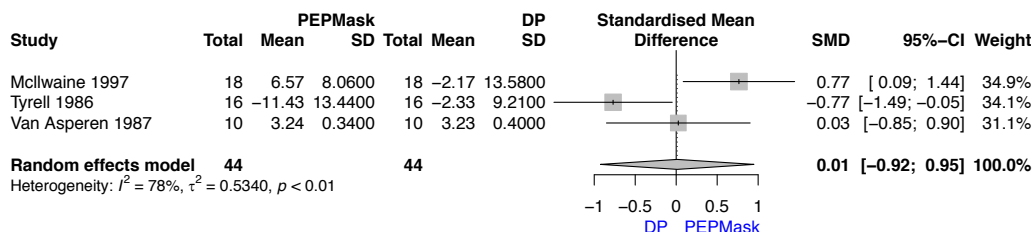


Figure 15 : Comparaison du PEP-Mask et du Drainage Postural pour les enfants stables avec un traitement de longue durée (CVF)

Pour ce même sous-groupe, deux autres études ont comparé le PEP-Mask au Flutter® (P. M. McIlwaine et al., 2001b ; van Winden et al., 1998). Il en ressort une légère évidence statistiquement non significative en faveur du PEP-Mask (0,06 [-1,19 ; 0,33]), avec une hétérogénéité de 85%. (Figure 15)

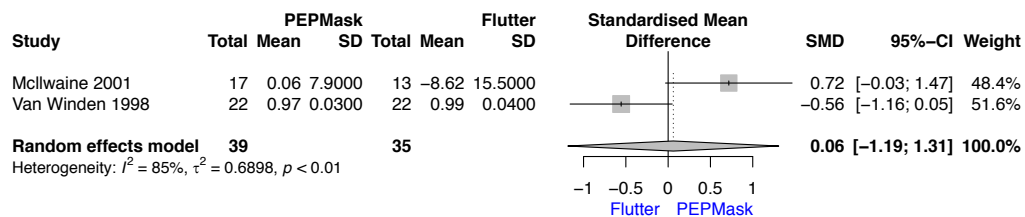


Figure 16 : Comparaison du PEP-Mask et du Flutter pour les enfants stables avec un traitement à long terme (CVF)

En *Annexe XVI*, se trouvent les résultats complets de l'analyse en sous-groupes pour la CVF.

Poids des sécrétions et tolérance à l'effort

Concernant les outcomes du poids des sécrétions et de la tolérance à l'effort, aucune analyse supplémentaire n'a pu être effectuée. En effet, le minimum de deux articles comparant les mêmes interventions au sein du même sous-groupe d'analyse n'a pas été atteint pour cet outcome. En *Annexe XVII* et *Annexe XVIII* se trouvent les résultats complets des analyses en sous-catégorie pour le poids des sécrétions et la tolérance à l'effort.

4.6 Analyse qualitative

Ce chapitre a pour but d'analyser les résultats des 13 études exclues de l'analyse quantitative. Celles-ci ont été écartées car elles ne comprenaient pas l'un des quatre outcomes choisis ou manquaient de précision dans leur contenu (pas de valeurs données pour les outcomes, écart-type non fourni etc). Cependant il est possible de mettre en regard leurs conclusions avec les résultats de ce travail.

Dans un premier temps, un certain nombre d'articles n'étaient pas en mesure de déterminer si une des interventions comparées était plus efficace qu'une autre. Les trois études concernées ciblaient le VEMS et la CVF comme outcomes (Homnick et al., 1998 ; Mortensen et al., 1991 ; Pryor et al., 1994). On ne peut ainsi rien en conclure pour compléter ce travail.

Deux autres études ont quant à elles pu définir la supériorité d'une de leurs interventions avec des résultats différents de ce travail. Hofmeyr et al. ont comparé trois groupes d'intervention : les exercices respiratoires (Expirations Forcées) en position debout, le PEP-Mask en position debout et le PEP-Mask en position assise. Ils concluent que les plus grandes quantités de sécrétions sont expectorées lors des exercices respiratoires en position debout et donc que ceux-ci sont plus efficaces que le PEP-Mask (Hofmeyr et al., 1986). Cependant, il faut préciser qu'aucune différence n'a été faite entre le PEP-Mask en position assise ou debout dans ce travail. De leur côté, Pryor et al. montrent que, pour améliorer le poids des sécrétions, l'ACBT est plus efficace que le Flutter® (Pryor et al., 1994).

Ensuite, trois études parviennent aux mêmes conclusions que celles de ce travail. Les résultats de Darbee et al. démontrent que le High-PEP tout comme Low-PEP améliorent le VEMS et la CVF s'ils sont comparés au no-PEP (Expirations Forcées) (Darbee et al., 2004). Concernant le poids des sécrétions, Falk et al. ont prouvé que le Drainage Postural combiné au PEP-Mask permet d'éliminer 90% des sécrétions. Ils ajoutent que les techniques de PEP sont efficaces à 85%, le Drainage Postural à 60% et les Techniques

d'Expirations Forcées à 55% (Falk et al., 1984). De plus, l'étude de Mortensen et al. conclut que la quantité de sécrétions expectorées dans les 30 minutes suivant un traitement avec PEP-Mask ou une séance de Drainage Postural est supérieure à celle du groupe contrôle (Expirations Forcées) (Mortensen et al., 1991).

Finalement, les résultats de trois dernières études complètent ce travail. Darbee et al. démontrent que le High-PEP et le Low-PEP (PEP-Mask) améliorent le poids des sécrétions s'ils sont comparés avec le « no-PEP » (uniquement des Expirations forcées) (Darbee et al., 2004). L'étude de Newhouse et al. montre une amélioration significative du VEMS et de la CVF avec le Flutter® et le Percussionnaire® s'ils sont comparés au Drainage Postural (Newhouse et al., 1998). L'étude de Pryor et al. conclut qu'il n'y a pas de différence entre le Flutter® et l'ACBT pour améliorer la CVF (Pryor et al., 1994). En raison du manque de données disponibles, le High-PEP n'a pas pu être inclus dans l'analyse du poids des sécrétions, tout comme le Percussionnaire® et l'ACBT dans l'analyse de la CVF. Ces résultats doivent ainsi être considérés dans ce travail.

Les études restantes n'avaient pas obtenu de résultats statistiquement significatifs pour tous leurs outcomes (Padman et al., 1999 ; Sontag et al., 2010) ou seulement pour le VEMS et la CVF (Falk et al., 1984 ; Hofmeyr et al., 1986). De plus certains n'étudiaient pas les mêmes outcomes que cette revue (Dwyer et al., 2017 ; L. Lannefors & Wollmer, 1992 ; McCarren, 2006 ; Wettstein et al., 2014). Les comparaisons avec les conclusions de ce travail sont donc impossibles.

5 DISCUSSION

L'objectif de ce travail était de déterminer l'efficacité de la Pression Expiratoire Positive (PEP) pour le désencombrement pulmonaire des patients atteints de mucoviscidose. Les techniques de PEP (PEP-Mask, High-PEP, Flutter®, Acapella®, RC-Cornet®) ont été comparées entre elles, mais également aux autres techniques de désencombrement que sont l'ACBT, le Drainage Autogène, le Drainage Postural, les techniques d'Expirations Forcées, les Appareils de Vibrations Thoraciques, le CPAP, le BiPAP, et le Percussionnaire®. Les études incluant autant les enfants que les adultes, les patients stables ou en phase d'exacerbation, ainsi que les traitements de courte durée (moins de sept jours) et de longue durée (plus de sept jours) ont été sélectionnées. Quatre outcomes principaux ont été ciblés : le VEMS, la CVF, le poids des sécrétions et la tolérance à l'effort.

Trente-neuf études ont été jugées éligibles pour l'analyse qualitative. Parmi elles, 26 articles datant de 1986 à 2017 ont permis d'effectuer une analyse quantitative au travers d'une méta-analyse en réseau et une analyse en sous-groupes. Les 13 restantes ont été utilisées lors d'une analyse qualitative.

5.1 Interprétation des résultats

VEMS

Il ressort des 19 études analysant le VEMS que, pour améliorer cet outcome, l'utilisation de l'Acapella® (SUCRA 0,80) et du Drainage Autogène (SUCRA 0,73) sont à favoriser. Les données du *Forest Plot*, et du *Relative Effects* vont dans le même sens en ayant des résultats favorables à ces deux interventions.

L'hétérogénéité est considérée comme peu importante à modérée. L'hétérogénéité en réseau de 0% confirme que les résultats des études concernées peuvent facilement être mis en commun.

CVF

Il ressort des 18 études analysant la CVF que, pour augmenter cet outcome, l'utilisation des Appareils de Vibrations Thoraciques (SUCRA 0,72) et de l'Acapella® (SUCRA 0,71) sont à favoriser. Les données du *Forest Plot*, et du *Relative Effects* diffèrent légèrement en montrant que l'Acapella® serait plus efficace que les Appareils de Vibrations Thoraciques. Cependant les données concernant les autres interventions vont dans le même sens que le SUCRA.

L'hétérogénéité est considérée comme modérée à importante. L'hétérogénéité en réseau de 29,5% confirme que les résultats de ces études peuvent moyennement être mis en commun.

Poids des sécrétions

Il ressort des 12 études analysant le poids des sécrétions expectorées que, pour améliorer cet outcome, l'utilisation du Drainage Autogène (SUCRA 0,76) et du Flutter® (SUCRA 0,73) sont à favoriser. Les données du *Forest Plot*, et du *Relative Effects* vont dans le même sens avec des résultats plus élevés pour ces deux mêmes interventions.

L'hétérogénéité des études concernées est considérable. L'hétérogénéité en réseau de 77,2% confirme que les résultats sont très différents et peuvent difficilement être mis en perspective.

Tolérance à l'effort

En raison du manque de précision statistique de ces études, aucune conclusion ne peut être tirée concernant l'outcome de la tolérance à l'effort.

Analyse en sous-groupes

Pour le VEMS, trois catégories d'analyses ont été retenues. La première impliquait les enfants et les adultes en exacerbation suivant un traitement de court terme (< 7 jours), la deuxième les enfants stables suivant un traitement à long terme (> 7 jours), et la troisième les adultes stables suivant également un traitement à long terme. Pour la CVF, on retrouve seulement les deux premières catégories. La majorité des résultats étaient statistiquement non significatifs car l'intervalle de confiance chevauchait le zéro. L'hétérogénéité s'étendait de 0% à 85%. Comme les sous-catégories comprenaient seulement deux à trois études, il est important de souligner que l'inclusion d'un seul article supplémentaire peut faire grandement varier les résultats.

Cependant, un résultat statistiquement significatif concernant les enfants stables suivant un traitement à long terme est tout de même à noter. Pour eux, le PEP-Mask serait plus efficace que le Drainage Postural pour améliorer le VEMS. Son utilisation est donc à conseiller pour ce type de patients.

5.2 Qualité de l'évidence

La qualité de l'évidence a été calculée au moyen de l'échelle PEDro. Les résultats s'évaluaient de 1 point (Lindemann et al., 1990 ; Padman et al., 1999) à 7 points (M. E. Newbold et al., 2005 ; Pryor et al., 2010 ; Rodriguez Hortal et al., 2017) pour un total de 10 points maximal ce qui démontre une évidence basse.

Ces résultats ont été confirmés ultérieurement par l'analyse GRADE qui qualifie l'évidence comme étant de très basse qualité. Les principales raisons pour lesquelles ces niveaux de preuve sont abaissés sont le risque de biais et le manque de précision élevés.

Le faible taux de participants (6 à 166 par étude), le manque de clarté des données rapportées par les auteurs, ainsi que l'incapacité d'avoir des patients et des thérapeutes en aveugle ont également une influence sur ce résultat. Concernant ce dernier point, il est effectivement impossible de cacher au patient ou au thérapeute quelle technique était utilisée. La connaissance du thérapeute permet une bonne exécution du traitement et une standardisation de celui-ci. Cependant, les aprioris quant à la technique utilisée émanant du physiothérapeute ou du patient peuvent influencer la compliance et ainsi les résultats de l'étude. Dans le même sens, 67% des articles n'avaient également pas d'examineurs en aveugle pour au moins un des critères de jugement essentiel. La faible qualité des articles concernant les autres points d'analyse contribue à diminuer l'évidence.

En conclusion, la qualité de l'évidence de cette revue est très basse et il y a un haut risque de biais.

5.3 Limites de la revue

Les forces de cette revue systématique sont les suivantes. Tout d'abord, l'inclusion d'un large panel d'interventions a permis une analyse complète des bénéfices des techniques de désencombrement pulmonaire actuellement disponibles. L'inclusion de 39 études complètes est également un point non négligeable. La question de recherche a donc pu être considérée dans son ensemble. Pour y répondre, une méta-analyse en réseau complétée par une analyse en sous-groupes et une analyse qualitative ont été utilisées. Finalement une actualisation régulière des recherches est possible grâce à l'utilisation d'un site internet : <http://www.reuse.rehab/PEPforCysticFibrosis.php>.

Certaines limites sont survenues lors de la rédaction de ce travail. La première concernait les outcomes choisis. Leur nombre a dû être restreint à quatre pour conserver la plus grande quantité d'interventions et ainsi favoriser une vision globale.

Parmi eux, la tolérance à l'effort est un choix pertinent, mais le peu d'études traitant de cet outcome de manière semblable n'a pas permis d'effectuer une analyse en réseau. Le poids des sécrétions est quant à lui un outcome discutable. En effet, il ne mesure pas de manière fiable l'encombrement pulmonaire : la production de sécrétions peut différer d'un patient à l'autre et les expectorations peuvent varier d'un jour à l'autre. Aucun lien direct ne peut alors être établi entre le poids des sécrétions et la réelle efficacité de la technique de désencombrement (Boyd, Brooks, Agnew-Coughlin, & Ashwell, 1994 ; Mortensen et al., 1991 ; van Winden et al., 1998) *in* (Lagerkvist et al., 2006). Il est également à relever que certains patients avalent leurs sécrétions ou que celles-ci peuvent être mélangées à la salive. Tout cela peut donc influencer le poids net expectoré et ne pas représenter avec fiabilité l'efficacité du désencombrement (M. McIlwaine, Button, & Dwan, 2015b ; Placidi et al., 2006b). Enfin, si un petit bouchon de mucus obstruant à lui seul toute une région pulmonaire est dégagé, la ventilation alvéolaire et les échanges gazeux se voient grandement améliorés sans que le poids de la sécrétion expectorée ne soit pour autant conséquente (Agnew, Little, Pavia, & Clarke, 1982 ; Pavia, Bateman, & Clarke, 1980 ; Robinson et al., 2001) *in* (Placidi et al., 2006). En raison de toutes ces variables, la qualité de l'intervention aurait alors tendance à être jugée de manière erronée.

Pour limiter le risque de biais, trois facteurs ont été retenus : l'âge, la durée du traitement et la sévérité de l'atteinte pulmonaire. Malgré cette analyse en sous-groupe, l'évidence des résultats selon PEDro et GRADE reste faible

La volonté de garder une question de recherche large a permis d'exploiter un nombre considérable de données au moyen d'une méthode d'analyse statistique complexe. En favorisant cette approche globale, la confrontation à des limites de temps et fut inévitable.

Finalement, l'analyse statistique a été réalisée par une seule personne sans contrôle des données par un tiers examinateur. Des erreurs minimales, pouvant potentiellement influencer nos résultats, sont possibles.

5.4 Mise en regard avec la littérature

Ce chapitre a pour but de mettre en regard nos résultats avec ceux de la littérature actuelle. Il présente tout d'abord ceux de deux *guidelines* en lien avec la physiothérapie chez les patients atteints de mucoviscidose (Button et al., 2016 ; Flume et al., 2009), de deux revues systématiques traitant de la Pression Expiratoire Positive (M. McIlwaine, Button, & Dwan, 2015 ; Morrison & Innes, 2017), ainsi que de trois revues systématiques traitant du désencombrement pulmonaire chez ces mêmes patients (Freitas et al., 2018 ; McCormack P., Burnham P., & Southern K.W., 2017 ; Moran, Bradley, & Piper, 2017). Ensuite, il compare les résultats et méthodes de ce travail avec la revue de McIlwaine et al (2015) intitulée « *Positive Expiratory Pressure Physiotherapy for airway clearance in people with cystic fibrosis* ». Dans un second temps, une utilisation de la PEP en combinaison avec la nébulisation de médicaments sera brièvement développée.

La *guideline* rédigée par la *Thoracic Society of Australia and New Zealand* fait tout d'abord mention de trois méta-analyses concluant qu'aucune des techniques de clearance mucociliaire existante n'est significativement supérieure à une autre. L'accent doit donc être mis sur la personnalisation du traitement ainsi que la recherche de la technique correspondant le mieux aux envies et besoins de chaque patient (Elkins, Jones, & Van der Schans, 2006 ; Mckoy, Saldanha, Odelola, & Robinson, 2012 ; Morrison & Agnew, 2009). Flume et al (2009), appuient également ces propos dans une autre *guideline*. Ils ajoutent que chaque thérapie comporte ses avantages et ses inconvénients et qu'il est important d'en tenir compte, tout comme de la préférence du patient. Il est encore précisé que la personnalisation du traitement peut grandement influencer l'adhésion à celui-ci et avoir un impact direct sur le succès ou non de la thérapie (Flume et al., 2009). Quelques messages-clés ainsi que leurs niveaux de recommandation sont à retenir de ces deux articles : « *The ACBT is an effective form of airway clearance and can be used by people with acute and chronic lung disease independently or in conjunction with other ACTs (B)* ». « *PEP therapy, oscillating PEP and autogenic drainage are effective forms of airway clearance which can be performed independently (B)* » (Button et al., 2016). « *In general, there is no ACT that has been demonstrated to be superior to others. (Level of evidence, fair; grade of recommendation, B)* ». « *For the individual, one form of ACT may be superior to the others. The prescription of ACT should be individualized based on factors such as age, patient preference, and adverse events, among others. (Level of evidence, fair ; grade of recommendation, consensus recommendation, B)* ». (Flume et al., 2009). Finalement, ces deux *guidelines* recommandent la pratique régulière d'exercice physique en complément de l'utilisation des différentes techniques de désencombrement pulmonaire. Flume et al (2009) préconisent l'exercice aérobique comme traitement d'appoint et mettent en avant ses avantages pour la santé générale du patient (Flume et al., 2009). De leur côté, Button et al (2016) mentionnent que l'exercice favorise l'expectoration des sécrétions tout en modifiant les propriétés viscoélastiques de celles-ci et augmente les résultats des fonctions pulmonaires sur le court terme. Ces affirmations ont une recommandation de niveau B pour les expectorations et A pour les fonctions pulmonaires. (Button et al., 2016).

Ensuite, les conclusions de deux revues systématiques traitant de la Pression Expiratoire Positive ont été analysées (M. McIlwaine et al., 2015b ; Morrison & Innes, 2017). McIlwaine et al. (2015) concluent leur revue systématique en mentionnant que la majorité des études ne démontrent pas de manière significative la supériorité du PEP-Mask par rapport aux autres techniques de désencombrement. Ils mettent cependant en avant trois études à long terme favorables au PEP-Mask et dont les résultats sont significatifs. Celles-ci concluent que le PEP-Mask est plus efficace que le DPPV chez des enfants et adolescents (P. M. McIlwaine et al., 1997), que le PEP-Mask est plus efficace que le Flutter® chez des enfants et adultes (P. M. McIlwaine et al., 2001b), et que le PEP-Mask est plus efficace que les Appareils de Vibrations Thoraciques (HFCWO) chez des enfants et adultes (M. P. McIlwaine et al., 2013). Il y aurait donc une évidence à considérer la Pression Expiratoire Positive comme une intervention acceptable pour les traitements à long terme. Concluant également que toutes les techniques de désencombrement ont une place dans le traitement des patients souffrant de mucoviscidose, McIlwain, Button et Dwan (2015) conseillent de placer le PEP-Mask assez haut dans la liste des interventions recommandées, surtout pour des patients en phase d'exacerbation. (M. McIlwaine et al., 2015b).

Ces deux revues font également mention de l'importance de l'adhésion du patient à la technique proposée. Lors de l'introduction d'une méthode de désencombrement pulmonaire, le thérapeute doit considérer les coûts et les bénéfices de celle-ci mais également prêter attention aux préférences individuelles de chaque patient en mesurant leur compliance (Morrison & Innes, 2017). À ce propos, une revue systématique sur l'adhésion des patients atteints de mucoviscidose à leur thérapie à domicile fut rédigée par O'Donohoe et Fullen (2014). Celle-ci soulève la complexité de considérer un tel outcome. En effet, les études ont tendance à utiliser des mesures objectives de la compliance (questionnaires validés) mais également de simples journaux de suivi ou l'appréciation globale du patient. Pour faire meilleur usage de cet outcome, ils suggèrent d'établir un consensus permettant de calculer le niveau d'observance des patients à leur thérapie (O'Donohoe & Fullen, 2014). Morrison et Innes (2017) relèvent, dans leur revue systématique, que la littérature fait mention d'un niveau de compliance élevé de la part des patients durant les trois mois suivant l'introduction d'une nouvelle technique de désencombrement pulmonaire. Cette « lune de miel » terminée, le niveau d'observance des patients tend à chuter. Pour pouvoir considérer cela comme outcome, les futurs auteurs devraient tenir compte de ces propos lors de l'élaboration de leur plan d'étude (Morrison & Innes, 2017). McIlwaine et al (2015) vont même plus loin en suggérant de n'inclure que les études réalisées sur 12 mois au minimum. Cela assurerait un niveau d'évidence suffisamment élevé ainsi qu'un réel intérêt dans l'*evidence-based-practice* (M. McIlwaine et al., 2015). Ce travail n'a pas pu analyser la compliance des patients en raison de la grande hétérogénéité dans les mesures de cet outcome. Cependant, de nombreuses études dans l'analyse qualitative suggèrent que la personnalisation d'un traitement augmente la compliance du patient et ainsi maximise les effets de l'intervention (M. P. McIlwaine et al., 2013 ; P. M. McIlwaine et al., 1997 ; Newbold et al., 2005 ; Oermann et al., 2001 ; Sontag et al., 2010)

Trois autres revues systématiques récentes étudiant le désencombrement pulmonaire chez les patients atteints de mucoviscidose ont également été analysées. Ces dernières ne traitent pas directement des techniques de Pression Expiratoire Positive et se concentrent principalement sur d'autres interventions comme le Drainage Postural (Freitas et al., 2018), la Ventilation Non-Invasive (Moran et al., 2017), ou encore le Drainage Autogène (McCormack P. et al., 2017). Dans leur revue, McCormack et al concluent que le Drainage

Autogène est comparable aux autres techniques de désencombrement pulmonaire (y compris la PEP) et peut satisfaire les patients en quête d'indépendance. Cependant, il faut prendre en compte l'âge du patient car pour certains, particulièrement chez les jeunes, la pratique autonome de cette technique pourrait être difficile. Ils appuient également l'importance de la préférence individuelle et des croyances personnelles dans l'adhésion à une thérapie. Concernant la comparaison avec les techniques de PEP, aucune donnée supplémentaire à ce travail n'est réalisée (McCormack P. et al., 2017). Dans l'étude ciblant la VNI, les auteurs concluent que ces appareils peuvent être un complément utile à d'autres techniques de dégagement des voies respiratoires lorsque la fatigue ou la faiblesse des muscles respiratoires posent problème. Les deux études considérant la PEP et la VNI sont les mêmes que celles de ce travail (Placidi et al., 2006b ; Rodriguez Hortal et al., 2017) et les résultats de leur analyse ne diffèrent pas avec celui-ci (Moran et al., 2017). Pour finir, Freitas et al, se concentrent uniquement sur la comparaison entre le Drainage Postural Modifié (évitant la position de déclive) et le Drainage Postural classique. Ne traitant pas des techniques de PEP, leurs résultats ne peuvent pas compléter ce travail (Freitas et al., 2018).

Mellwaine et al (2015) ayant une question de recherche proche de celle de ce travail, il est important que ce chapitre développe les différences existantes entre leur étude et celle-ci. Voici un tableau résumant les principales distinctions dans la méthodologie et les résultats. L'*Annexe XIX* complète ce dernier en précisant les interventions utilisées dans chaque revue.

Tableau 7 : Comparaison de la méthode et des résultats de la revue Mellwaine et al (2015) à ce travail

	Mellwaine et al (2015)	TBSc Bridel, Duc et Nef (2018)
Méthode	Méta-analyse standard	Méta-analyse en réseau
	26 articles inclus <ul style="list-style-type: none"> - 17 en texte complet - 7 uniquement sous forme de résumé 	39 articles inclus pour l'analyse quantitative 26 articles inclus pour l'analyse qualitative Exclusion des résumés et extraits de conférence
	Dernière recherche : décembre 2014 (Article le plus récent : 2013)	Dernière recherche : décembre 2017 (Article le plus récent : 2017)
	13 outcomes étudiés, classés en primaires (3) et secondaires (10) Pas étudié la survie, la tolérance à l'effort et les couts du traitement	4 outcomes étudiés Étudié la tolérance à l'effort
	4 comparaisons d'interventions choisies	14 techniques toutes comparées entre elles
	Technique de PEP principale définie uniquement comme le PEP-Mask à 10-20 cmH ₂ O. Analyse des appareils d'OPEP dans la même catégorie	Séparation des techniques de PEP : <ul style="list-style-type: none"> - PEP-Mask - High-PEP - Séparation des appareils de PEP oscillants : Flutter®, Acapella®, RC-Cornet®
	Analyse de chaque outcome selon la durée du traitement	Analyse de chaque outcomes séparément puis selon trois sous-catégories d'analyse : <ul style="list-style-type: none"> - Durée du traitement - Sévérité de la maladie - Âge

	Mellwaine et al (2015)	TBSc Bridel, Duc et Nef (2018)
Résultats	Qualité d'évidence basse	Qualité d'évidence basse
	Méta-analyse simple pour 4 comparaisons d'interventions	Méta-analyse en réseau de 12 interventions pour le VEMS Méta-analyse en réseau de 10 interventions pour la CVF Méta-analyse en réseau de 11 interventions pour le poids des sécrétions Méta-analyse simple pour la tolérance à l'effort
	Aucun résultat statistiquement significatif	Aucun résultat statistiquement significatif
	Recommandation de la PEP (= PEP-Mask) pour les traitements à long terme chez les patients atteints de mucoviscidose	Recommandation du PEP-Mask pour les enfants atteints de mucoviscidose, stables avec un traitement à long terme Classement SUCRA comme recommandations pour la pratique

*PEP : Pression expiratoire positive

Pour terminer, lors de la recherche d'articles, un grand nombre d'études traitant de l'utilisation combinée de techniques de PEP avec de la nébulisation médicamenteuse sont ressortis. N'étant pas directement en lien avec la question principale de ce travail, ils ont été mis de côté. Cependant, il est important de relever cette utilisation supplémentaire des différents appareils de PEP. L'hypothèse utilisée dans ces différents articles est la suivante : l'utilisation de la Pression Expiratoire Positive combinée à de la nébulisation, semblerait améliorer la distribution du médicament (antibiotique ou mucolytique) et ainsi maximiser son effet (Laube et al., 2005 ; Orlik & Sands, 2015 ; Pagola et al., 2016). L'étude de Pagola et al (2016) n'étant disponible que sous forme d'abstrait, les données complètes n'ont donc pas été étudiées. Cependant leur conclusion détermine que la nébulisation combinée à l'utilisation de l'Acapella® améliore le désencombrement « précoce » et semblerait être préférée par les patients (Pagola et al., 2016). De leur côté, Laube et al (2005), concluent que l'utilisation de la PEP combinée avec de la nébulisation demande plus de temps et diminue les quantités d'aérosols déposés dans les poumons des patients par rapport à la nébulisation habituelle. Ils précisent cependant que cette thérapie combinée permet une répartition du médicament plus homogène dans les voies aériennes périphériques (Laube et al., 2005). Finalement, Orlik et Sands (2015) mentionnent que la combinaison de la PEP et de la nébulisation de mucolytique pourrait contribuer à inhiber la progression des atteintes pulmonaires liées à la mucoviscidose. Les principaux effets de cette thérapie combinée sont perçus au travers du MEF25-75% (Orlik & Sands, 2015)..

5.5 Implication pour la pratique

Les résultats de cette revue ne permettent pas de faire ressortir significativement une technique de PEP plus efficace qu'une autre méthode de désencombrement pulmonaire. Cependant, on constate que les interventions de PEP sont généralement bien classées dans les SUCRA, et donc à conseiller. Il est aussi important de relever que la personnalisation du traitement est la clé dans le choix d'une modalité de thérapie. En effet, aux vues de la chronicité de cette maladie, un traitement quotidien est nécessaire. Cela demande une implication intense du patient dans sa thérapie. Les différents tableaux SUCRA, bien que statistiquement non significatifs, peuvent donner une piste dans la priorisation des différentes interventions. Par exemple, l'Acapella® serait à privilégier pour améliorer le VEMS. Il en va de même pour les Appareils de Vibrations Thoraciques et la CVF, ainsi que le Drainage Autogène pour le poids des sécrétions. Finalement, l'analyse par sous-catégories recommande l'utilisation du PEP-Mask par rapport au Drainage Postural chez des enfants cliniquement stables, pour un traitement à long terme.

Tableau 8 : Classement SUCRA des deux meilleures interventions par outcome

Outcome	Intervention		SUCRA
VEMS	1	Acapella	0.80
	2	Drainage Autogène	0,73
CVF	1	Appareils de vibrations thoraciques	0.72
	2	Acapella	0.71
Poids des sécrétions	1	Drainage Autogène	0,76
	2	Flutter	0,73
Tolérance à l'effort	-	SUCRA non calculable	-

*VEMS : Volume Expiré Maximal en 1 Seconde, CVF : Capacité Vitale Forcée

5.6 Implication pour la recherche

Les différents résultats de cette revue systématique démontrent la nécessité d'effectuer de nouvelles études à plus long terme (au minimum 3 mois), avec un plus grand nombre de patients inclus. Malgré le grand nombre d'articles traitant de l'utilisation de la PEP pour le désencombrement pulmonaire, la qualité d'évidence reste faible.

Dans la littérature actuelle sur le désencombrement pulmonaire des patients atteints de mucoviscidose, un grand nombre d'outcomes est analysé. Cependant ceux-ci varient énormément entre les études. Cela complexifie l'analyse quantitative lors de la réalisation d'une revue systématique augmentant ainsi le risque d'avoir des résultats de qualité d'évidence faible et non utilisables pour la pratique. Par exemple, la tolérance à l'effort est un outcome fréquemment recommandé par les différents praticiens ou experts du domaine, mais il reste peu évalué de manière identique dans les études actuelles.

Un grand nombre d'études et de revues systématique concluent qu'il n'y a pas de technique de désencombrement pulmonaire plus efficace qu'une autre. Toutes s'accordent à dire que la personnalisation du traitement et la compliance du patient influence alors son efficacité. Comme mentionné au point 5.4, l'importance d'un consensus évaluant cet outcome rigoureusement est nécessaire.

Finalement, il est à relever que la PEP peut, non seulement favoriser le désencombrement pulmonaire, mais semble également avoir un impact sur la nébulisation médicamenteuse. Cette thérapie combinée pourrait alors augmenter les effets bénéfiques de cette famille d'intervention et faire pencher le choix des modalités de traitement en leur faveur. Afin d'obtenir une conclusion claire à ce sujet, de nouvelles études et revues systématiques doivent être réalisées.

6 CONCLUSION

En conclusion, les résultats de cette revue ne permettent pas de déterminer de manière statistiquement significative si une des techniques de Pression Expiratoire Positive est globalement plus efficace qu'une autre, ou de conclure qu'elles sont plus efficaces que les autres thérapies de désencombrement pulmonaire. Ils rejoignent les conclusions des autres méta-analyses sur la grande hétérogénéité des études et une évidence statistique basse. Néanmoins, le classement SUCRA effectué dans ce travail peut aider les praticiens à prioriser leurs interventions en fonction de l'outcome voulu et personnaliser ainsi le traitement. L'interprétation du *Relative Effects* et du *Forest Plot* confirment majoritairement ces résultats. Un seul résultat statistiquement significatif est cependant à relever. L'utilisation du PEP-Mask pour les enfants atteints de mucoviscidose dans un état pulmonaire stable est plus favorable que le Drainage Postural lors de leur thérapie de désencombrement pulmonaire à long terme.

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agnew, J. E., Little, F., Pavia, D., & Clarke, S. W. (1982). Mucus clearance from the airways in chronic bronchitis--Smokers and ex-smokers. *Bulletin europeen de physiopathologie respiratoire*, 18(3), 473-484.
- App, E. M., Kieselmann, R., Reinhardt, D., Lindemann, H., Dasgupta, B., King, M., & Brand, P. (1998). Sputum rheology changes in cystic fibrosis lung disease following two different types of physiotherapy: flutter vs autogenic drainage. *Chest*, 114(1), 171-177.
- Bagg, M. K., Salanti, G., & McAuley, J. H. (2018). Research Note: Comparing interventions with network meta-analysis. *Journal of Physiotherapy*, 64(2), 128-132. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2018.02.014>
- Borka, P., Gyurkovits, K., & Bodis, J. (2012). Comparative study of PEP mask and Flutter on expectoration in cystic fibrosis patients. *Acta physiologica hungarica*, 99(3), 324-331.
- Boyd, S., Brooks, D., Agnew-Coughlin, J., & Ashwell, J. (1994). Evaluation of the Literature on the Effectiveness of Physical Therapy Modalities in the Management of Children With Cystic Fibrosis. *Pediatric Physical Therapy*, 6(2), 70-76.
- Braggion, C., Cappelletti, L. M., Cornacchia, M., Zanolla, L., & Mastella, G. (1995). Short-term effects of three chest physiotherapy regimens in patients hospitalized for pulmonary exacerbations of cystic fibrosis: a cross-over randomized study. *Pediatric Pulmonology*, 19(1), 16-22.
- Button, B. M., Wilson, C., Dentice, R., Cox, N. S., Middleton, A., Tannenbaum, E., ... Holland, A. E. (2016). Physiotherapy for cystic fibrosis in Australia and New Zealand: A clinical practice guideline. *Respirology (Carlton, Vic.)*, 21(4), 656-667. <https://doi.org/10.1111/resp.12764>
- Cantin, A. (1995). Cystic fibrosis lung inflammation: early, sustained, and severe. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 151(4), 939-941.
- CFCH: Mucoviscidose. (n.d.). *Société Suisse pour la Mucoviscidose (CFCH)*. Repéré à <http://www.cfch.ch/fr/mucoviscidose/>
- CINeMA. (2018). CINeMA. Repéré à <http://cinema.ispm.ch/>
- Darbee, J. C., Kanga, J. F., & Ohtake, P. J. (2005). Physiologic evidence for high-frequency chest wall oscillation and positive expiratory pressure breathing in hospitalized subjects with cystic fibrosis. *Physical therapy*, 85(12), 1278-1289.
- Darbee, J. C., Ohtake, P. J., Grant, B. J., & Cerny, F. J. (2004). Physiologic evidence for the efficacy of positive expiratory pressure as an airway clearance technique in patients with cystic fibrosis. *Physical therapy*, 84(6), 524-537.
- Dodd, M. E., & Prasad, S. A. (2005). Physiotherapy management of cystic fibrosis. *Chronic Respiratory Disease*, 2(3), 139-149. <https://doi.org/10.1191/1479972305cd078ra>
- Dwyer, T. J., Zainuldin, R., Daviskas, E., Bye, P. T. P., & Alison, J. A. (2017). Effects of treadmill exercise versus Flutter® on respiratory flow and sputum properties in adults with cystic fibrosis: a randomised, controlled, cross-over trial. *BMC Pulmonary Medicine*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12890-016-0360-8>
- Elkins, M. R., Jones, A., & Van der Schans, C. (2006). Positive expiratory pressure physiotherapy for airway clearance in people with cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*, 2.
- Fainardi. (2011). Short-Term Effects of High-Frequency Chest Compression and Positive Expiratory Pressure in Patients With Cystic Fibrosis. *Journal of Clinical Medicine Research*. <https://doi.org/10.4021/jocmr697w>
- Falk, M., Kelstrup, M., Andersen, J. B., Kinoshita, T., Falk, P., Støvring, S., & Gøthgen, I. (1984). Improving the ketchup bottle method with positive expiratory pressure, PEP, in cystic fibrosis. *European Journal of Respiratory Diseases*, 65(6), 423-432.
- Flume, P. A., Robinson, K. A., O'Sullivan, B. P., Finder, J. D., Vender, R. L., Willey-Courand, D.-B., ... Marshall, B. C. (2009). Cystic Fibrosis Pulmonary Guidelines: Airway

- Clearance Therapies. *RESPIRATORY CARE*, 54(4), 16.
- Freitas, D. A., Chaves, G. S., Santino, T. A., Ribeiro, C. T., Dias, F. A., Guerra, R. O., & Mendonça, K. M. (2018). Standard (head-down tilt) versus modified (without head-down tilt) postural drainage in infants and young children with cystic fibrosis. Dans *The Cochrane Library*. (S.l.) : John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010297.pub3>
- Girodon-Boulandet, E., & Costa, C. (2005). Génétique de la mucoviscidose, 8, 9.
- Gondor, M., Nixon, P. A., Mutich, R., Rebovich, P., & Orenstein, D. M. (1999). Comparison of Flutter device and chest physical therapy in the treatment of cystic fibrosis pulmonary exacerbation. *Pediatric pulmonology*, 28(4), 255–260.
- GRADE working group. (2018). GRADE home. Repéré à <http://www.gradeworkinggroup.org/>
- Higgins, J. P., & Green, S. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (Vol. 4). (S.l.) : John Wiley & Sons.
- Hofmeyr, J. L., Webber, B. A., & Hodson, M. E. (1986). Evaluation of positive expiratory pressure as an adjunct to chest physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *Thorax*, 41(12), 951–954.
- Homnick, D. N., Anderson, K., & Marks, J. H. (1998). Comparison of the flutter device to standard chest physiotherapy in hospitalized patients with cystic fibrosis: a pilot study. *Chest*, 114(4), 993–997.
- Konstan, M. W., Stern, R. C., & Doershuk, C. F. (1994). Efficacy of the Flutter device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis. *The Journal of Pediatrics*, 124(5 Pt 1), 689-693.
- Konstan, Michael W., & Berger, M. (1997). Current Understanding of the Inflammatory Process in Cystic Fibrosis. *Pediatric pulmonology*, 24, 137-142.
- Lagerkvist, A.-L. B., Sten, G. M., Redfors, S. B., Lindblad, A. G., & Hjalmarson, O. (2006). Immediate changes in blood-gas tensions during chest physiotherapy with positive expiratory pressure and oscillating positive expiratory pressure in patients with cystic fibrosis. *Respiratory Care*, 51(10), 1154-1161.
- Lannefors, L., & Wollmer, P. (1992). Mucus clearance with three chest physiotherapy regimes in cystic fibrosis: a comparison between postural drainage, PEP and physical exercise. *European Respiratory Journal*, 5(6), 748–753.
- Lannefors, Louise, Button, B. M., & McIlwaine, M. (2004). Physiotherapy in infants and young children with cystic fibrosis: current practice and future developments. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 97(Suppl 44), 8-25.
- Laube, B. L., Geller, D. E., Lin, T.-C., Dalby, R. N., Diener-West, M., & Zeitlin, P. L. (2005). Positive expiratory pressure changes aerosol distribution in patients with cystic fibrosis. *Respiratory Care*, 50(11), 1438-1444.
- Lindemann, H. (1992). Evaluation of VRP 1 physiotherapy. The value of physical therapy with VRP 1-Desitin (« Flutter »). *Pneumologie (Stuttgart, Germany)*, 46(12), 626-630.
- Lindemann, H., Boldt, A., & Kieselmann, R. (1990). Autogenic drainage: efficacy of a simplified method. *Acta Universitatis Carolinae. Medica*, 36(1-4), 210-212.
- McCarren, B. (2006). Physiological effects of vibration in subjects with cystic fibrosis. *European Respiratory Journal*, 27(6), 1204-1209. <https://doi.org/10.1183/09031936.06.00083605>
- Mccormack P., Burnham P., & Southern K.W. (2017). Autogenic drainage for airway clearance in cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(10). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009595.pub2>
- McIlwaine, M. (2006). Physiotherapy and airway clearance techniques and devices. *Paediatric respiratory reviews*, 7, S220-S222.
- McIlwaine, M., Button, B., & Dwan, K. (2015a). Positive expiratory pressure physiotherapy for airway clearance in people with cystic fibrosis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6), CD003147. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003147.pub4>
- McIlwaine, M., Button, B., & Dwan, K. (2015b). Positive expiratory pressure physiotherapy for

- airway clearance in people with cystic fibrosis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6), CD003147. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003147.pub4>
- McIlwaine, M. P., Alarie, N., Davidson, G. F., Lands, L. C., Ratjen, F., Milner, R., ... Agnew, J. L. (2013). Long-term multicentre randomised controlled study of high frequency chest wall oscillation versus positive expiratory pressure mask in cystic fibrosis. *Thorax*, 68(8), 746-751. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2012-202915>
- McIlwaine, P. M., Wong, L. T., Peacock, D., & Davidson, A. G. F. (1997). Long-term comparative trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *The Journal of pediatrics*, 131(4), 570-574.
- McIlwaine, P. M., Wong, L. T., Peacock, D., & Davidson, A. G. F. (2001a). Long-term comparative trial of positive expiratory pressure versus oscillating positive expiratory pressure (flutter) physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *The Journal of pediatrics*, 138(6), 845-850.
- McIlwaine, P. M., Wong, L. T., Peacock, D., & Davidson, A. G. F. (2001b). Long-term comparative trial of positive expiratory pressure versus oscillating positive expiratory pressure (flutter) physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *The Journal of Pediatrics*, 138(6), 845-850. <https://doi.org/10.1067/mpd.2001.114017>
- Mckoy, N. A., Saldanha, I. J., Odelola, O. A., & Robinson, K. A. (2012). Active cycle of breathing technique for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*, 12.
- Milne, S. M., & Eales, C. J. (2004). A pilot study comparing two physiotherapy techniques in patients with cystic fibrosis. *South African Journal of Physiotherapy*, 60(2), 3-6.
- Moran, F., Bradley, J. M., & Piper, A. J. (2013). Non-invasive ventilation for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*, 4.
- Moran, F., Bradley, J. M., & Piper, A. J. (2017). Non-invasive ventilation for cystic fibrosis. Dans *The Cochrane Library*. (S.l.): John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002769.pub5>
- Morrison, L., & Agnew, J. (2009). Oscillating devices for airway clearance in people with cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*, 1.
- Morrison, L., & Innes, S. (2017). Oscillating devices for airway clearance in people with cystic fibrosis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 5, CD006842. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006842.pub4>
- Mortensen, J., Falk, M., Groth, S., & Jensen, C. (1991). The effects of postural drainage and positive expiratory pressure physiotherapy on tracheobronchial clearance in cystic fibrosis. *Chest*, 100(5), 1350-1357.
- Müller, M., & Bucher, K. (2018, 10 janvier). Physiokompetenz für Cystische Fibrose. <https://www.cf-physio.ch/fr/>. [https://www.cf-physio.ch/fr/]. Repéré à <https://www.cf-physio.ch/fr/>
- Munck, A. (2005). Atteinte digestive de la mucoviscidose chez l'enfant. *Médecine thérapeutique/pédiatrie*, 8(3), 197-203.
- Myers, T. R. (2007). Positive expiratory pressure and oscillatory positive expiratory pressure therapies. *Respiratory care*, 52(10), 1308-1327.
- Newbold, M. E. (2001). *Effectiveness of the Flutter device versus the PEP mask in the treatment of adult cystic fibrosis* (PhD Thesis). National Library of Canada= Bibliothèque nationale du Canada.
- Newbold, M. E., Tullis, E., Corey, M., Ross, B., & Brooks, D. (2005). The flutter device versus the PEP mask in the treatment of adults with cystic fibrosis. *Physiotherapy Canada*, 57(3), 199-207.
- Newhouse, P., White, F., Marks, J., & Homnick, D. (1998). The intrapulmonary percussive ventilator and flutter device compared to standard chest physiotherapy in patients with cystic fibrosis. *Clinical pediatrics*, 37(7), 427-432.
- O'Donohoe, R., & Fullen, B. M. (2014). Adherence of Subjects With Cystic Fibrosis to Their

- Home Program: A Systematic Review. *Respiratory Care*, 59(11), 1731-1746. <https://doi.org/10.4187/respcare.02990>
- Oermann, C. M., Sockrider, M. M., Giles, D., Sontag, M. K., Accurso, F. J., & Castile, R. G. (2001). Comparison of high-frequency chest wall oscillation and oscillating positive expiratory pressure in the home management of cystic fibrosis: A pilot study. *Pediatric pulmonology*, 32(5), 372–377.
- Orlik, T., & Sands, D. (2015). Application of positive expiratory pressure *PEP* in cystic fibrosis patient inhalations. *Developmental Period Medicine*, 19(1), 50-59.
- Padman, R., Geouque, D. M., & Engelhardt, M. T. (1999). Effects of the flutter device on pulmonary function studies among pediatric cystic fibrosis patients. *Delaware Medical Journal*, 71(1), 13-18.
- Pagola, M., Cortina, B., Iranzo, M., Romero, M., Gutierrez, F., & Reyckler, G. (2016). Hypertonic saline nebulization combined with oscillatory positive expiratory pressure accelerate sputum clearance in cystic fibrosis: a randomised crossover trial. *European respiratory journal. Conference: european respiratory society annual congress 2016. United kingdom*, 48(no pagination).
- Pavia, D., Bateman, J. R., & Clarke, S. W. (1980). Deposition and clearance of inhaled particles. *Bulletin europeen de physiopathologie respiratoire*, 16(3), 335.
- PEDro. (2018). Échelle PEDro (Français). PEDro. Repéré à <https://www.pedro.org.au/french/downloads/pedro-scale/>
- Pfleger, A., Theissl, B., Oberwaldner, B., & Zach, M. S. (1992). Self-administered chest physiotherapy in cystic fibrosis: a comparative study of high-pressure PEP and autogenic drainage. *Lung*, 170(6), 323–330.
- Placidi, G., Cornacchia, M., Polese, G., Zanolla, L., Assael, B. M., & Braggion, C. (2006a). Chest physiotherapy with positive airway pressure: a pilot study of short-term effects on sputum clearance in patients with cystic fibrosis and severe airway obstruction. *Respiratory care*, 51(10), 1145-1153.
- Placidi, G., Cornacchia, M., Polese, G., Zanolla, L., Assael, B. M., & Braggion, C. (2006b). Chest physiotherapy with positive airway pressure: a pilot study of short-term effects on sputum clearance in patients with cystic fibrosis and severe airway obstruction. *Respiratory care*, 51(10), 1145–1153.
- Pryor, J. A. (1999). Physiotherapy for airway clearance in adults. *European Respiratory Journal*, 14(6), 1418-1424. <https://doi.org/10.1183/09031936.99.14614189>
- Pryor, J. A., Tannenbaum, E., Scott, S. F., Burgess, J., Cramer, D., Gyi, K., & Hodson, M. E. (2010). Beyond postural drainage and percussion: Airway clearance in people with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*, 9(3), 187-192. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2010.01.004>
- Pryor, J. A., Webber, B. A., & Hodson, M. E. (1990). Effect of chest physiotherapy on oxygen saturation in patients with cystic fibrosis. *Thorax*, 45(1), 77-77. <https://doi.org/10.1136/thx.45.1.77>
- Pryor, J. A., Webber, B. A., Hodson, M. E., & Warner, J. O. (1994). The Flutter VRP1 as an adjunct to chest physiotherapy in cystic fibrosis. *Respiratory medicine*, 88(9), 677–681.
- Rafeeq, M. M., & Murad, H. A. S. (2017). Cystic fibrosis: current therapeutic targets and future approaches. *Journal of Translational Medicine*, 15(1), 84. <https://doi.org/10.1186/s12967-017-1193-9>
- Robinson, T. E., Leung, A. N., Northway, W. H., Blankenberg, F. G., Bloch, D. A., Oehlert, J. W., ... Moss, R. B. (2001). Spirometer-triggered high-resolution computed tomography and pulmonary function measurements during an acute exacerbation in patients with cystic fibrosis. *The Journal of pediatrics*, 138(4), 553-559.
- Rodriguez Hortal, M. C., Nygren-Bonnier, M., & Hjelte, L. (2017). Non-invasive Ventilation as Airway Clearance Technique in Cystic Fibrosis: Non-invasive Ventilation in Cystic Fibrosis. *Physiotherapy Research International*, 22(3), e1667.

<https://doi.org/10.1002/pri.1667>

- Rogers, D., & Doull, I. J. M. (2005). Physiological principles of airway clearance techniques used in the physiotherapy management of cystic fibrosis. *Current paediatrics*, 15(3), 233-238.
- Rosenstein, B. J., & Cutting, G. R. (1998). The diagnosis of cystic fibrosis: a consensus statement. *The Journal of pediatrics*, 132(4), 589-595.
- Sontag, M. K., Quittner, A. L., Modi, A. C., Koenig, J. M., Giles, D., Oermann, C. M., ... On behalf of the Investigators and Coordinators of the Airway Secretion Clearance Trial. (2010). Lessons learned from a randomized trial of airway secretion clearance techniques in cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/ppul.21179>
- Steen, H. J., Redmond, A. O., O'Neill, D., & Beattie, F. (1991). Evaluation of the PEP mask in cystic fibrosis. *Acta Paediatrica Scandinavica*, 80(1), 51-56.
- Tyrrell, J. C., Hiller, E. J., & Martin, J. (1986). Face mask physiotherapy in cystic fibrosis. *Archives of disease in childhood*, 61(6), 598-600.
- Van Asperen, P. P., Jackson, L., Hennessy, P., & Brown, J. (1987). Comparison of a positive expiratory pressure (PEP) mask with postural drainage in patients with cystic fibrosis. *Australian Paediatric Journal*, 23(5), 283-284.
- Van Ginderdeuren Filip, Kerckhofs Eric, Deneyer Michel, Vanlaethem Sylvie, & Vandenplas Yvan. (2015). Influence of respiratory physiotherapy on gastro-oesophageal reflux in infants: A systematic review. *Pediatric Pulmonology*, 50(9), 936-944. <https://doi.org/10.1002/ppul.23218>
- van Winden, C. M. Q., Visser, A., Hop, W., Sterk, P. J., Beckers, S., & de Jongste, J. C. (1998). Effects of flutter and PEP mask physiotherapy on symptoms and lung function in children with cystic fibrosis. *European Respiratory Journal*, 12(1), 143-147. <https://doi.org/10.1183/09031936.98.12010143>
- Wagener, J. S., & Headley, A. A. (2003). Cystic fibrosis: current trends in respiratory care. *Respiratory Care*, 48(3), 234-245; discussion 246-247.
- West, K., Wallen, M., & Follett, J. (2010). Acapella vs. PEP mask therapy: A randomised trial in children with cystic fibrosis during respiratory exacerbation. *Physiotherapy Theory and Practice*, 26(3), 143-149. <https://doi.org/10.3109/09593980903015268>
- West K., Wallen M., & Follett J. (2010). Acapella vs. PEP mask therapy: a randomised trial in children with cystic fibrosis during respiratory exacerbation. *Physiotherapy theory and practice*, 26(3), 143-149. <https://doi.org/10.3109/09593980903015268>
- Wettstein, M., Radlinger, L., & Riedel, T. (2014). Effect of Different Breathing Aids on Ventilation Distribution in Adults with Cystic Fibrosis. *PLoS ONE*, 9(9), e106591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106591>
- Yankaskas, J. R., Marshall, B. C., Sufian, B., Simon, R. H., & Rodman, D. (2004). Cystic Fibrosis Adult Care: Consensus Conference Report. *CHEST*, 125(1), 1S-39S. https://doi.org/10.1378/chest.125.1_suppl.1S

8 LISTE DES ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX

Liste des illustrations

Figure 1 : Schéma PRISMA.....	13
Figure 2 : Mise en réseau des interventions utilisant le VEMS comme outcome.....	16
Figure 3 : Forest Plot des interventions comparées à l'Acapella pour le VEMS.....	17
Figure 4 : Mise en réseau des interventions utilisant la CVF comme outcome.....	18
Figure 5 : Forest Plot des interventions comparées aux Appareils de Vibrations Thoraciques.....	19
Figure 6 : Mise en réseau des interventions utilisant le poids des sécrétions comme outcome.....	20
Figure 7 : Forest Plot des interventions comparées au Drainage Autogène.....	21
Figure 8 : Interventions utilisant la tolérance à l'effort comme outcome.....	22
Figure 9 : Forest Plot pour l'outcome de la tolérance à l'effort.....	23
Figure 10 : Comparaison du PEP-Mask et des Appareils de Vibrations Thoraciques pour les adultes et enfants, en phase d'exacerbation avec un traitement à court terme (VEMS).....	24
Figure 11 : Comparaison du PEP-Mask et du Drainage Postural pour les enfants stables avec un traitement de longue durée (VEMS).....	24
Figure 12 : Comparaison du Flutter et du PEP-Mask pour les enfants stables avec un traitement de longue durée (VEMS).....	24
Figure 13 : Comparaison du Flutter et du PEP-Mask pour les adultes stables avec un traitement de longue durée (VEMS).....	25
Figure 14 : Comparaison du PEP-Mask et des Appareils de Vibrations Thoraciques pour les enfants et adultes en phase d'exacerbation avec un traitement de courte durée (CVF).....	25
Figure 15 : Comparaison du PEP-Mask et du Drainage Postural pour les enfants stables avec un traitement de longue durée (CVF).....	25
Figure 16 : Comparaison du PEP-Mask et du Flutter pour les enfants stables avec un traitement à long terme (CVF).....	26

Liste des tableaux

Tableau 1 : Mots-clés selon la méthode PICOTS.....	8
Tableau 2 : Critères d'inclusion selon différents items du PICOTS.....	9
Tableau 3 : Interventions des 26 études utilisées pour l'analyse quantitative.....	15
Tableau 4 : Classement SUCRA des interventions pour le VEMS.....	17
Tableau 5 : Classement SUCRA des interventions pour la CVF.....	19
Tableau 6 : Tableau SUCRA des interventions pour le poids des sécrétions.....	21
Tableau 7 : Comparaison de la méthode et des résultats de la revue McIlwaine et al (2015) à ce travail.....	32
Tableau 8 : Classement SUCRA des deux meilleures interventions par outcome.....	34

9 ANNEXES

9.1	Annexe I : Questions de recherche analysées.....	VIII
9.2	Annexe II : Schéma PRISMA.....	X
9.3	Annexe III : Fiches de lecture des 39 articles sélectionnés	XI
9.4	Annexe IV : Échelle PEDro d'analyse de qualité des articles.....	XXXIX
9.5	Annexe V : Tableau des comparaisons d'interventions	XLI
9.6	Annexe VI : Tableau des différents outcomes des 39 articles sélectionnés ...	XLII
9.7	Annexe VII : Tableau des sous-catégories d'analyse pour les 26 articles choisis pour l'analyse quantitative	XLIV
9.8	Annexe VIII : Analyse de la qualité des 39 articles selon l'échelle PEDro ...	XLV
9.9	Annexe IX : Relative Effects « VEMS »	XLVII
9.10	Annexe X : Comparaison par les paires pour le VEMS.....	XLVIII
9.11	Annexe XI : Relative Effects « CVF ».....	L
9.12	Annexe XII : Comparaison par les paires pour la CVF	LI
9.13	Annexe XIII : Relative Effects « Poids des sécrétions ».....	LII
9.14	Annexe XIV : Comparaison par les paires pour le poids des sécrétions.....	LIII
9.15	Annexe XV : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour le VEMS	LIV
9.16	Annexe XVI : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour la CVF	LVI
9.17	Annexe XVII : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour le poids des sécrétions	LVIII
9.18	Annexe XVIII : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour la tolérance à l'effort	LX
9.19	Annexe XIX : Comparaison McIlwaine et al (2015) et Bridel, Duc et Nef (2018)	LXI

9.1 Annexe I : Questions de recherche analysées

1. PubMed

Date de la recherche et mise à jour :

19.12.2017 → 541 articles, 27.02.2018 → 544 articles, 15.05.2018 → 551 articles

Question de recherche :

(((((((((((((((((((((PEP) OR "positive expiratory pressure") OR flutter*) OR acapella) OR aerobika) OR PEP-bottle) OR RC-cornet) OR quake) OR "chest physiotherapy") OR "chest physical therapy") OR physiotherapy) OR "positive intra-airway pressure") OR "oscillating positive expiratory pressure") OR OPEP) OR Oscillating PEP) OR Oscillating device) OR High-PEP) OR "lung physiotherapy") OR "airway clearance technique") OR ACTs) OR TheraPEP)) AND (((CF) OR Mucoviscidosis) OR cystic fibrosis) OR Mucoviscidos*)) AND (((randomized controlled trial[pt]) OR (controlled clinical trial[pt]) OR (randomized[tiab]) OR (placebo[tiab]) OR (drug therapy[sh]) OR (randomly[tiab]) OR (trial[tiab]) OR (groups[tiab]))) NOT (animals[mh]) NOT humans[mh]))

2. CINAHL

Date de la recherche et mise à jour :

10.12.2018 → 137 articles , 27.02.2018 → 138 articles, 15.05.2018 → 141 articles

Question de recherche :

Filtre:

S1: TX randomized

S2: TX randomised

S3: TX randomly

S4: TX trial AND (control or placebo or sham or usual n3 care)

S5: Random

→ S6: S1 OR S2 OR S3 OR S4 OR S5

Intervention:

S7: TX PEP

S8: TX positive n3 expiratory n3 pressure

S9: TX OPEP

S10: TX Oscillating

S11: TX PEP-Mask

S12: TX Flutter*

S13: TX acapella

S14: TX Aerobika

S15: TX PEP-bottle

S16: TX RC-Cornet

S17: TX chest n5 physiotherapy

S18: TX chest n3 physical n3 therapy

S19: TX Positive intra-airway pressure

S20: TX: oscillating n3 positive n3 expiratory pressure

S21: TX High-PEP

S22: TX lung n3 physiotherapy

S23: TX airway n3 clearance n3 techniques

S24: TX TheraPEP

→ S25: S7 OR S8 OR S9 OR S10 OR S11 OR S12 OR S13 OR S14 OR S15 OR S16 OR S17 OR S18 OR S19 OR S20 OR S21 OR S22 OR S23 OR S24

Population:

S26: (TI mucoviscidos*) OR (AB mucoviscidos*)

S27: (TI cystic n3 fibrosis) OR (AB cystic n3 fibrosis)

S28: (TI CF) OR (AB CF)

→ S29: S26 OR S27 OR S28

Question de recherche finale:

S30: S6 AND S25 AND S29

3. Cochrane

Date de la recherche et mise à jour :

05.12.2018 → 130 articles, 27.02.2018 → 130 articles, 15.05.2018 → 134 articles

Question de recherche:

Intervention:

#1 PEP

#2 Positive n3 expiratory n3 pressure

#3 OPEP

#4 Oscillating

#5 PEP-Mask

#6 Flutter*

#7 Acapella

#8 Aerobika

#9 PEP-bottle

#10 RC-Cornet

#11 Chest n5 physiotherapy

#12 Chest n3 physical n3 therapy

#13 Positive intra-airway pressure

#14 Oscillating n3 positive n3 expiratory pressure

#15 High-PEP

#16 Lung n3 physiotherapy

#17 Airway n3 clearance n3 techniques

→ #18 : #1 or #2 or #3 or #4 or #5 or #6 or #7 or #8 or #9 or #10 or #11 or #12 or #13 or #14 or #15 or #16 or #17

Population:

#19 CF:ti,ab,kw

#20 mucoviscidos*:ti,ab,kw

#21 Cystic fibrosis:ti,ab,kw

→ #22: #19 or #20 or #21

Question de recherche finale :

#23 : #22 and #18

4. Embase

Date de la recherche et mise à jour :

28.11.2017 → 458 articles

27.02.2018 → 476 articles

15.05.2018 → 483 articles

Question de recherche :

Intervention:

#1 PEP #2 positive expiratory pressure #3 flutter #4 acapella #5 aerobika #6 pep bottle #7 rc cornet #8 quake #9 chest physiotherapy #10 chest physical therapy #11 breathing exercise #12 physiotherapy # 13 positive intra-airway pressure #14 oscillating positive expiratory pressure #15 opep #16 oscillating pep #17 oscillating device #18 high-pep #19 lung physiotherapy #20 airway clearance techniques #21 acts #22 therapep

→ #23: #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14 OR # 15 OR #16 OR # 17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22

Population:

#24 cf #25 mucoviscidosis #26 cystic fibrosis #27 mucoviscidos*

→ #28 = #24 OR #25 OR #26 OR # 27

Filtre:

#29 'crossover procedure':de OR 'double-blind procedure':de OR 'randomized controlled trial':de OR 'single-blind procedure':de OR random*:de,ab,ti OR factorial*:de,ab,ti OR crossover*:de,ab,ti OR ((cross NEXT/1 over*):de,ab,ti) OR placebo*:de,ab,ti OR ((doubl* NEAR/1 blind*):de,ab,ti) OR ((singl* NEAR/1 blind*):de,ab,ti) OR assign*:de,ab,ti OR allocat*:de,ab,ti OR volunteer*:de,ab,ti

Question de recherche finale :

#30 : #23 AND #28 AND #29

9.2 Annexe II : Schéma PRISMA



PRISMA 2009 Flow Diagram

Identification

1247 études identifiées dans les bases de données

- PubMed 541
- CINAHL 137
- Cochrane 130
- Embase 439

0 étude identifiée par recherche manuelle

1247 études au total ont été sélectionnées pour l'analyse

Screening

Elimination des doublons (-328)

919 études après élimination des doublons

746 études exclues après lecture des titres

- 11 études (design d'étude)
- 84 études (population)
- 268 études (intervention)
- 93 études (outcomes)
- 290 études (hors-sujet)

173 études randomisées contrôlées et crossover après lecture des titres

Eligibility

Exclusion de 134 études après lecture des résumés

- 23 études (design d'étude)
- 2 études (population)
- 55 études (intervention)
- 20 études (outcomes)
- 29 études (conférences)
- 5 études (langue)

39 études après lecture des résumés

Exclusion de 0 études après lecture des textes complets

39 études incluses pour l'analyse qualitative

Included

Exclusion de 13 études

- 4 études (outcomes)
- 8 études (données non fournies)
- 1 étude (données étaient reprises dans une étude plus récente)

Inclusion de 26 études pour l'analyse quantitative

9.3 Annexe III : Fiches de lecture des 39 articles sélectionnés

En rouge : les articles exclus de l'analyse statistique

Article 1	A pilot study comparing two physiotherapy techniques in patients with cystic fibrosis.
Auteurs	Milne S.M. Eales C.J.
Année	2004
Pays	Afrique du sud
Critère d'inclusion	- Mucoviscidose diagnostiquée par test de la sueur ou test génétique - Patients hospitalisés pour un traitement d'antibiotiques intraveineux - Capables de faire efficacement les tests de fonction pulmonaire - Capables d'effectuer les deux techniques respiratoires
Critère d'exclusion	- Hémoptysie - Pneumothorax - Patients hospitalisés pour soins palliatifs
Nombre de participants	- Nt : 7 - Ng : -
Moyenne d'âge	- Range : 16-42 ans - Moyenne : 28 ans
Interventions	Inhalation habituelle avant le traitement Flutter : 2x15min/jour pendant 2 jours Assis, 10-15 expirations dans l'appareil puis Forced Expiration Technique (3 expirations forcées à moyen/bas volume pulmonaire + 3 respirations à volume courant + 3 expirations à haut volume pulmonaire) ACBT : 2x15min/jour pendant 2 jours Assis, 2x (3-4 expansions thoraciques + 3-4 respirations à volume courant) + Forced Expiratory Techniques (idem)
Design d'étude	Crossover Patients randomisés en 2 groupes - Groupe A : 1 jour de Flutter et 1 jour d'ACBT - Groupe B : 1 jour d'ACBT et 1 jour de Flutter 1 jour de traitement comprenait 2 séances de 15 minutes
Outcomes	Poids des sécrétions : Échantillon des sécrétions sur 24h. Poids net calculé avec l'échelle Shimadzu LIBROR AEU 210 Fonctions pulmonaires : VEMS, CVF, VEMS/CVF, PEF, FEF25-75%, CVF IN, FIF50% Préférences du patient : Questionnaire de préférence
Résultats	Différence significative entre les deux traitements Fonctions pulmonaires : Pas de différence significative entre les deux traitements Préférences du patient : 2 patients ont préféré le Flutter, 3 l'ACBT et 2 n'ont pas eu de préférence entre les deux techniques
Conclusion	Entre les deux techniques. Les causes probables de ces résultats sont un petit échantillon et le choix d'un traitement à court terme.

Article 2	Acapella vs. PEP mask therapy: a randomised trial in children with cystic fibrosis during respiratory exacerbation
Auteurs	West K. Wallen M. Follet J.
Année	2010
Pays	Australie
Critère d'inclusion	- Enfants et adolescents atteints de mucoviscidose (âge entre 5 et 18 ans) - Hospitalisés pour une exacerbation respiratoire - Expérience avec les techniques de PEP dans leur traitement à domicile - Capables de faire les tests pulmonaires - Capable d'expectorer les sécrétions dans une coupe
Critère d'exclusion	- VEMS < 30% prédit - Besoin de plus de 2 séances de physiothérapie par jour - Supplémentation en oxygène nécessaire (autre que durant le sommeil) - Hémoptysie - Incapable de faire la thérapie PEP standard - Chirurgie dans le mois précédent - Antécédents de non-compliance
Nombre de participants	- Nt : 23 / Nt final : 22 - NgAcapella : 11 (-1 abandon car RAD) - NgPEP-Mask : 12
Moyenne d'âge	- Range : 7-18 ans - Médiane : 12 ans

Interventions	Acapella : 2x (10x 10 respirations) par jour à une pression de 15-20 cmH2O Après 10 respirations, 1-2 huffs ou cough PEP-Mask : 2x (10x10 respirations) par jour à une pression de 15-20 cmH2O Après 10 respirations, 1-2 huffs ou cough
Design d'étude	Crossover. Randomisés en deux groupes. Une intervention par groupe. 2 sessions par jour sur 10 jours
Outcomes	Fonctions pulmonaires : VEMS, CVF, FEF25-75%, PEF Exercice performance : Modified 10m shuttel test (Bradley et al. 1999). Poids des sécrétions : Poids mouillé des sécrétions totales durant l'intervention Satisfaction du patient : Chest Physiotherapy Patient Satisfaction Survey
Résultats	Pas de différence significative pour tous les outcomes mesurés
Conclusion	Pas de différence significative entre l'Acapella et le PEP-Mask pour les patients CF lors d'une exacerbation aigue mais haute satisfaction des patients pour l'Acapella. Il faut des études plus larges, mais l'utilisation de l'Acapella pourrait être une alternative au PEP-Mask

Article 3	Autogenic drainage: efficacy of a simplified method
Auteurs	H. Boldt A. Kieselmann R.
Année	1990
Pays	Allemagne
Critère d'inclusion	INCONNU
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt : 20 - Ng : -
Moyenne d'âge	- Range : 4-26 ans - Moyenne : -
Interventions	Drainage autogène (DA) PEP-Mask : Pression buccale entre 10 et 25 cmH2O
Design d'étude	Crossover Patients randomisés entre DA et PEP pour définir l'ordre des interventions. 2 traitements de 20-30 min par jour sur 2 jours d'étude.
Outcomes	Poids des sécrétions
Résultats	Poids des sécrétions : Plus de sputum a été expectoré par le DA par rapport à la PEP. Cela indépendamment de l'ordre dans lequel le traitement a été effectué (AD en 1er ou en 2ème, PEP en 1er ou en 2ème)
Conclusion	Les résultats montrent l'efficacité du drainage autogène modifié. De plus il a été démontré être bien approprié à l'enseignement. Un autre facteur important est l'élévation du diaphragme durant l'expiration active. Le flux d'air rapide en début d'expiration est efficace pour nettoyer les voies aériennes centrales.

Article 4	Beyond postural drainage and percussion: Airway clearance in people with cystic fibrosis
Auteurs	Pryor J.A. Tannenbaum E. Burgess J. Cramer D. Gyi K. Hodson M.E.
Année	2010
Pays	Grande-Bretagne
Critère d'inclusion	- Diagnostic de mucoviscidose déterminé par génotype ou test de la sueur - > 16 ans - VEMS > ou égal à 25% du prédit
Critère d'exclusion	- Évidence d'une exacerbation respiratoire actuelle - Antécédent de pneumothorax - Actuelle hémoptysie - En attente d'une transplantation pulmonaire - Grossesse - Infection au "burkholderia cepacia" dans les 3 mois
Nombre de participants	- Nt : 75 / Nt final : 53 (antibiotiques) - Ng : NgACBT : 15 NgAD : 15

	NgRC-Cornet : 15 NgFlutter : 15 NgPEP-Mask : 15
Moyenne d'âge	-MoyACBT : 31,1 -MoyAD : 25,9 -MoyCornet : 25,3 -MoyFlutter : 32,1 -MoyPEP : 29,3
Interventions	Tous les traitements ont été fait en assis ACBT AD RC-Cornet Flutter PEP Mask
Design d'étude	Sur une période d'un an Les patients ont été randomisés pour déterminer lequel des 5 groupes ils devaient intégrer. Le nombre de traitement par jour et la durée a été individualisée pour chaque patient. Les instructions ont été écrites pour que le patient continue seul sa thérapie par la suite. Un suivi a été fait chaque mois pour réviser les techniques de désencombrement et mesurer les outcomes
Outcomes	Fonctions pulmonaires : VEMS, CVF, MEF 25%, RV%TLC BMI Exercice : Modified Shuttle test Qualité de vie : Chronic respiratory questionnaire, Short Form-36
Résultats	Fonctions pulmonaires : Pas de différence significative. Détérioration significative du VEMS sur les 12 mois (mais dans la moyenne internationale) BMI : Pas de différence significative Capacité à l'exercice : Pas de différence significative Short Form-36 : Détérioration significative dans les domaines mental et physique mais pas de différence significative selon les groupes. Chronic Respiratory Questionnaire : Amélioration (petite à modérée) de la dyspnée pour tous les groupes sauf pour le RC-Cornet.
Conclusion	Pas de différence significative entre les différentes techniques. Une limite est la difficulté dans le recrutement et le maintien de l'études à long terme. Pas d'indicateurs relevés pour savoir adapter une technique à un type de patient. Nouveaux outcomes à prendre pour une prochaine étude : clearance pulmonaire, non-invasive chest wall imaging, compliance pulmonaire, etc

Article 5	Chest physiotherapy with positive airway pressure: a pilot study of short-term effects on sputum clearance in patients with cystic fibrosis and severe airway obstruction
Auteurs	Placidi G. Cornacchia M. Polese G. Zanolla L. Assael B.M. Braggion C
Année	2006
Pays	Italie
Critère d'inclusion	- > 15 ans - Meilleure valeur de VEMS < 40% dans les 6 derniers mois - Capable d'expectorer et de faire les tests de fonction pulmonaire de manière fiable - > 30ml d'expectorations par jour - Compétence dans le PEP-Mask
Critère d'exclusion	- FiO2 > 31% et/ou symptômes de déficience cardiaque - Infection au "Burkholderia cepacia" ou "staphylococcus aureus" - Besoin de plus de 2 traitements physiothérapeutiques par jour - Reflux gastro-œsophagien, pneumothorax, hémoptysie massive - Besoin de chirurgie durant le temps de l'étude - Symptômes d'asthme dans l'année précédente ou VEMS augmenté de >12% après l'inhalation d'albuterol - Rupture tympanique connue ou suspectée ou pathologie de l'oreille moyenne - Maux de tête, d'oreille ou épistaxis récurrent associé à l'administration de PEP - Intolérance à la CPAP et à la VNI avec masque nasal
Nombre de participants	- Nt : 17 - Ng : -

Moyenne d'âge	- Range : 19-41 ans - Moyenne : 27 ans
Interventions	BiPAP : EPAP = 4 cmH ₂ O et IPAP = 8-12 cmH ₂ O PEP-Mask : Pression de 10-20 cmH ₂ O CPAP : Pression de 6-10 cmH ₂ O via un masque nasal Expiration forcée : Le patient reste assis respire calmement. La toux spontanée est permise
Design d'étude	Randomisé et crossover Chaque patient est traité avec les 4 techniques 2x par jour, sur 2 jours consécutifs. Les 4 périodes de traitement sont réparties sur 16 jours. Traitement habituel durant le week-end. 70min de traitement à chaque séance : - 10min d'inhalation - 20min d'intervention - 30min de phase active (7min d'intervention + 3min toux et expectorations) x3 - 10min de respiration relaxante
Outcomes	Poids des sécrétions : Mouillé et sec Toux : Nombre de toux spontanées et/ou dirigées durant le traitement Spirométrie : CVF, VEMS, FEF50% Puls oxymetry : Moyenne de la SpO ₂ durant le traitement Impression subjective du patient : Efficacité et fatigue du traitement
Résultats	Poids des sécrétions : Pas de différence statistique pour le poids sec mais différence statistique pour le poids mouillé : - Plus d'expectorations avec le PEP-Mask qu'avec le groupe contrôle - Pas de différence significative entre CPAP et le groupe contrôle - Plus d'expectorations pour le PEP-Mask que pour la VNI Toux : Pas d'effet statistiquement significatif pour la toux dirigée. Effet statistiquement significatif pour la toux spontanée : - PEP-Mask > traitement contrôle - Pas de différence entre CPAP et groupe contrôle et VNI et groupe contrôle - PEP-Mask > CPAP ou VNI Lien significatif entre le poids mouillé des sécrétions et le nombre de toux spontanées Spirométrie : Pas de différences statistiques en considérant les changements dans les diverses variables des fonctions pulmonaires Subjectif : Patients moins fatigués après la VNI qu'après le PEP-Mask
Conclusion	Pas de différence dans le désencombrement des sécrétions entre le PEP-Mask, la VNI et la CPAP pour les patients atteints de mucoviscidose avec une obstruction sévère des voies aériennes et hospitalisés pour exacerbations pulmonaires.

Article 6	Comparative study of PEP mask and Flutter on expectoration in cystic fibrosis patients
Auteurs	Borka P. Gyurkovits K. Bodis J.
Année	2012
Pays	Hongrie
Critère d'inclusion	- Mucoviscidose diagnostiqué par test de la sueur et test génétique - Patients cliniquement stables
Critère d'exclusion	- Infection aigue - Fièvre > 37,5° - Hémoptysie - Dyspnée
Nombre de participants	- Nt : 10 - Ng : -
Moyenne d'âge	- Range : 14-37 ans - Moyenne : -
Interventions	Flutter : En position assise. Pression de 20 cmH ₂ O. 5x 10 respirations avec 30-60sec de pause entre les séries. La pression était d'environ 20 cmH ₂ O PEP-Mask : En position assise. Pression de 30cmH ₂ O. 5 séries de 10 respirations avec 30-60sec de pause entre les séries. La pression était d'environ 30 cmH ₂ O
Design d'étude	Crossover 20min de 2 types de traitement différents : - Type 1 : Flutter, puis 2-3min de pause, puis PEP-Mask, puis Flutter et PEP-Mask ensemble - Type 2 : PEP-Mask, puis 2-3min de pause, puis Flutter, puis PEP-Mask et Flutter ensemble En tout, 260 traitements ont été étudiés. Tous les patients ont effectué le même nombre de traitement (minimum 11 et maximum 15 de chaque type).

Outcomes	Poids des sécrétions : Poids après la première intervention de la session (Flutter ou PEP-Mask). Ensuite le poids après le traitement complet (= après avoir combiné les 2 techniques)
Résultats	Poids des sécrétions : En comparant les deux traitements, le PEP-Mask serait plus efficace que le Flutter : plus de sputum additionnel avec le PEP-Mask. Mais on ne peut pas faire de calculs statistiques car les données sont trop liées. Si on analyse la première mesure des sécrétions uniquement (Flutter seul VS PEP-Mask seul), le PEP-Mask est plus efficace que Flutter ($p < 0,001$). Concernant la 2ème mesure de sputum (Flutter/PEP VS PEP/Flutter), il n'y avait pas de différence significative.
Conclusion	Il y a plus de sputum évacué avec le PEP-Mask, que ce soit en traitement seul ou en combinaison avec le Flutter. Attention, les données sont influencées par le fait que les deux techniques ont été utilisées à la suite l'une de l'autre et de l'ordre dans lequel les techniques ont été utilisées. Il est donc difficile de faire une comparaison statistique. Si on compare le PEP-Mask seul et le Flutter seul, le PEP-Mask est statistiquement plus efficace. A noter que le PEP-Mask avait une pression de 10cmH2O de plus que le Flutter. Des données supplémentaires seraient utiles pour pouvoir mesurer de façon statistique quelle combinaison de ces deux ttt serait la plus efficace.

Article 7	Comparison of a positive expiratory pressure (PEP) mask with postural drainage in patients with cystic fibrosis
Auteurs	Van Asperen P.P. Jackson L. Hennessy P. Brown J.
Année	1987
Pays	Australie
Critère d'inclusion	- Production de sputum quotidienne - Pas de changement dans le traitement les 2 mois avant le début de l'étude
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt : 13 / Nt final : 10 (3 exacerbation) - Ng:
Moyenne d'âge	- Range : 7-18 ans - Moyenne : -
Interventions	PEP-Mask: 10-15 respirations dans le masque à 10-15 cmH2O. Manœuvre suivie d'une expiration forcée + toux. Pratiqué 2 fois par jour, au minimum 20 minutes par session Drainage Postural : associé à des percussions sur toutes les zones pulmonaires et suivi d'une expiration forcée + toux. Pratiqué 2 fois par jour, au minimum 20 minutes par session
Design d'étude	Crossover Patients randomisés en deux groupes - 4 semaines de traitement (avec le même traitement) - 4 semaine de traitement pour chaque intervention. Moyenne des différents résultats faite pour chaque patient sur la durée de 4 semaines
Outcomes	Poids des sécrétions : Volume produit dans l'heure suivant le début du traitement Fonctions pulmonaires : VEMS, CVF, FEF25-75, PEFR mesurés par spiromètre vitalograph Scores cliniques : score de toux (0-3, évalué jour et nuit), score d'activité (0-3)
Résultats	Sécrétions produites : Pas de différence significative Fonctions pulmonaires : Pas de différence significative Scores cliniques : Pas de différence significative entre les scores cliniques (volume des sécrétions, toux, PEFR)
Conclusion	Pas de différence significative dans l'évaluation et la production de sputum, le peak flow expiratoire et le score des symptômes sur les 4 semaines de traitement. Il a été conclu que le PEP mask est une alternative efficace au drainage postural pour les patients souffrant de mucoviscidose (traitements en intervalle) mais les patients ont tendance à se tourner vers le drainage postural durant les phases d'exacerbations. PEP mask a été bien toléré par les patients et semblait aussi efficace que le drainage postural dans les phases de traitement de maintenance (intervalle) mais moins efficace durant les phases d'exacerbation.

Article 8	Comparison of Flutter device and chest physical therapy in the treatment of cystic fibrosis pulmonary exacerbation
Auteurs	Gondor M. Nixon P. Mutich R. Rebovich P. Orenstein D.M.

Année	1999
Pays	États-Unis
Critère d'inclusion	Patients hospitalisés pour exacerbation pulmonaires aiguë (Toux augmentée, raccourcissement de la respiration, intolérance à l'exercice) ainsi qu'au moins deux des points suivants : - Diminution d'au moins 10% du FEV1 - Diminution du poids corporel - Présence de nouveaux craquements à l'auscultation Pas d'amélioration avec les autres thérapies Âge minimum = 5 ans Capable d'effectuer les tests de spirométrie correctement
Critère d'exclusion	- Pas capable de marcher - Hémoptysie dans les 3 mois précédents
Nombre de participants	- Nt = 23 / Nt final : 20 - Ng: -
Moyenne d'âge	- Range : 5-21 ans - Moyenne : -
Interventions	Flutter : Assis. Séries de 3x15 respirations + toux sur 15-20min de ttt PDPV : 2min dans chacune des 8 positions standards avec clapping et vibrations
Design d'étude	Randomisés dans deux groupes 2 semaines d'intervention (4x par jour) Testés à trois occasions, séparées par 1 semaine d'intervalle
Outcomes	Fonctions pulmonaires : CVF, VEMS, FEF25-75% Tolérance à l'exercice : 6min walk test
Résultats	Fonctions pulmonaires : Il y a eu une amélioration à la fin des deux semaines d'intervention dans les deux groupes. Mais une meilleure amélioration après 1 semaine de traitement avec le Flutter : FVC et VEMS plus élevés Tolérance à l'exercice : Amélioration de la moyenne de la distance de marche dans les deux groupes mais pas de différence significative.
Conclusion	Amélioration de tous les outcomes dans les deux groupes après 2 semaines de traitement. Amélioration plus rapide dans les fonctions pulmonaires avec le Flutter après une semaine de traitement. Il est suggéré que le Flutter soit une alternative plus efficace que le CPT.

Article 9	Comparison of high-frequency chest wall oscillation and oscillating positive expiratory pressure in the home management of cystic fibrosis: a pilot study
Auteurs	Oermann C.M. Sockrider M.M. Giles D. Sontag M.K. Accurso F.J. Castile R.G.
Année	2001
Pays	États-Unis
Critère d'inclusion	- Mucoviscidose diagnostiquée (test de la sueur) - 6 ans ou plus - Capable de faire les tests de spirométrie et de volume pulmonaire - FVC 50-80% - Stable cliniquement depuis 1 mois
Critère d'exclusion	- Si participe à une étude concurrente - Antécédents d'hémoptysie majeure dans le mois précédent - Antécédent de pneumothorax dans les 6 mois précédents
Nombre de participants	- Nt : 29 /Nt final : 24 patients (une cause de "maladie") - Ng : -
Moyenne d'âge	- Range: 9-39 ans - Moyenne : 23 ans
Interventions	PDPV = traitement standard : Traitement contrôle mais pas intervention en soi OPEP = Flutter : Pression de 15-25 cmH2O avec une oscillation entre 8-26 Hz. 20min de traitement, 2-3x/jours Appareils de vibrations thoraciques (HFCWO) : 20min de traitement (5min à différentes fréquences : 5,10,15,15 Hz), 2-3x/jour
Design d'étude	Randomisé + crossover 2 semaines de lead-in + 4 semaines de traitement + 2 semaines de washout + 4 semaines de l'autre traitement Traitement habituel durant les semaines de lead-in et de washout
Outcomes	Spirométrie et volumes pulmonaires : CVF, VEMS, FEF25-75%, CPT, FRC Scores cliniques : Modified NIH score, Petty score Questionnaires : Patient satisfaction survey, Preference survey

Résultats	<p>Spirométrie et volumes pulmonaires : Il n'y a pas de différence significative entre les traitements pour les fonctions pulmonaires, ni pour les volumes pulmonaires</p> <p>Scores cliniques : Légère amélioration du NIH score pour le HFCWO et légère diminution du score avec le Flutter. Le Petty score a augmenté avec le HFCWO (= augmentation de la toux) et diminué avec le Flutter (mais pas statistiquement significatif)</p> <p>Satisfaction des patients : La plupart des patients pensent que le HFCWO est plus efficace</p>
Conclusion	<p>HFCWO et Flutter sont sécuritaires et efficaces pour les patients CF et sont des alternatives acceptables aux thérapies conventionnelles (ici PDPV).</p> <p>Amélioration de la compliance et de la satisfaction pour ces deux techniques par rapport au PDPV.</p>

Article 10	Comparison of the flutter device to standard chest physiotherapy in hospitalized patients with cystic fibrosis: a pilot study
Auteurs	Homnick D.N. Anderson K. Marks J.H
Année	1998
Pays	Etats-Unis
Critère d'inclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Mucoviscidose confirmée par un test de la sueur et/ou test génétique - Hospitalisation avec au minimum un des 3 critères suivants (augmentation de la toux des sibilances ou de la dyspnée, augmentation de la production de sputum, grande perte de poids, fièvre, diminution du VEMS > 10%, augmentation du besoin en O2, etc.)
Critère d'exclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Antécédents de réactions sévères aux bronchodilatateurs ou CPT - Usage de tabac - Incapacité à faire les tests de fonctions pulmonaires - Antécédents d'hémoptysie significatif ou de pneumothorax dans l'année précédente
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> - Nt : 22 (mais total de 33 hospitalisations) - NgFlutter : 16 - NgCPT : 17
Moyenne d'âge	<ul style="list-style-type: none"> - Range : 8-44 ans - Moyenne : -
Interventions	<p>Flutter : 15min de traitement à une pression de 10-25 cmH2O</p> <p>Manuel Chest Physiotherapy = Drainage Postural : Selon les guidelines de la CF Foundation incorporés dans le protocole de l'hôpital. 30min de traitement</p>
Design d'étude	Randomisés en 2 groupes
Outcomes	<p>Scores cliniques : Modified Case Western, Schwachman score</p> <p>Fonctions pulmonaires : VEMS, CVF, FEF25-75%, FEV1/FVC ratio, CPT, VR, VR/CPT ratio</p> <p>Durée de l'hospitalisation : Moyenne</p>
Résultats	<p>Scores cliniques :</p> <p>Fonctions pulmonaires : Amélioration significative de tous les paramètres avec les deux techniques sauf pour le CPT dans le groupe Flutter et le ratio VEMS/CFV pour le DP.</p> <p>Durée de l'hospitalisation : Pas de différence significative entre les deux interventions</p>
Conclusion	<p>PDPV efficace mais a des désavantages : patient pas autonome dans sa thérapie, prend plus de temps, potentiellement traumatique.</p> <p>Le Flutter a des résultats conflictuels quant à la production de sputum expectorée, mais peut être une alternative sécuritaire, efficace et moins couteuse. Besoin d'études supplémentaires</p>

Article 11	Effect of different breathing aids on ventilation distribution in adults with cystic fibrosis
Auteurs	Wettstein M. Radlinger L. Riedel T. Hartl D.
Année	2014
Pays	Suisse
Critère d'inclusion	INCONNU
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> - Nt = 20 adultes - Ng Sains : 11 - Ng CF : 9
Moyenne d'âge	<ul style="list-style-type: none"> - Range Sains : 23-45 ans - Range CF : 19-48 ans

	<ul style="list-style-type: none"> - Med Sains : 33 ans - Med CF : 31 ans
Interventions	PEP-Mask (PARI-PEP) CPAP : Pression de 15mbar pour les sujets sains et 10mbar pour les sujets CF
Design d'étude	Crossover Randomisation pour les position et l'ordre d'utilisation des techniques
Outcomes	Distribution de la ventilation : EIT = electrical impedance tomography (technique d'imagerie pour la distribution de la ventilation) End-expiratory level (EEL) + Volume courant
Résultats	Distribution de la ventilation : Pas de différence dans la ventilation spatiale et temporelle entre le poumon droit et le poumon gauche pour les 2 groupes en position debout. En DL droit : shift de la distribution spatiale dans le poumon droit. L'effet est augmenté par la CPAP et neutralisé par le PEP (dans les deux groupes). Décalage de la distribution temporelle dans le poumon droit. L'effet est réduit avec la CPAP et augmenté avec la PEP (dans le groupe sain). Pas de différence significative pour le groupe CF. End-Expiratory level (EEL) et volume courant : Augmentation de EEL avec la CPAP et diminution du EEL avec le PEP (statistiquement significatif dans le groupe sain). Différence significative entre CPAP et PEP seulement en position debout
Conclusion	L'effet gravitationnel sur la ventilation spatiale est augmenté par la CPAP et neutralisé par le PEP dans les deux groupes. La non-homogénéité de la ventilation spatiale est inversement liée à la non-homogénéité de la ventilation temporelle. Les deux techniques montrent des différences distinctes dans leur effet sur la ventilation dépendant de la gravité (dans les deux groupes). Études futures : combiner cette technique avec des mesures d'efficacité de la clearance ou des outcomes fonctionnels

Article 12	Effectiveness of the flutter device versus the PEP mask in the treatment of adult cystic fibrosis
Auteurs	Newbold M.E
Année	2001
Pays	Canada
Critère d'inclusion	<ul style="list-style-type: none"> - > 18 ans - VEMS > 40% prédit - Pas d'exacerbation pulmonaire demandant une hospitalisation dans le mois précédent - Pas de changement dans la médication dans le mois précédent
Critère d'exclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de toux quotidienne ou de production quotidienne de sputum
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> - Nt : 42 (exclusion car exacerbations) - NgFlutter : 21 - NgPEP : 21
Moyenne d'âge	<ul style="list-style-type: none"> - Range : - - Moyenne : 29 ans - MoyFlutter : 31 ans - MoyPEP : 28 ans
Interventions	Flutter : 2x/jour, environ 20min par session PEP -Mask : 2x/jour, environ 20min par session à une pression 10-20 cmH2O
Design d'étude	Étude randomisée 13 mois retour à la clinique 1 mois après le début du ttt pour revoir la technique + mesure des outcomes Ensuite, suivi chaque 3 mois En tout : 5 rdv pour suivi et prise des outcomes
Outcomes	Fonctions pulmonaires : VEMS, CVF, FEF25-75% Questionnaires : QWB scale, CRQ score, adhérence scale
Résultats	Fonctions pulmonaires : Pas de différence significative entre les deux groupes pour VEMS, CVF et FEF25-75%. 9 sujets (Flutter) et 11 sujets (PEP) ont eu un changement positif dans leur VEMS individuel entre la première visite et les suivantes QWB score : pas de différence significative entre les deux groupes Chronic respiratory questionnaire : Pas de différence significative entre les deux groupes
Conclusion	Pas de différence significative entre les deux groupes pour le VEMS, mais presque la moitié des sujets de chaque groupe ont eu un changement dans leur moyenne du VEMS. Le déclin annuel prédit du VEMS est de 2% et ici la moyenne était de 1,97% pour le Flutter et 4,16% pour le PEP-Mask. Le déclin plus rapide dans le groupe du PEP-Mask mais la p-value = 0,384. Besoin d'études supplémentaires sur une durée minimum d'un an pour avoir des résultats plus définitifs. Avec également comme outcome les effets physiologiques de ces techniques sur la clearance (ex : mesure directe de la clearance tracheo-bronchique)

Article 13	Effects of flutter and PEP mask physiotherapy on symptoms and lung function in children with cystic fibrosis
Auteurs	Van Winden C.M.Q Visser A. Hop W. Sterk P.J. Beckers S. De Jongste J.C.
Année	1998
Pays	Pays-Bas
Critère d'inclusion	- Mucoviscidose confirmée par test de la sueur ou génétique - Cliniquement stable depuis au moins 2 semaines (= peak flow stable et symptôme score stable) - Capable d'effectuer les tests de fonctions pulmonaire - Toux productive
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt : 22 - Ng PEP en premier : 10 - Ng Flutter en premier : 12
Moyenne d'âge	- Range : 7-17 ans - Moyenne : 12 ans
Interventions	Flutter : Assis. 5x (15 répétitions + 3 toux volontaires) PEP-Mask : Assis avec une pression de 8-12 cmH ₂ O. 5x (15 respirations + 3 toux volontaires)
Design d'étude	Crossover / 2 groupes une semaine de washout + 2 semaines de ttt (2x/jour) + une semaine de washout + 2 semaines de ttt
Outcomes	Fonctions pulmonaires : PEF, CVF, VEMS, MMEF, MEF25%, TLC, RV, Raw, sGaw Saturation de l'HB en O₂ (sous-cutané) : StcO ₂
Résultats	Fonctions pulmonaires : Pas de différence significative dans les valeurs moyennes des fonctions pulmonaires. StcO₂ : Similaires durant les deux méthodes
Conclusion	Pas de différences trouvées entre les effets du PEP-Mask et du Flutter sur les symptômes et les fonctions pulmonaires chez les enfants atteints de mucoviscidose après 2 semaines de traitement. Des études à long terme pourraient amener à des résultats significatifs. Pour l'instant, le choix de la méthode se base plus sur les capacités et préférences du patient.

Article 14	Effects of the flutter device on pulmonary function studies among pediatric cystic fibrosis patients
Auteurs	Padman R. Geouque D.M. Engelhardt M.T.
Année	1999
Pays	États-Unis
Critère d'inclusion	- 5-21 ans - Mucoviscidose moyenne à modérée (Schwachmann test) - Toux productive - Pas d'hospitalisation durant le mois précédent - Cliniquement stable - Capable de faire les tests pulmonaires
Critère d'exclusion	- Hospitalisation pour exacerbation aigüe durant le mois précédent - Antécédents de non-compliance - Hémoptysie - Atteinte pulmonaire sévère
Nombre de participants	- Nt : 15 (9 exclusions dont exacerbation) / Nt final : 6 - Ng : -
Moyenne d'âge	- Range : 5-17 ans - Moyenne : -
Interventions	Flutter PD PEP
Design d'étude	Crossover pour 3 groupes Thérapie 3x15min / jours pendant 1 mois
Outcomes	Fonctions pulmonaires : VEMS, FEF 25-75%, Raw, sGaw Questionnaires

Résultats	Fonctions pulmonaires : pas de changements statistiquement significatifs Questionnaires : les patients se sentaient mieux physiquement, avaient plus de facilité à expectorer et avaient une impression de meilleur contrôle de leur thérapie.
Conclusion	Pas de différence significative dans les fonctions pulmonaire entre les trois interventions. Les patients ont montré un grand intérêt et une bonne compliance pour les nouvelles thérapies : Flutter et PEP.

Article 15	Effects of treadmill exercise versus Flutter® on respiratory flow and sputum properties in adults with cystic fibrosis: a randomised, controlled, cross-over trial
Auteurs	Dwyer T.J. Zainuldin R. Daviskas E. Bye P.T.P. Alison J.A
Année	2017
Pays	Australie
Critère d'inclusion	- 17 ans d'âge minimal - Diagnostic de mucoviscidose (test génétique et/ou test à la sueur positif) - Cliniquement stable
Critère d'exclusion	- Transplantation pulmonaire - Grossesse - Infection par la Burkholderia cepacia complex
Nombre de participants	- Nt: 25 (- 1 abandon non justifié) - Ng: Visite 1: Ng=25 Visite 2: NgContrôle = 6, NgTapis = 4, NgFlutter = 14 Visite 3: NgContrôle = 13, NgTapis = 7, NgFlutter = 4 Visite 4: NgContrôle = 5, NgTapis = 13, NgFlutter = 6
Moyenne d'âge	- Range : 19-48 ans - Moyenne: 30 +/- 8 ans
Interventions	Exercice (tapis roulant): 20 minutes, difficulté constante (60% VO2) Flutter (OPEP): 15 respirations dans l'appareils, huffing, le tout recommencé 6 fois. La résistance était adaptée à chaque patient pour maximiser les vibrations intra-thoraciques. Inclinaison du Flutter mesurée avec un inclinomètre Groupe contrôle: assis dans le calme durant 20 min
Design d'étude	Crossover - Traitement unique - 4 visites et pauses de 24-48 heures entre chaque visite - Patients randomisés entre les 3 interventions (contrôle, tapis roulant ou Flutter)
Outcomes	Propriétés des sécrétions : sécrétions collectées 3 fois soit avant et directement après l'intervention puis après 20 min de pause. Les sécrétions ont été séparées manuellement de la salive et stockées dans tubes à -80° pour l'analyse (décrite p. 4) Peak Flow expiratoire : mesuré par un pneumotachographe. Le Flutter était relié à une valve unidirectionnelle pour mesurer le flux expiratoire. Les données ont été analysées par un logiciel Réponses subjectives : les patients ont évalué leur encombrement pulmonaire et leur difficulté à expectorer sur une échelle allant de 0-10 Toux : chaque toux spontanée a été comptée
Résultats	Propriétés des sécrétions : Pas de différences significatives entre les groupes sur la quantité de liquide présente dans les sécrétions expectorées juste après ou 20 min après le TTT (p.5) Peak flow expiratoire : significativement plus élevé suite aux exercices sur tapis roulant ou au Flutter comparativement au groupe contrôle (p.5). Réponses subjectives : pas de différences à propos de la difficulté à expectorer ou de la sensation d'encombrement entre les groupes Flutter ou tapis. Le Flutter a amélioré la sensation d'encombrement par rapport au groupe contrôle. (p.6) Toux : Les patients qui ont fait du tapis ou du Flutter ont plus toussé que le groupe contrôle. Durant la phase de récupération il n'y a pas eu de différence sur le nombre de toux spontanées entre les interventions. (p.5)
Conclusion	Il semblerait donc que l'exercice sur tapis roulant et la thérapie Flutter® soient tout aussi efficaces pour augmenter les mécanismes de clairance du mucus chez les adultes atteints de mucoviscidose. Cependant, les découvertes physiologiques ou mécanistiques en elles-mêmes sont insuffisantes pour mettre en œuvre des changements dans la pratique clinique.

Article 16	Efficacy of the Flutter device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis
Auteurs	Konstan M.W. Stern R.C. Doershuk C.F.
Année	1994

Pays	Etats Unis
Critère d'inclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Toux productive - Capable de réaliser une fonction pulmonaire - Cliniquement stable (pas d'hospitalisation dans le mois précédent) - Diagnostic de CF (test à la sueur >60mEq/L) - Atteinte pulmonaire ou pancréatique
Critère d'exclusion	- Pneumothorax
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> - Nt: 18 (-1 abandon pour douleurs thoraciques) - Ng: -
Moyenne d'âge	<ul style="list-style-type: none"> - Range: 8-38 ans - Moyenne: 22 ans
Interventions	<p>Flutter (OPEP): Patient soufflait dans l'appareil jusqu'à en provoquer une toux en vue d'expectorer le plus possible de sécrétions.</p> <p>Expirations forcées (toux volontaire) : Toux vigoureuse toutes les 2 minutes pour essayer d'expectorer le maximum de sécrétions.</p> <p>Drainage postural (PDPV): Chaque position (jusqu'à 10) maintenue durant 1 minute avec des percussions suivies de 5 expirations lèvres pincées durant lesquelles le thérapeute exerçait les vibrations.</p> <p>Les trois séances avaient une durée totale équivalente de 15 minutes</p>
Design d'étude	<p>Crossover</p> <p>Les patients sont venus le lundi mercredi et vendredi durant la semaine 1 et ont pratiqué une des 3 techniques chaque jour (Flutter, toux forcée, drainage postural)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Séquence inversée pour semaine 2 - Chaque session durait 15 min - Tous les traitements étaient supervisés par un thérapeute qui avait 25 ans d'expérience avec les patients souffrant de mucoviscidose
Outcomes	Poids des sécrétions: les sécrétions collectées étaient transférées dans un tube centrifugeur et pesé. Elles ont été ensuite centrifugées durant 14 min à 4° à 27,000g. L'eau été séparée et on a conservé les sécrétions "sèches" pour les peser à nouveau. Les poids moyens des expectorations lors des trois techniques de clairance ont été évalués par analyse de la variance. La même analyse a été effectuée pour le poids des sécrétions "sec".
Résultats	Poids des sécrétions: tous les patients ont expectoré plus de sécrétions durant les séances avec le Flutter que lors des autres séances. Tous les patients ont trouvé l'appareil facile d'utilisation et étaient impressionnés par son efficacité.
Conclusion	L'utilisation du Flutter est plus efficace que les techniques conventionnelles. Le Flutter est simple à utiliser, peu coûteux et transportable, et une fois que le patient et la famille sont instruits dans son utilisation, il ne nécessite pas l'aide d'un soignant ce qui réduit les coûts des soins de santé. Des études à long terme sur l'utilisation du Flutter semblent justifiées pour déterminer ses effets sur la fonction pulmonaire.

Article 17	Evaluation of positive expiratory pressure as an adjunct to chest physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis
Auteurs	Hofmeyr J.L. Webber B.A. Hodson M.E.
Année	1986
Pays	Angleterre
Critère d'inclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Produire au moins 20g de sécrétion par 24 heures - Etre suffisamment en forme pour pouvoir pratiquer les techniques de physiothérapie (CPT) de manière autonome
Critère d'exclusion	- Pneumothorax ou antécédent(s) de pneumothorax
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> - Nt: 18 - Ng: -
Moyenne d'âge	<ul style="list-style-type: none"> - Range: 13-37 ans - Moyenne: 22,5 ans
Interventions	<p>Traitement A: positions gravitaires avec 4 inspirations profondes puis expirations forcées</p> <p>Traitement B: positions gravitaires avec 6 respiration dans le PEP Mask puis expirations forcées</p> <p>Traitement C: idem B mais en position assise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Expirations forcées: 1-2 expirations forcées (toux) de volume pulmonaire moyen à volume pulmonaire bas suivies d'une petite pause pour éviter d'aggraver l'obstruction. Dès que la sécrétion est suffisamment haute elle est expectorée par une toux à haut volume. - PEP Mask (PEP): embout buccal avec valve unidirectionnelle et un resistor. La résistance peut être modifiée au moyen d'un manomètre.

Design d'étude	Crossover - Patients admis pour exacerbation à l'hôpital - Chaque patient a utilisé les trois régimes de traitement dans un ordre aléatoire durant trois jours consécutifs, chaque régime étant utilisé sur une période de 24 heures. - Il y avait quatre périodes de traitement par 24 heures; les trois traitements de jour ont été effectués par le patient lui-même sous la supervision d'un physiothérapeute, et le quatrième traitement a été effectué par le patient seul le soir.
Outcomes	Poids des sécrétions: mesuré durant le traitement et jusqu'à 30 minutes après celui-ci. Utilisation d'une balance de précision (Mettler P1200) pour déterminer le poids des sécrétions. VEMS: mesuré grâce à un spiromètre Vitalograph avant et 30 minutes après le premier traitement puis après le troisième traitement tous les jours. CVF: mesuré grâce à un spiromètre Vitalograph avant et 30 minutes après le premier traitement puis après le troisième traitement tous les jours. SaO2: mesuré par un oxymètre (Hewlett-Packard) en position assise durant 10 minutes avant le premier traitement en position assise, durant le traitement et 30 minutes après le traitement également en position assise.
Résultats	Poids des sécrétions: Plus de sécrétions produites avec le traitement A que B ou C. Mais le traitement C produit plus de sécrétions durant les périodes sans traitement que A et B. Pas de différence significative entre les traitements B et C. (p. 2-3) VEMS: Pas de différences significatives pour le VEMS et la CVF entre les 3 traitements (p.3) CVF: Pas de différences significatives pour le VEMS et la CVF entre les 3 traitements (p.3) SaO2: Pas de différences significatives pour la SaO2 entre les 3 traitements (p.3)
Conclusion	- Les traitements A et B (utilisant la gravité) sont plus efficaces que C (assis) pour la clearance du mucus. - Les expirations forcées produisent plus de mucus si elles sont pratiquées en position gravitaire. - Selon Falk et al, la PEP peut augmenter la production de sécrétions mais dans cette étude, la production de sécrétions fut plus élevée suite au traitement A (position gravitaire) que suite au B (position gravitaire + PEP) - Nous avons montré que les sécrétions étaient éliminées moins efficacement lorsque les patients utilisaient la PEP que ce soit avec ou sans position assistée par gravité. - Nécessaire de dégager au maximum les voies respiratoires durant le traitement pour éviter la toux durant le reste du temps. L'inconvénient d'utiliser des positions assistées par gravité, au lieu de s'asseoir, peut être compensé par les avantages d'un dégagement plus efficace des voies respiratoires.

Article 18	Evaluation of the PEP mask in cystic fibrosis
Auteurs	Steen H.J. Redmond A.O. O'Neill D. Beattie F.
Année	1991
Pays	Irlande
Critère d'inclusion	- 8 ans d'âge minimum - Diagnostic de mucoviscidose confirmé par un test à la sueur positif à deux reprises (70mmol/l ou plus) - Capable d'effectuer des fonctions pulmonaires
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt: 28 (-4 abandons) - Ng: -
Moyenne d'âge	- Range: 8-21 ans - Moyenne: 14 ans
Interventions	PD (PDPV): selon Kendig et Clarwick Expirations forcées (FET): une ou deux expirations forcées glotte ouverte jusqu'à volume résiduel suivies d'une période de respiration diaphragmatique PEP-Mask (PEP): pratiqué au moyen du Astra ou d Vitapep Mask. Résistance de 10-15 cmH2O. Le patient respirait 10-15 fois dans l'appareil puis effectuait des manœuvres de toux ou d'expirations forcées avant de reprendre le cycle. 4 programmes: A: Drainage postural avec percussions et vibrations (PDPV, conventional physiotherapy) + techniques d'expiration forcées B: 5 min de PEP mask + PDPV (conventional physiotherapy) C: PEP Mask seul (en assis) D: PEP Mask et techniques d'expiration forcées (en assis) E (en extra) : expirations forcées seules. Traitement suivi par 5 patients volontaires uniquement.

Design d'étude	Crossover - 4 programmes de traitement de 4 semaines sans période de wash-out entre elles. - Patients randomisés entre un des quatre programmes de traitement. Chaque programme durait 4 semaines puis les patients étaient évalués avant d'être à nouveau randomisés.
Outcomes	Schwachman score Chrispin-Norman score Fonctions pulmonaires: VEMS, CVF, Peak Flow expiratoire Poids des sécrétions Journaux quotidiens ou étaient recensés les changements dans la toux, dans les caractéristiques des sécrétions, la respirations, l'appétit, la tolérance à l'exercice, l'essoufflement
Résultats	Schwachman et Chrispin-Norman score: pas de grandes différences entre les résultats pour les 5 traitements Fonctions pulmonaires: pas de grandes différences entre les résultats pour les 5 traitements Poids des sécrétions: pas de grandes différences entre les résultats pour les 5 traitements PEP Mask: 4 patients qui ne produisaient pas de sécrétions ont commencé à en cracher en introduisant le PEP - Traitement A: 7 patients ont développé une exacerbation de leur condition - Traitement D: sensation d'indépendance et efficace - Traitement C: si utilisé sur le long terme, la durée du traitement devrait être prolongée - Traitement E: patients pas très confiants sur l'utilisation à long terme 23 des 24 patients ont choisi le PEP Mask + les expirations forcées (FET) comme technique de désencombrement à long terme.
Conclusion	PEP Mask est une méthode efficace pour le désencombrement qui permet au patient un gain d'indépendance. Cependant il devrait être utilisé en conjonction avec d'autres techniques: chaque patient devrait avoir un programme personnalisé pour ses besoins

Article 19	Evaluation of VRP 1 physiotherapy. The value of physical therapy with VRP 1-Desitin ("Flutter")
Auteurs	Lindemann H.
Année	1992
Pays	Allemagne
Critère d'inclusion	INCONNU
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt: 20 - Ng: -
Moyenne d'âge	- Range: 7-28 ans - Moyenne: 17,5
Interventions	Flutter (OPEP): Inspiration profonde et manœuvre d'expiration selon la quantité, la consistance et la localisation des sécrétions. Profondeur de l'inspiration et inclinaison du Flutter variables. Expectoration par Huffing DA: manœuvres d'expirations effectuées en fonction de la quantité, de la consistance et de la localisation des sécrétions bronchiques Les traitements avaient une durée totale équivalente de 20 minutes
Design d'étude	Crossover - Les patients ont suivi 2 jours de tests. Ils ont pratiqué le Flutter VRP1 ou le drainage autogène dans un ordre randomisé, un traitement après l'autre. Chaque traitement durait 20 minutes
Outcomes	Poids des sécrétions: utilisation d'une balance de précision pour mesurer le poids
Résultats	Poids des sécrétions: pas de différences entre Flutter et le drainage autogène dans la quantité de sécrétions éliminées
Conclusion	Le Flutter est simple à enseigner et à apprendre. Il ne nécessite donc pas l'intervention d'une tierce personne. Il peut être réalisé par de jeunes enfants (> ou = 3 ans) et des adultes, également en combinaison avec l'inhalation. Ainsi, le Flutter VRP1 apparaît comme un véritable enrichissement en physiothérapie.

Article 20	Face mask physiotherapy in cystic fibrosis
Auteurs	Tyrell J.C. Hiller E.J. Martin J.
Année	1986
Pays	Angleterre

Critère d'inclusion	INCONNU
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt: 19 (- 3 exclusions dont antibiotiques) - Ng: -
Moyenne d'âge	- Range: 10-18 ans - Moyenne: 13 ans
Interventions	PEP-Mask (PEP): Masque avec un resistor rattaché à la valve expiratoire unidirectionnelle. Manomètre pour ajuster la résistance à 10-15 cmH ₂ O. Le traitement consistait à 10 respirations dans le masque suivies des expirations forcées en assis durant 20 minutes deux fois par jour. DP (PDP): deux sessions de drainage postural, percussions et toux par jour.
Design d'étude	Crossover - Comparaison randomisée d'un mois de traitement avec PEP Mask versus un mois de drainage postural et percussions quotidien - Les enfants étaient vus au début et à la fin de chaque mois d'étude.
Outcomes	Poids des sécrétions: résultats comparés statistiquement grâce au Student's t test. Fonctions pulmonaires: Peak flow expiratoire, FEV 0.75, CVF. Utilisation d'un Vitalograph avant et après chaque traitement (20 minutes puis 90 minutes post-TTT). Cartes utilisées pour relever les symptômes quotidiens (sommeil, toux activité, production de sécrétions, sibilances)
Résultats	Poids des sécrétions: pas de différences Fonctions pulmonaires : FEV 0.75: légèrement amélioré par PEP, CVF: légèrement amélioré par PEP
Conclusion	PEP Mask est aussi efficace que le drainage postural et les percussions pour une courte période. Certains patients et proches ont été ravis par l'utilisation du PEP mask, d'autres non. Les auteurs ont eu l'impression que les enfants qui produisaient une grande quantité de mucus étaient moins contents par le PEP mask (impression d'encombrement toujours présente après TTT).

Article 21	Immediate changes in blood-gas tensions during chest physiotherapy with positive expiratory pressure and oscillating positive expiratory pressure in patients with cystic fibrosis
Auteurs	Lagerkvist A-L.B. Sten G.B. Lindblad A.G. Hjalmarson O.
Année	2006
Pays	Suède
Critère d'inclusion	- Test à la sueur positif (Gibson-Cooke sweat test)
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt: 15 - Ng: NgPEP = 8 NgOPEP = 7
Moyenne d'âge	- Range: 6,9-21,5 ans - Moyenne: 12,5 ans
Interventions	PEP-Mask (PEP): embout buccal avec un pince-nez et une valve unidirectionnelle expiratoire. Un manomètre était relié pour fixer la résistance à 10-20 cmH ₂ O. 2 minutes de respiration dans l'appareil et 2 minutes d'expirations forcées le tout répété 4 fois. Flutter (OPEP): 1 minute de respiration dans le Flutter et 2 minutes d'expirations forcées le tout répété 4 fois pour un total de 12 minutes de traitement.
Design d'étude	Crossover - Patients randomisés entre groupe PEP ou OPEP - 8 semaines entre 2 séances - Les traitements ont été inversés à la deuxième séance
Outcomes	Tension en O₂ et CO₂: 20 minutes avant, durant et 10 minutes après le traitement au moyen d'électrodes placées sur l'avant-bras. Mesurée durant 46 minutes pour le PEP et 42 pour le OPEP. Spirométrie: 10 minutes avant le traitement à 3 reprises et également 3 fois en fin de traitement après 10 min de repos (lorsque PO ₂ et PCO ₂ à nouveau stables)
Résultats	Tension en O₂ : plus haute après TTT OPEP que PEP Tension en CO₂: plus basse après TTT OPEP que PEP Spirométrie: pas de différences

Conclusion	Autant PEP que OPEP agissent sur les gaz sanguins des patients souffrant de mucoviscidose. La PEP oscillante semble cependant avoir de meilleurs effets mais l'hyperventilation peut causer des effets immédiats d'inconfort et donc réduire la durée du traitement. Les valeurs de spirométrie n'ont pas été modifiées que ce soit par la PEP ou la PEP oscillante
-------------------	---

Article 22	Improving the ketchup bottle method with positive expiratory pressure, PEP, in cystic fibrosis
Auteurs	Falk M. Kelstrup M. Andersen J.B. Kinoshita T. Stovring S. Gothgen I.
Année	1984
Pays	Danemark
Critère d'inclusion	- Production de sécrétions élevée (min 1,5g/h) - Pas d'étude durant ou juste après un traitement anti-pseudomonas ou autre changement dans la médication de base - Tous les patients devaient s'abstenir de thérapies inhalatrices (beta2 stimulant, urea...) les 5 heures précédant le traitement
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt = 14 - Ng: -
Moyenne d'âge	- Range: 14-30 ans - Moyenne: 18 ans
Interventions	Traitement A: PDPV + expirations forcées: 35 minutes Traitement B: PDPV + PEP mask (6-12 resp) + expirations forcées: 35 minutes Traitement C: PEP mask assis (6-12 resp) + expirations forcées: 20 minutes Traitement D: Expiration lèvres pincées (5-8 resp) + expirations forcées: 20 minutes PD (PDPV): 7 positions (4 pour le lobe inférieur, une pour le lobe moyen et 2 pour le lobe supérieur) avec le lit incliné à 30° (lobe inférieur et moyen) ou en assis (lobe supérieur). Les positions étaient maintenues 4-5 minutes et toujours pratiquées dans le même ordre. Des percussions manuelles étaient exercées sur la zone non-dépendante durant l'inspiration et vibrations à l'expiration. Expirations forcées: expirations forcées glotte ouverte du la capacité résiduelle fonctionnelle à la capacité pulmonaire totale. Expirations lèvres pincées: inspiration diaphragmatique lente et expiration au travers des lèvres pincées PEP-Mask (PEP): masque facial avec valve unidirectionnelle et un resistor. Un manomètre était inséré pour fixer la résistance de manière à ce que le patient puisse maintenir une pression expiratoire positive durant 2 minutes sans difficultés (17cmH20).
Design d'étude	Crossover - Étude réalisée sur 2 jours. - Patients randomisés entre les 4 programmes de traitement. Un traitement le matin et un l'après-midi avec au moins 5h de pause entre les deux.
Outcomes	Poids des sécrétions: collecté durant et jusqu'à 50 minutes après le traitement. Mesuré avec une balance de précision. SpO2: tension en O2 cutanée, mesurée en continu durant et 35 minutes après le traitement. Utilisation d'un Radiometer (électrodes transcutanées collées sur la portion ventrale de l'avant-bras gauche) Fonctions pulmonaires : CVF, PEF et le VEMS: avant et 50 minutes après chaque traitement Toux spontanées: décompte du nombre de toux et FET durant chaque traitement - Patients ont rempli des questionnaires après le traitement pour évaluer subjectivement l'efficacité de celui-ci - Radiographies prises avant et après les 4 séances
Résultats	Poids des sécrétions: A (209mg/min, 10g, 60% de la quantité totale de sécrétions expectorées), B (557 mg/min, 21.6g), 90% de la quantité totale de sécrétions expectorées), C (681 mg/min, 17.4g, 85% de la quantité totale de sécrétions expectorées), D (607mg/min, 15g, 55% de la quantité totale de sécrétions expectorées). SpO2: diminué lors du traitement A, et amélioré lors du C CVF, PEF, VEMS: pas de différences entre les traitements pour les valeurs de PEF et VEMS. Différences cependant pour CVF; après le traitement A, déclin de la CVF. Amélioration de la CVF après le traitement C. Toux spontanées: traitement A = 28, traitement B = 100, traitement C = 88, traitement D = 64

Conclusion	PEP était bien tolérée des patients qui préféraient le traitement C (PEP assis + expirations forcées). Nous suggérons qu'elle soit incorporée dans les traitements physiques thoraciques lorsque l'objectif thérapeutique est d'augmenter les expectorations
-------------------	--

Article 23	Lessons learned from a randomized trial of airway secretion clearance techniques in cystic fibrosis
Auteurs	Sontag M.K. Quittner A.L. Modi A.C. Koenig J.M. Giles D. Oermann C.M. Konstan M.W. Castile R. Accurso F.J.
Année	2010
Pays	États Unis
Critère d'inclusion	- 7 ans d'âge minimum - VEMS à minimum 45% du prédit - CF confirmée par le test à la sueur ou génotype (comprenant deux mutations CFTR)
Critère d'exclusion	- Hospitalisation pour une exacerbation pulmonaire - Hémoptysie (>249 ml) dans les 60 jours - Pneumothorax dans les 6 mois
Nombre de participants	- Nt: 166 (-26 abandons dont exacerbations) - Ng: Enfants = 86 (NgPDP=31, NgFlutter= 29, NgHFCWO=26) Adolescents = 44 (NgPDP=15, NgFlutter= 12, NgHFCWO=17) Adultes = 36 (NgPDP =12, NgFlutter =10, NgHFCWO= 14)
Moyenne d'âge	- Enfants: 7-11 ans - Ado: 12-17 ans - Adultes: 18 ans et plus
Interventions	PD (PDP): 6 positions et 3 expirations forcées avec manœuvres de toux avant de changer de position Flutter (PEP): accompagné d'expirations forcées et de toux Appareils de vibrations thoraciques (HFCWO): utilisation de la Veste et 3 expirations forcées ou toux entre chaque cycle. Un cycle durait 5 minutes.
Design d'étude	- Traitement 2x/jour durant 20-40 min - Des visites ont été planifiées tous les trimestres pendant trois ans, à la suite d'une visite de dépistage dans les sept jours suivant la randomisation. - L'étude s'est terminée plus tôt en raison du haut taux d'abandon (patients non satisfaits de leur groupe d'assignation)
Outcomes	Fonctions pulmonaires: VEMS, CVF, FEF25-75 Adhérence Satisfaction: TSS (effectiveness, convenience, confort, overall satisfaction) Qualité de vie: CFQ Respiratroy Domain score
Résultats	Fonctions pulmonaires: pas de différences entre la diminution du VEMS ou de la CVF entre les différents traitements mais gros déclin de la FEF25-75 après HFCWO comparé aux deux autres traitements. Compliance: améliorée lors des 3 traitements car les patients se sont donnés la peine de bien suivre le protocole de l'étude. Satisfaction: meilleure avec le Flutter ou le HFCWO que le PDP. La perception de l'efficacité du traitement était meilleure avec le HFCWO que les autres traitements. Le flutter a été considéré comme le traitement le plus pratique à l'insu du PDP. Qualité de vie : pas de différences entre les 3 traitements
Conclusion	L'étude a été interrompue prématurément en raison d'un abandon et d'un déclin plus faible que prévue du VEMS. Les patients étaient plus satisfaits par la Vest ou le Flutter. La baisse longitudinale du FEF25-75% était plus rapide dans le groupe Vest. Nous n'avons trouvé aucune autre différence dans le déclin de la fonction pulmonaire. Ensemble, ces résultats méritent d'être étudiés plus à fond. La baisse lente du VEMS illustre la difficulté de le considérer comme résultat d'essai clinique.

Article 24	Long-term comparative trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis
Auteurs	Mcllwaine P.M. Wong L.T. Peacock D. Davidson A.G.F.

Année	1997
Pays	Canada
Critère d'inclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnostic de CF confirmé par le test à la sueur (Gibson-Cooke method) - Patients jugés compliants et capables de pratiquer le drainage postural et percussions à domicile - Patients jugés capables de réaliser des fonctions pulmonaires - Patients évalués comme stables par un clinicien (évaluation clinique, radiothérapie pulmonaire, fonctions pulmonaires)
Critère d'exclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Hospitalisation récente (mois précédent) - Utilisation d'antibiotiques intraveineux ou d'autres thérapies intensives suite à une exacerbation pulmonaire récente - Prise de désoxyribonucléase ou d'antimicrobiens inhalés durant l'étude - Changement de bronchodilatateurs inhalés ou de corticoïdes inhalés durant la période de traitement
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> - Nt: 40 (-4 abandons dont hospitalisations) - Ng: NgA = contrôle = PDP = 20 NgB = intervention= PEP mask = 20
Moyenne d'âge	<ul style="list-style-type: none"> - Range: 6-17 ans - Moyenne A: 9,75 ans - Moyenne B: 10,40 ans
Interventions	<p>PD (PDP): groupe contrôle, 5-6 positions de drainage. Durant chaque position la cage thoracique a été percutée durant 3 à 5 minutes. Ensuite le patient exécutait des expirations forcées /toux. 30 minutes de traitement au total, 2x/ jour (p.2)</p> <p>PEP-Mask (PEP): Masque et valve unidirectionnelle attachée à l'orifice expiratoire et un manomètre est fixé juste après le resistor pour déterminer la résistance (10-20cmH2O) au moment de l'expiration. 15 respirations à volume courant et expirations légèrement active puis 3 expirations forcées le toux durant 20 minutes 2x/jour (p.3)</p>
Design d'étude	<ul style="list-style-type: none"> - 1 an d'étude - 2 TTT par jour - Au début de l'étude puis chaque 3 mois, les patients passaient un full clinical assessment incluant les scores de Shwachman et d'Huang par cliniciens en aveugle - Randomisation en 2 groupes égaux A = PDP (contrôle) B = PEP mask (à la place du PDP)
Outcomes	<p>Fonctions pulmonaires: VEMS, CVF, FEF25-75 mesurés avec des équipements standardisés à intervalle de 3 mois en aveugle</p> <p>Compliance: registre quotidien de l'observance au traitement et questionnaire mensuel afin d'évaluer le niveau d'activité physique, la sensation ressentie par le patient, la toux, la productivité de l'expectoration et l'impression du patient sur la technique de kinésithérapie. Si le patient avait un niveau de compliance inférieur à 85%, il était évalué comme non-compliant et était exclu de l'étude</p> <p>Statut clinique:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nombre d'hospitalisations : sign test - Radiographie au début et à la fin de l'étude (en aveugle) - Score de Shwachmann - Score de Huang - Analyse bactériologique des sécrétions
Résultats	<p>Fonctions pulmonaires: dans le groupe A (PDP), tous les paramètres de fonctions pulmonaires ont diminué. Dans le groupe B (PEP), tous les paramètres de fonctions pulmonaires ont augmenté.</p> <p>Compliance: Les patients du groupe B (groupe PEP), qui avaient effectué le drainage postural et percussions comme technique de physiothérapie avant l'étude, ont relevé qu'ils préféraient utiliser le PEP Mask. Subjectivement, ils ont estimé que celui-ci mobilisait de plus grandes quantités de mucus et était plus facile à réaliser.</p> <p>Statut clinique:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 11 hospitalisations pour le groupe A (PDP) et 13 pour le B (PEP) - Il n'y a pas eu de différences significatives entre les groupes en ce qui concerne les résultats des scores de Shwachman et Huang, les rapports de radiographies thoraciques ou les changements dans les cultures bactériologiques.
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> - En conclusion, la physiothérapie avec PEP Mask, réalisée comme décrit dans cette étude, est supérieure au drainage postural et percussions dans le maintien de la fonction pulmonaire chez les patients atteints de mucoviscidose. La technique PEP semble être préférée par ces patients; elle est moins chronophage et l'assistance d'une personne tierce n'est pas nécessaire. L'utilisation régulière de la PEP telle que décrite doit être considérée comme une avancée importante dans la prise en charge des manifestations pulmonaires de la mucoviscidose.

Article 25	Long-term comparative trial of positive expiratory pressure versus oscillating positive expiratory pressure (flutter) physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis
Auteurs	Mellwaine P.M. Wong L.T. Peacock D. Davidson A.G.F.
Année	2001
Pays	Canada
Critère d'inclusion	- Diagnostic de CF confirmé par le test à la sueur (Gibson-Cooke method) - Chaque patient jugé capable de réaliser la technique PEP (la pratiquaient déjà à domicile avant l'étude) - Patients évalués comme stables par un clinicien (fonction pulmonaire + radiographie pulmonaire)
Critère d'exclusion	- Hospitalisation récente pour exacerbation pulmonaire (dans le mois précédent) - Prise d'antimicrobiens durant l'étude
Nombre de participants	- Nt = 40 (-8 abandons dont exacerbations) - Ng: NgA = contrôle = PEP = 20 NgB = intervention = Flutter = 20
Moyenne d'âge	- Range: 7-16 ans - Moyenne A: 10.70 ans - Moyenne B: 11.90 ans
Interventions	PEP-Mask (PEP): Pression de 10-20cmH2O. 6 cycle de 15 respirations suivies de 1-2 minutes de respiration contrôlée pendant 20min, 2 fois par jour. Traitement pratiqué assis. Flutter (OPEP): Pression variable entre 0.8 et 25 cmH2O. Cycles de 10-15 respirations durant 15 min. 2 fois par jour.
Design d'étude	- 1 an d'étude - Au début de l'étude puis chaque 3 mois, les patients passaient un full clinical assessment incluant les scores de Shwachman et d'Huang par cliniciens en aveugle. Les patients devaient montrer à chaque visite la façon dont ils pratiquaient la technique attribuée pour s'assurer qu'ils la faisaient de manière optimale - Randomisation en 2 groupes égaux A = PEP Mask (contrôle) B = Flutter (intervention)
Outcomes	Fonctions pulmonaires: VEMS, CVF, flux expiratoire moyen. Résultats relevés en pourcentage selon l'âge, le sexe et la taille par une technicien en aveugle. Compliance: registre quotidien de l'observance au traitement et questionnaire mensuel afin d'évaluer le niveau d'activité physique, la sensation ressentie par le patient, la toux, la productivité de l'expectoration et l'impression du patient sur la technique de kinésithérapie. Si le patient avait un niveau de compliance inférieur à 85%, il était évalué comme non-compliant et était exclu de l'étude Statut clinique: - Analyse bactériologique des sécrétions - Score de Shwachmann et Huang - Radiographie au début et à la fin de l'étude par radiothérapeutes en aveugle - Nombre d'hospitalisations, exacerbations
Résultats	Outcome primaire = VEMS Outcomes secondaires = CVF, FEF25-75, nombre d'hospitalisations, score de Shwachmann, score de Huang, radiographies et l'évaluation du patient concernant la méthode de TTT. Fonctions pulmonaires: dans le groupe PEP elles sont restées relativement stables. Dans le groupe Flutter, le taux annuel moyen de déclin de la fonction pulmonaire différait significativement de zéro dans tous les paramètres. Nombre d'hospitalisations: 5 admissions pour le groupe PEP et 18 pour le groupe Flutter. Score de Huang: déclin de -0.74 dans le groupe PEP et déclin de -5,15 points dans le groupe Flutter. Score Shwachmann: pas de différences significatives Cultures bactériologiques des sécrétions: pas de différences significatives Compliance: 95.6% dans le groupe PEP et 93.8% dans le groupe Flutter
Conclusion	- Le Flutter n'était pas aussi efficace dans le maintien de la fonction pulmonaire comparativement au PEP Mask et était plus coûteux en raison de l'augmentation du nombre d'hospitalisations et de l'utilisation d'antibiotiques. - Nos résultats indiquent que la fonction pulmonaire, le nombre d'hospitalisations et le score clinique de Huang des patients utilisant le Flutter ont entraîné une plus grande détérioration de l'état de santé - Les patients qui ont utilisé le PEP Mask ont maintenu ou amélioré leurs fonctions pulmonaires, un résultat que nous avons déjà démontré dans notre étude à long terme comparant la PEP à une thérapie conventionnelle PDP

Article 26	Long-term multicentre randomised controlled study of high frequency chest wall oscillation versus positive expiratory pressure mask in cystic fibrosis
Auteurs	Mellwaine P.M. Alarie N. Davidson G.F. Lands L.C. Ratjen F. Milner R. Owen B. Agnew J.L.
Année	2013
Pays	Canada
Critère d'inclusion	- 6 ans d'âge minimal - Diagnostic de CF confirmé - Stables - Volonté de d'adhérer au traitement attribué, aux visites et à la procédure en général
Critère d'exclusion	- Diagnostic d'allergie broncho-pulmonaire Aspergillosis - Culture de Burkholderia cepacia complex positive dans l'année précédente - Utilisation d'un traitement pour la mycobacteria - Utilisation d'antibiotiques intraveineux dans les 14 jours - Utilisation de corticostéroïdes systémiques dans les 14 jours - Participation à d'autres études en parallèle - Hémoptysie de plus de 20ml à plus de 2 répétitions dans les 30 jours - Pneumothorax dans les 6 mois - Présence d'une quelconque anomalie qui pourrait compromettre la sécurité du patient
Nombre de participants	- Nt: 133 (-37 abandons dont exacerbations) - Ng NgPEP = 51 (-9 abandons) NgHFCWO = 56 (- 10 abandons) 1) Visite 1: 133 participants (-24) = 107 participants à randomiser (PEP: 51, HFCWO : 56) 2) 2 mois de washout durant lesquels il y a eu 8 abandons dans chaque groupe (PEP : 43, HFCWO: 48) 3) début de l'étude d'un an au cours de laquelle 1 patient a abandonné dans le groupe PEP et 2 dans le groupe HFCWO.
Moyenne d'âge	Groupe PEP - Range: 6-41 ans - Moyenne: 2 ans Groupe HFCWO - Range: 6-47 ans - Moyenne: 11 ans
Interventions	PEP mask (PEP): utilisation du TheraPEP. Les patients devaient respirer 15 fois dans le masque avant de tousser 2-3 fois. Cela a été répété durant 6 cycles, 2x/ jour. Appareils de vibrations thoraciques (HFCWO): utilisation du inCourage System (RespirTech). Le programme préenregistré "Quick Start Program" a été utilisé durant 30 min de TTT, 2x/ jour. Il se déroule en 6 cycles de 5 min ou le patient tousse 2-3 fois entre chaque cycle.
Design d'étude	- 1 an d'étude - Traitement 2x/jour - Patients randomisés dans le groupe HFCWO ou PEP après 2 mois de washout - Assessments et fonctions pulmonaires réalisés chaque 3 mois
Outcomes	Outcome primaire: nombre d'exacerbations pulmonaires requérant l'utilisation d'un antibiotique (oral, inhalé ou intraveineux). Outcomes secondaires: durée entre les exacerbations, le nombre de recours à des antibiotiques intraveineux et donc d'hospitalisations, les changements dans les fonctions pulmonaires, les questionnaires sur la qualité de vie. Fonction pulmonaire: mesuré en utilisant un équipement standardisé. Les mesures de CVF, VEMS, FEF25-75 ont été effectuées . Qualité de vie: mesurée en utilisant le Cystic Fibrosis Questionnaire V.2. L'adhérence, le confort, l'indépendance, la durée de TTT et la flexibilité: Un questionnaire de satisfaction utilisant une échelle analogue allant de 1-5 a été utilisé Événements indésirables: Les patients tenaient un agenda quotidien dans lequel ils notaient s'ils avaient fait leur traitements et leurs impressions. - Ces questionnaires ont été remplis à intervalles de 3 mois et chaque mois les patients recevaient un appel téléphonique pour relever les éventuels problèmes et les encourager à être adhérents.

Résultats	<p>Exacerbations pulmonaires: 1.14 dans le groupe PEP Mask et 2.0 dans le groupe HFCWO. Le nombre d'exacerbations nécessitant des antibiotiques intraveineux dans le groupe HFCWO était 3x plus élevé que dans le groupe PEP Mask.</p> <p>Fonctions pulmonaires: pas de différences significatives dans la CVF, VEMS, FEF25-75 entre les deux groupes.</p> <p>Qualité de vie: CF questionnaire (p. 4 de l'article pour résultats détaillés)</p> <p>l'adhérence, le confort, l'indépendance, la durée de TTT et la flexibilité:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confort et indépendance: pas de différence entre les deux groupes - Flexibilité: meilleure avec le PEP Mask que l'HFCWO - Durée de TTT: plus courte dans le groupe PEP Mask que le HFCWO - Adhérence: haut niveau dans les deux groupes <p>Événements indésirables: pas de différences significatives entre les deux groupes. Cependant, plus d'événements indésirables sont survenus dans le groupe HFCWO que dans le PEP. Ces événements incluaient une toux accrue, une infection pulmonaire, une hémoptysie, une diminution de la fonction pulmonaire et des douleurs thoraciques.</p>
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Le traitement sous PEP Mask a un taux d'exacerbations pulmonaires plus bas ainsi qu'une apparition de celles-ci plus tardive que le traitement sous HFCWO chez les patients âgés de 6 ans et plus. - C'est le premier essai à long terme comparant l'HFCWO avec n'importe quelle autre technique de désencombrement (ACT), et les résultats de cette étude ne supportent pas l'utilisation de l'HFCWO comme principal moyen de désencombrement chez les patients atteints de mucoviscidose. - Des preuves supplémentaires sont nécessaires pour évaluer si l'HFCWO combiné à d'autres techniques de désencombrement est efficace chez ces patients.

Article 27	Mucus clearance with three chest physiotherapy regimes in cystic fibrosis: a comparison between postural drainage, PEP and physical exercise
Auteurs	Lannefors L. Wollmer P.
Année	1992
Pays	Suède
Critère d'inclusion	- Patients atteints de mucoviscidose cliniquement stables
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt: 9 - Ng: crossover
Moyenne d'âge	- Range: 12-36 ans - Moyenne: 25 ans
Interventions	PD + Techniques d'expirations forcées PEP-Mask + FET + Exercice physique sur vélo ergomètre + techniques d'expirations forcées
Design d'étude	- 3 interventions faite sur chaque patient (9x3) - faite au même moment de la journée, sur 3 jours répartis sur 2 semaines (pas 2 jours à la suite) - thérapie dure 20 minutes - Chaque régime: 3x3min avec 3 pauses de 3 minutes
Outcomes	Clearance mucociliaire: placé devant une caméra gamma et un scintigramme. Inhalation de particules pour observer où elles se diffusent dans les poumons. <i>Premières images</i> directement après l'inhalation, <i>deuxièmes images</i> après 15 minutes de pause assise, <i>troisièmes</i> après 20 minutes de chest physiotherapy, <i>quatrièmes</i> après 15 minutes de pause assise. Puis calcule de la clearance en fonction de l'index de pénétration des particules
Résultats	Clearance mucociliaire: Petite différence pas significative pour les trois régimes concernant la clearance du poumon droit et gauche. Étonnement, le drainage postural était plus efficace dans le poumon gauche
Conclusion	L'exercice sur le vélo était le traitement le moins efficace des trois sur la clearance mucociliaire Le drainage postural est le plus efficace dans le poumon gauche dépendant La gravité a un effet sur la clearance mucociliaire

Article 28	Non-invasive Ventilation as Airway Clearance Technique in Cystic Fibrosis
Auteurs	Rodriguez H.M. Nygren-Bonnier M. Hjelte L.
Année	2017
Pays	Suède

Critère d'inclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Agés de plus de 18ans - Moyenne de la VEMS entre 20 et 69% - Moyenne FVC 69%
Critère d'exclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Ceux qui ont refusé car vivent trop loin de l'hôpital - Présence de symptômes d'infection des voies aériennes supérieures, caractérisé par de la fièvre à moins de 1 mois avant d'entrer dans l'étude, dysfonctions cognitives, instabilité cardio-respiratoires, infection avec le complexe Burkholderia cepacia, reflux gastro-oesophagien, histoire de pneumothorax ou de d'hémoptysie massive.
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> - Nt: 32 (note pas de péjoration) -Ng: NgBiPAP = 16 NgPEP = 16
Moyenne d'âge	<ul style="list-style-type: none"> - Range: - - Moyenne: 31 ans
Interventions	<p>PEP-Mask (gpe contrôle) = 16 patients, 10-20 cmH2O</p> <p>BiPAP(gpe test) = 16 patients</p>
Design d'étude	<ul style="list-style-type: none"> - 2 interventions durant 3 mois, 2 fois 60 minutes par jour - physio qui ne fait pas partie des chercheurs prend les données à la semaine 1-4-8-12 et contacte le patient une fois par semaine - chaque test pour récolter les données des outcomes sont pris avant et après chaque intervention - Répétition du cycle (inspiration, DA, PEP ou VNI et toux) durant 1 heure
Outcomes	<p>Fonctions pulmonaires: pletismographie, indice de clearance pulmonaire</p> <p>Exercice : Test de 6min</p> <p>Blood gas</p> <p>Récolte d'expectorations</p> <p>Marqueurs inflammatoires: érythrocyte vitesse de sédimentation, C-reactive protein, viscosité du plasma</p> <p>Fréquence respiratoire</p> <p>Oxygen saturation</p> <p>Borg Scale: perception de l'effort</p> <p>Modified Borg Scale: dyspnée</p> <p>Fréquence cardiaque : avant et après le test</p>
Résultats	Diminution significative de l'index de clearance pulmonaire après la physiothérapie avec VNI en comparaison avec la PEP durant la période de 3 mois.
Conclusion	<p>La VNI a montré être une bonne alternative à la PEP dans la physiothérapie des patients atteints de mucoviscidose de manière moyenne à sévère.</p> <p>La VNI était aussi bien, aussi sûre et efficace que la PEP. Les résultats des fonctions pulmonaires ont montré que l'index de clearance pulmonaire était un outil plus sensible pour évaluer l'effet du traitement de physiothérapie que le VEMS.</p>

Article 29	Physiologic Evidence for High-Frequency Chest Wall Oscillation and Positive Expiratory Pressure Breathing in Hospitalized Subjects With Cystic Fibrosis
Auteurs	Darbee J.C. Kanga J.F. Ohtake P.J.
Année	2005
Pays	États Unis
Critère d'inclusion	<ul style="list-style-type: none"> - S'ils étaient hospitalisés pour un traitement pour exacerbation aigue liée à leur maladie - S'ils étaient capables de faire les tests de fonctions pulmonaires - s'ils étaient au moins âgés de 7 ans - S'ils étaient vu comme stables par leur médecin traitant
Critère d'exclusion	- Antécédent pneumothorax
Nombre de participants	<ul style="list-style-type: none"> - Nt: 15 - Ng: NgHFCWO= 8 NgPEP =7
Moyenne d'âge	<ul style="list-style-type: none"> - Range: - - Moyenne: 17.5 ans
Interventions	<p>Pep Mask: 10 à 20 cm H2O</p> <p>Appareils de vibrations thoraciques (HFCWO): 10 Hz pour les 15 premières minutes, puis augmenté à 15 Hz durant les 15 dernières minutes de traitement</p>
Design d'étude	<ul style="list-style-type: none"> - Spirométrie et le test d'une respiration à dose unique de gaz inerte ont été fait avant et directement après le HFCWO ou le PEP pour calculer la distribution ventilatoire, l'échange gazeux. - Les fonctions pulmonaires ont été calculées 2 jours de suite avec 48h d'hospitalisation puis durant 2 jours sans hospitalisation

Outcomes	Distribution ventilatoire: phase III N2 slope data exprimée en pourcentage de valeur prédite Fonctions pulmonaires: CVF, VEMS, FEF SpO2
Résultats	- HFCWO et PEP ont une efficacité similaire pour améliorer les fonctions pulmonaires, la distribution ventilatoire et l'échange gazeux chez les patients en exacerbation.
Conclusion	- Recommandation: pour les patients avec CF modéré à sévère en phase d'exacerbation avec nécessité d'hospitalisation, c'est essentiel de monitorer la SpO2 durant les traitement de drainage pulmonaire. - Pour les patients avec des fonctions stables, le HFCWO et le low-PEP sont associés à une amélioration similaire des fonctions pulmonaires, de la distribution ventilatoire et des échanges Gazeux. Les préférences des patients doivent être pris en compte pour un bon choix du traitement.

Article 30	Physiologic evidence for the efficacy of positive expiratory pressure as an airway clearance technique in patients with cystic fibrosis
Auteurs	Darbee J.C. Ohtake P.J. Grant B.J.B Cerny F.J.
Année	2004
Pays	États Unis
Critère d'inclusion	- Diagnostic établi par un test à la sueur - stable - ne pas avoir été hospitalisé dans le mois précédent suite à une exacerbation pulmonaire. - Être capable de faire une fonction pulmonaire - Ne pas oublier plus de deux rendez-vous cliniques dans l'année précédente
Critère d'exclusion	- Nécessité d'oxygène - Antécédent de pneumothorax - Pratiquer la PEP de manière quotidienne
Nombre de participants	- Nt: 6 (- 1 abandon) - Ng: crossover
Moyenne d'âge	- Range: 13-22 ans - Moyenne: 18 ans
Interventions	High-PEP: pression expiratoire > 20 cm H2O Low PEP: 10 -20 cm H2O No PEP: assis et tousser toutes les 4 minutes
Design d'étude	Crossover - 3 jours de visite séparés J1: recueil de données avant et après les fonctions pulmonaires J2: low-PEP et High-PEP (randomisé) 5 jours de pause J3: low-PEP et High-PEP (randomisé) - Etude sur les gaz inertes et fonctions pulmonaires réalisés à trois reprises: T1: avant l'intervention T2: juste après l'intervention T3: 45 minutes après l'intervention
Outcomes	Ventilation distribution: Un test de régression a été effectué, à l'aide du logiciel Microsoft Excel, sur les données des valeurs de mélange de gaz par rapport au volume pulmonaire entre le début des phases III et IV Gaz mixing + expiratory airflow: le test d'azote à respiration unique de Fowler. Lung volumes: La capacité vitale et le débit expiratoire ont été mesurés par spirométrie simple, et les volumes pulmonaires ont été mesurés par pléthysmographie corporelle, CVF, VEMS et FEF, capacité vitale lente (SVC). SpO2 Poids des sécrétions : Des poids d'expectorations humides et sèches (après 4 jours de séchage dans un four) ont été enregistrés.
Résultats	La principale conclusion de notre étude est que le mélange de gaz s'est amélioré pour toutes les conditions d'intervention et en particulier pour les conditions de Low-PEP et de High-PEP. Vingt minutes de respiration PEP ont permis d'améliorer le mélange des gaz dans un petit groupe de patients sous médication et stables atteints de mucoviscidose
Conclusion	- Recommandation: les patients avec une atteinte modérée à sévère des fonctions pulmonaires qui utilisent la PEP devraient être monitorés cas par cas sur pour vérifier la qualité de leurs échanges gazeux, de la distribution ventilatoire, des volumes pulmonaires, des flux expiratoires, des expectorations mobilisées et de la SpO2

Article 31	Physiological effects of vibration in subjects with cystic fibrosis
Auteurs	McCarren B.
Année	2006
Pays	Australie
Critère d'inclusion	- Diagnostic de mucoviscidose établi (Six sujets souffraient d'une maladie pulmonaire grave, huit d'une maladie pulmonaire modérée, un d'une maladie pulmonaire légère et trois sujets avaient une fonction pulmonaire normale.)
Critère d'exclusion	- la présence d'au moins deux des cinq signes ou symptômes d'une infection aiguë au cours des 2 semaines précédentes : - fièvre > 37,5°C - augmentation aiguë de la production de sécrétions - augmentation de l'essoufflement - augmentation de l'essoufflement - malaise - sentiment de malaise - une utilisation accrue des antibiotiques
Nombre de participants	- Nt: 18 - Ng: cross-over des 18
Moyenne d'âge	- Range: - - Moyenne: 28.5 (+/- 6.2 ans)
Interventions	Acapella : la résistance réglée en ajustant le cadran numérique au niveau minimal auquel chaque sujet pourrait expirer pendant 3-4 s tout en ressentant les effets vibratoires. Flutter : position presque neutre, 10-15 Hz PEP-Mask : the resistor selected was one which allowed a positive expiratory pressure between 15–20 cmH2O for 5 s to be achieved by each subject. PDPV : Vibration appliquée manuellement sur la paroi thoracique pendant l'expiration après une inspiration lente et maximale décrite au sujet comme une " grande " inspiration. On a demandé aux sujets de ne pas expirer activement. La percussion a été appliquée manuellement pendant la respiration marémotrice pendant 30 s par application. Percussion : la position du sujet était couchée sur le côté, le côté le plus productif étant le plus élevé. la résistance choisie était celle qui permettait d'obtenir une pression expiratoire positive comprise entre 15-20 cmH2O pendant 5 s pour chaque sujet. TLCrelax : capacité pulmonaire totale expiration passive. Les manœuvres expiratoires forcées étaient la toux volontaire et le souffle d'un volume pulmonaire élevé (huff HIGH). Les sujets ont également effectué une inspiration de la capacité pulmonaire totale (TLC) suivie d'une expiration passive (TLCrelax) pour agir comme manœuvre de contrôle afin de tenir compte des effets du recul pulmonaire sur le flux expiratoire.
Design d'étude	- tous les tests ont été fait sur une session. - Toutes les interventions ont été faite par le même physio, qui a instruit les sujets sur les différentes interventions pour s'assurer une application correcte. Chaque intervention a été implanté pour répliquer les pratiques cliniques actuelles et a été appliqué ou fait 3 fois par chaque sujet. L'ordre de chaque intervention a été randomisé en utilisant une liste faite par ordinateur.
Outcomes	Débits respiratoires :PEFR, PIFR, PEFR/PIFR Volumes Fréquence des oscillations du flux d'air et des vibrations Nombre de toux stimulées
Résultats	Cependant, ces manœuvres expiratoires forcées n'ont pas l'avantage de l'oscillation du flux d'air, ce qui peut augmenter le battement ciliaire ou modifier la rhéologie des sécrétions pour faciliter la clairance. Cependant, il serait intéressant de mesurer les effets physiologiques combinés des vibrations appliquées pendant les manœuvres expiratoires forcées. Les recommandations pour la pratique clinique basées sur ces inférences sont que la toux et huffHIGH peuvent être utilisées pour augmenter le PEFR et optimiser le ratio PEFR/PIFR, facilitant ainsi la clairance de la sécrétion par écoulement annulaire. Si les patients atteints de Mucoviscidose sont incapables de tousser efficacement, la vibration peut être utilisée. S'ils n'ont pas de thérapeute pour appliquer des vibrations pendant le traitement, alors le Flutter peut être l'intervention de choix puisque le rapport PEFR/PIFR était également de 1.1. Théoriquement, si les sécrétions doivent être éliminées efficacement, les patients devraient être encouragés à inspirer aussi lentement que possible.
Conclusion	Cette étude prouve physiologiquement que, pour les sujets atteints de mucoviscidose et stables dans leurs fonctions pulmonaires, la vibration serait efficace pour expectorer les sécrétions, grâce à l'amélioration du flux expiratoire, de peak-flow expiratoire et inspiratoire à 1.1, et avec la fréquence d'oscillation

Article 32	Self-administered chest physiotherapy in cystic fibrosis: a comparative study of high-pressure PEP and autogenic drainage
Auteurs	Pfleger A. Theissl B. Oberwaldner B. Zach M.
Année	1992
Pays	Autriche
Critère d'inclusion	- Plus de 6 ans d'âge - Diagnostic établi par test à la sueur - Formés à coopérer avec les tests pulmonaires. - Produire plus de 20 ml d'expectorations par jour.
Critère d'exclusion	- les patients présentant des symptômes d'une infection virale respiratoire aiguë au cours de l'étude
Nombre de participants	- Nt: 14 - Ng: -
Moyenne d'âge	- Range: 9,8-22,4 ans - Moyenne: 16 ans
Interventions	High pressure PEP : 8-10 cycles contre résistance, résistance définie par une méthode assistée par spirométrie Drainage autogène
Design d'étude	- Crossover - 6 mois avant l'étude, patients entraînés à utiliser le PEP Mask à haute pression et le drainage autogène. - la toux et les manœuvres d'expirations forcées étaient évitées - après entraînement, les patient étaient encouragés d'utiliser ces techniques une fois par jour jusqu'au début de l'étude - puis étude faite avec tests de la fonction pulmonaire 5 jours consécutifs - Testé: PEP // DA // PEP-DA // DA-PEP
Outcomes	Fonctions pulmonaires: CVF , VEMS, RV/TLC, Raw Production de sécrétions Temps nécessaire au désencombrement pulmonaire
Résultats	PEP mobilise, transporte et expectore plus de sécrétions que les autres techniques
Conclusion	PEP crée des bronchospasmes et donc si on veut l'utiliser il faut prendre médicaments avant ou alors utiliser le drainage autogène qui irrite moins les poumons.

Article 33	Short-term effects of high-frequency chest compression and positive expiratory pressure in patients with cystic fibrosis
Auteurs	Fainardi
Année	2011
Pays	Italie
Critère d'inclusion	- patients hospitalisés - état d'exacerbations aiguës - diagnostic mucoviscidose - Age > 18 ans - fonctions pulmonaires modérément à peu touché (FEV1 > 60%) - Infection chronique par Pseudomonas aeruginosa - Exacerbation pulmonaire avec les symptômes suivants: toux augmentée, volume de sécrétions augmenté, fatigue, dyspnée, diminution des fonctions pulmonaires, perte de poids - les patients sont traités par antibiotiques intraveineux depuis au moins 15 jours. - routine de médicaments était continue durant l'étude
Critère d'exclusion	- patients sous traitement stéroïdes - patients en attente de transplantation pulmonaire - affecté par fracture de côtes, grosses, hémoptysie, tumeurs malignes.
Nombre de participants	- Nt: 34 - Ng: NgPEP-Mask = 17 NgHFCWO = 17
Moyenne d'âge	- Range: - - Moyenne: 26 ans
Interventions	PEP-Mask: Les patients inclus utilisaient déjà le PEP-Mask 3 fois par jour avant l'étude. La Pression expiratoire positive exercée est de 10 à 20cm H2O. Appareils de vibrations thoraciques (HFCO): La jaquette est connectée par deux tubes à un générateur, avec une fréquence entre 15 et 20 Hz. Les patients restent assis durant les 30 minutes de traitement.

Design d'étude	Randomisé Crossover - Sujets impairs sont assigné au HFCC à jour 1 et au PEP-Mask à jour 2. - Les sessions étaient le matin entre 8 et 10 heure. Chaque traitement durait 30 minutes et était donné par le même physiothérapeute. - Lors de chaque session, étaient enregistré directement avant et 30 minutes après chaque traitement, les fonctions pulmonaires, la saturation artérielle d'oxygène et la dyspnée perçue. - Durant chaque traitement jusqu'à 30 minutes après, la quantité de sécrétion (ml) était collectionné et mesurée.
Outcomes	Poids des sécrétions: en mL Fonctions pulmonaires: VEMS (%), FEF25-75 (%), CVF Saturation en oxygène: saturomètre au doigt Dyspnée perçue: Échelle de Borg modifiée (0-10) Satisfaction: oui ou non
Résultats	Cette étude montre que les patients atteints de mucoviscidose, hospitalisés pour cause d'exacerbations pulmonaires, ont tous, autant pour PEP-Mask que pour le HFCC un effet comparable sur le court terme sur la production de sécrétions et sur les fonctions pulmonaires. Une petite différence, mais significative de réduction de la saturation en oxygène a été démontrée, suite à l'utilisation du PEP-Mask, mais pas pour le HFCC.
Conclusion	L'étude montre que le HFCC est comparable au PEP-Mask en termes de production de sécrétions et de fonctions pulmonaires, mais pas en terme d'acceptabilité.

Article 34	Short-term effects of three chest physiotherapy regimens in patients hospitalized for pulmonary exacerbations of cystic fibrosis: a cross-over randomized study
Auteurs	Braggion C. Cappelletti L.M. Cornecchia M. Zanolla L. Mastella G.
Année	1995
Pays	Italie
Critère d'inclusion	- âgé plus de 14 ans - capacité d'expectorer les sécrétions et tests de fonction pulmonaire - plus de 30 ml/jour de sécrétions expectoré - obstruction des voies aériennes de peu à modéré. - compétence à faire du drainage postural, du PEP et du HFCC
Critère d'exclusion	- besoin de plus de deux sessions de physiothérapie par jour - reflux gastroœsophagien, pneumothorax ou hémoptysie massive. - besoin de procédure chirurgicale ou endoscopie durant la période de l'étude - symptômes d'asthme durant l'année précédant l'étude - besoin de traitements de corticostéroïde ou de bronchodilatateurs durant la période de l'étude
Nombre de participants	- Nt: 16 - Ng: cross-over des 16
Moyenne d'âge	- Range: 15-27 ans - Moyenne: 20.3 ans
Interventions	PEP Mask: 10-20cmH2O durant 5-6 sec, 8-10 respirations Drainage postural: 6 positions durant chaque session Appareils de vibrations thoraciques (HFCC): Fréquences: 6,8,14,15,18,19 (Hz)
Design d'étude	Etude randomisée crossover Deux fois par jour durant deux jours consécutifs pour chaque thérapie. Les sessions durent 50 minutes: 6 fois 5 minutes, suivi de 3 minutes de FET, toux et expectorations.
Outcomes	Sécrétions: deux échantillons: 1 collecté durant les 50 minutes de traitement, l'autre durant les 30 minutes de repos. Le poids sec et mouillé a été mesuré. Fonctions pulmonaires: avant et 30 minutes après le traitement (CVF, VEMS, FEF 25-75). Questionnaires subjectifs: score sur efficacité et la tolérance rempli par le patient. Un autre sur la tolérance remplis par le physiothérapeute. Nombre de toux: périodes de 3 et 5 minutes.
Résultats	Pas de différence significative entre les trois régimes dans le poids des sécrétions (sec et mouillé). Pas de différence dans les fonctions pulmonaires non plus.
Conclusion	Dans cette étude, pas d'évidences trouvée sur l'efficacité à court terme d'un des régimes comparés à une autre.

Article 35	Sputum rheology changes in cystic fibrosis lung disease following two different types of physiotherapy: flutter vs autogenic drainage
Auteurs	App E.M. Kieselmann R. Reinhardt D. Lindemann H. Dasgupta B. King M. Brand P.
Année	1998
Pays	Allemagne
Critère d'inclusion	- histoire clinique - positif au test de la sueur
Critère d'exclusion	- si la thérapie devait être modifiée durant l'étude, patient exclu
Nombre de participants	- Nt: 14 (exclusion car exacerbations) - Ng: cross-over des 14
Moyenne d'âge	- Range: 7- 41 ans - Moyenne: 19 ans
Interventions	Drainage autogène: soit assis, soit couché Flutter: fréquence entre 2-32 Hz (Moyenne 19 Hz)
Design d'étude	Randomisé crossover - deux fois par jour un des deux thérapies durant 4 semaines. Puis une semaine de pause avec seulement les médicaments mais pas de physio, puis a nouveau 4 semaines avec l'autre thérapie - avant et après les 4 semaines, pris les fonctions pulmonaires avant et après 30 minutes de ttt physio intensif.
Outcomes	Fonctions pulmonaires: avant et après chaque thérapie (CVF, VEMS) SpO2: pris au doigt Collection et poids des sécrétions: congèle a -80 degrés Celsius pour analyser, mesure du poids en grammes Analyse des sécrétions: viscosité élasticité Nombre d'exacerbations / hospitalisations
Résultats	Pas d'efficacité différente entre le DA et le Flutter. Par contre, le volume d'exacerbation est plus élevé avec le Flutter Pas de changements significatifs de CVF et VEMS. Viscosité plus basse avec flutter Volume de sécrétions plus important lors de l'utilisation de Flutter Quoi qu'il en soit, les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.
Conclusion	La viscosité diminue avec le Flutter. Il est supposé que le flutter modifie considérablement la texture des sécrétions, permettant une meilleure clearance. Par contre, il y a aucun changement dans les fonctions pulmonaires ou dans le volume expectoré. Ils en concluent que le Flutter est surement mieux adapté pour les patients atteints de problèmes pulmonaires sévères et avec beaucoup de volumes d'expectoration.

Article 36	The effects of postural drainage and positive expiratory pressure physiotherapy on tracheobronchial clearance in cystic fibrosis
Auteurs	Mortensen J. Falk M. Groth S. Jensen C.
Année	1991
Pays	Denmark
Critère d'inclusion	- Infecté par pseudomonas depuis 3 à 21 ans
Critère d'exclusion	INCONNU
Nombre de participants	- Nt: 10 - Ng: cross-over 10
Moyenne d'âge	- Range: 15-26 ans - Moyenne: 20 ans
Interventions	Drainage postural : décubitus latéral Techniques d'expirations forcées: décubitus latéral, expiration forcée à volume moyen ou bas PEP-Mask: 10-20cmH2O Contrôle: le patient est assis et a le droit de tousser
Design d'étude	Randomisé crossover - la clearance trachéo-bronchiale était mesuré toutes les 30 minutes pendant 3heures avec 48h

	d'intervalle. - chaque session incluait une session de PD+FET, PEP+FET ou contrôle.
Outcomes	Poids des sécrétions Sécrétions contenu de Tc Nombre de toux Clearance Tracheobronchiale (TBC-0.5 // Radio aerosol study) Fonctions pulmonaires (VEMS, CVF, Flux expiratoire maximal 50, VC)
Résultats	Les sécrétions sont mieux évacuées après 20min de traitement. Le traitements avec PEP est mieux pour évacuer les sécrétions que le traitement contrôle PEP et PD ont la même efficacité
Conclusion	Pas de différence entre PEP et PD

Article 37	The flutter device versus the PEP mask in the treatment of adults with cystic fibrosis
Auteurs	Newbold M.E. Tullis E. Corey M. Ross B. Brooks D.
Année	2005
Pays	Canada
Critère d'inclusion	- Plus ou égal à 18 ans - VEMS plus grand que 40% prédit - pas d'expectoration pulmonaire qui nécessite une hospitalisation 1 mois avant l'étude - pas de changements de médicaments 1 mois avant étude - collaboration et envie de faire 5 tests pour l'étude sur les 13 mois
Critère d'exclusion	- Pas de production de sécrétions quotidienne - Pas de toux quotidienne
Nombre de participants	- Nt: 42 (exclusion car exacerbations) - Ng: NgFlutter = 21 NgPEP = 21
Moyenne d'âge	- Range: - Moyenne: 29 ans (+/- 8,4)
Interventions	Flutter PEP-Mask: 10-20 cmH2O
Design d'étude	- Durant 13 mois, patients répartis soit dans groupe flutter, soit dans groupe PEP-Mask. - Chaque thérapie dure environs 20minutes, et ils devaient le faire deux fois par jour. - un contrôle des données après 1 mois, puis tous les trois mois donc au mois 4-7-10-13
Outcomes	<i>Résultats principaux:</i> Fonctions pulmonaires: VEMS, CVF, FEF 25-75% --> mesuré avec spirométrie <i>Résultats secondaires:</i> Quality of well-being scale (QWB) et la Chronic Respiratory Disease scale (CRQ) Journal quotidien: évaluation de l'adhérence Nombre d'hospitalisations / nombre d'expirations
Résultats	Pas de changement significatif dans les fonctions pulmonaires, ni dans le QWB, ni dans le CRQ, entre les deux techniques
Conclusion	En résumé, il n'y avait pas de différences significatives dans la fonction pulmonaire, la qualité de vie liée à la santé, l'observance ou le nombre d'admissions à l'hôpital chez les adultes atteints de FK utilisant le Flutter ou le masque PEP sur une période de 13 mois.

Article 38	The Flutter VRP1 as an adjunct to chest physiotherapy in cystic fibrosis
Auteurs	Pryor J.A. Webber B.A. Hodson M.E. Warner J.O.
Année	1994
Pays	Royaumes unis
Critère d'inclusion	- admis à l'hôpital - cliniquement stable - testé positif au test de la sueur
Critère d'exclusion	- admis pour traitements terminaux - pneumothorax - hémoptysie
Nombre de participants	- Nt: 20 - Ng: cross-over 20

Moyenne d'âge	- Range: 16-36 ans - Moyenne: 24.4 ans
Interventions	Flutter: durant 10 minutes puis suivi du ACBT ACBT
Design d'étude	Randomisé crossover - faire deux fois les exercices chaque jour - remplir questionnaire - prend fet pulmonaires 5-10-15-30 minutes après thérapie
Outcomes	Poids des sécrétions Fonctions pulmonaires: VEMS, CVF, FEF50-75 SpO2 9 point questionnaire: aisance, confort, serviabilité
Résultats	Pas de différence sur les fonctions pulmonaires sputum plus élevé avec ACBT
Conclusion	Étude a montré que pour mobiliser le plus de sputum, l'ACBT est la plus efficace des techniques. Les patients préfèrent également cette technique

Article 39	The intrapulmonary percussive ventilator and flutter device compared to standard chest physiotherapy in patients with cystic fibrosis
Auteurs	Newhouse P.A. White F. Marks J.H Homnick D.N.
Année	1998
Pays	États Unis
Critère d'inclusion	- Diagnostic de mucoviscidose
Critère d'exclusion	- Antécédents d'hémoptysie ou de pneumothorax importants dans l'année suivant le début de l'étude.
Nombre de participants	- Nt: 10 (exclus car exacerbations) - Ng : -
Moyenne d'âge	- Range: 9-25 ans - Moyenne: 17 ans
Interventions	Flutter : 20-25 cmH2O PD Percussionnaire (IPV): Fq: 3-5 Hz, 10.30 cmH2O
Design d'étude	- Randomisé crossover - Intervention unique, sur trois jours séparés pendant trois semaines successives.
Outcomes	Fonctions pulmonaires: CVF, VEMS, FEF, RV, TLC, RV/TLC Poids des sécrétions (humide)
Résultats	Fonctions pulmonaires: Des changements significatifs ont été constatés seulement pour la CVF (augmentée suite à l'utilisation du Flutter), le VEMS (augmenté avec le Flutter et le Percussionnaire). Une diminution du volume résiduel a été constatée après tous les traitements. Une tendance à une saturation en O2 plus basse a été observée avec le drainage postural (conventional CPT) mais elle n'était ni grave ni prolongée. Poids des sécrétions : Pas de différence dans le poids des sécrétions entre chaque thérapie
Conclusion	Augmentation du flux grâce au Percussionnaire et au Flutter. Par contre, toutes les thérapies diminuent les volumes pulmonaires Augmentation de la production de sécrétions avec le Flutter plutôt qu'avec le DP. Pas d'augmentation de production de sécrétions notée dans aucune technique

9.4 Annexe IV : Échelle PEDro d'analyse de qualité des articles

Échelle PEDro – Français

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

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

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

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

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

Précisions pour l'utilisation de l'échelle PEDro:

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

9.5 Annexe V : Tableau des comparaisons d'interventions

En noir : les 26 articles inclus pour l'analyse quantitative

En rouge : les 13 articles exclus de l'analyse quantitative

	Flutter	ACBT	Acapella	PEP Mask	DA	RC-Cornet	App vibration th.	BiPAP	PD	CPAP	Exp forcée	Exercice	High PEP	Percussionnaire
Flutter		1, 4, 38		4, 6, 12, 13, 14, 21, 25, 37	4, 19, 35	4	9, 23		8, 9, 10, 14, 16, 23, 39		16	15		39
ACBT	1, 4, 38			4	4	4								
Acapella				2, 31					31					
PEP Mask	4, 6, 12, 13, 14, 21, 25, 37	4	2, 31	17, 22	3, 4	4	26, 29, 33, 34	5, 28,	7, 14, 17, 18, 20, 22, 24, 27, 31, 34, 36	5, 11	5, 18, 22, 30, 36	27	30	
DA	4, 19, 35,	4		3, 4		4							32	
RC-Cornet	4			4	4									
App vibration th.	9, 23			26, 29, 33, 34					9, 23, 34					
BiPAP				5, 28						5	5			
PD	8, 9, 10, 14, 16, 23, 39		31	7, 14, 17, 18, 20, 22, 24, 27, 31, 34, 36			9, 23, 34				16, 18, 22, 36	27		39
CPAP				5, 11				5			5			
Exp forcée	16			5, 18, 22, 30, 36				5	16, 18, 22, 36	5			30	
Exercice	15			27					27					
High PEP				30	32						30			
Percussionnaire	39								39					

9.6 Annexe VI : Tableau des différents outcomes des 39 articles sélectionnés

En rouge : les articles exclus de l'analyse quantitative (données non disponibles)

Catégorie	Outcomes	Articles
Fonctions, volumes pulmonaires	VEMS : Volume Expiré Maximal en 1 Seconde	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
	CVF = Capacité Vitale Forcée	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
	FEF 25-75% = Flux Expiratoire Forcé à 25-75%	1, 2, 7, 8, 9, 12, 14, 20, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 37, 38
	FEF50% = Flux Expiratoire Forcé à 50%	5, 13, 38
	MEF 25% = Maximal expiratory flow at 25%	4, 13, 36
	PEFR = Peak Expiratory Flow Rate	1, 2, 7, 13, 15, 18, 20, 22, 31
	FIF50 = Forced Inspiratory Flow Rate at 50%	1
	Tiffeneau = FEV1/FVC ratio	1
	FVC IN = Forced Vital Capacity during Inspiration	1
	Raw = Airway resistance	13, 14, 32
	TLC = Total Lung Capacity	9, 13, 32
	FRC = Functional Residual Capacity	9
	RV = Residual volume	13
	sGaw = specific airway conductance	13, 14
	Spirometry	21, 28, 31
	Non précisé	28
Sécrétions	Production	7
	Poids	1, 2, 3, 5, 6, 7, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 30, 33, 34, 35, 36, 38, 39
	Volume	30
	Propriétés, qualité, bactéries	15, 24, 25, 28, 35, 36
Préférence, adhérence du patient	Préférence	9
	Compliance	24, 25
	Adhérence	9, 12, 24, 26, 37
	Satisfaction	9, 23
	Durée de traitement	26
	Confort	26
	Événements indésirables	26
	Indépendance	26
	Chest Physiotherapy Patient Satisfaction Survey	2

Gaz sanguins	SpO2	5, 22, 28, 29, 30, 33, 35, 38, 39
	Tension en O2	21
	Tension en CO2	21
Qualité de vie	Quality of Well-Being Scale	12, 37
	CFQ Respiratory Domain score	23
	CF questionnaire version 2	26
Capacité, tolérance à l'exercice	6 Minute Walk Test	8, 28
	Modified 10m Shuttel Test	2, 4
Questionnaires généraux	Chronic respiratory disease questionnaire	4, 37
	Respiratory Assessment	14
	Short Form-36	4
	Réponses subjectives	5, 15, 33
Scores cliniques	Schwachman score	18, 24, 25
	Chrispin-Norman Score	18
	Score de Huang	24, 25
Toux	Nombre de toux spontanées et/ou dirigées	5, 15
Dyspnée	Borg	28, 33
Autres	Radiographie	24, 25
	BMI	4
	Gravité sur le mucus	27
	Marqueurs inflammatoires, CRP	28
	Score de toux (0-3)	7
	Score d'activité (0-3)	7
	Distribution de la Ventilation	27, 29, 30
	Clearance mucociliaire	27
	Exacerbation	4, 7, 9, 12, 14, 20, 23, 24, 25, 26, 30, 35, 37, 39

9.7 Annexe VII : Tableau des sous-catégories d'analyse pour les 26 articles choisis pour l'analyse quantitative

	Age			État actuel de la maladie		Durée du traitement		
	Enfants	Adultes	Enfants + Adultes	Exacerbation	Stable	Unique	Court terme (< 7 jours)	Long terme (> 7 jours)
Flutter	13, 25	4, 37,	1, 6, 8, 9, 16, 19, 21 35, 39	8	1, 4, 6, 9, 13, 16, 19, 21, 25, 35, 37, 39	19, 39	1, 21	4, 6, 8, 9, 13, 16, 25, 35, 37
ACBT		4	1		1, 4		1	4
Acapella	2			2				2
PEP-Mask	2, 7, 13, 20, 24, 25	4, 5, 28, 33, 37	3, 6, 18, 21, 26, 29, 34	2, 5, 29, 33, 34	3, 4, 6, 7, 13, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 28, 37	33	3, 21, 29, 34	2, 4, 5, 6, 7, 13, 18, 20, 24, 25, 26, 28, 37
DA		4	3, 19, 32, 35		3, 4, 19, 32, 35	19	3, 32	4, 35
RC-Cornet		4			4			4
BiPAP		5, 28		5	28			5, 28
CPAP		5		5				5
Expirations forcées			16, 18		16, 18			16, 18
DP	7, 20, 24		8, 9, 16, 18, 34, 39	8, 34	7, 9, 16, 18, 20, 24, 39	39	34	7, 8, 9, 16, 18, 20, 24
Appareils de vibrations thoraciques		33	9, 26, 29, 34	29, 33, 34	9, 26	33	29, 34	9, 26
High-PEP			32		32		32	
Percussionnaire			39		39	39		

9.8 Annexe VIII : Analyse de la qualité des 39 articles selon l'échelle PEDro

Etu de	1. Eligibility	2. Random allocation	3. Concealed allocation	4. Baseline comparability	5. Blind subjects	6. Blind therapist	7. Blind assessors	8. Adequate follow-up	9. Intention-to-treat analysis	10. Between-group comparisons	11. Point estimates and variability	Score total
1	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	4
2	-	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	6
3	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	1
4	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	7
5	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	5
6	-	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	4
7	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	4
8	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	6
9	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	4
10	-	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	2
11	-	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	3
12	-	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	6
13	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	5
14	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	1
15	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	3
16	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	4
17	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	5
18	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	4
19	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	5
20	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	3
21	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	4
22	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	6
23	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	3
24	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	6
25	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	5
26	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	5
27	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	4
28	-	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	7
29	-	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	3
30	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	3
31	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	3
32	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	6

Etu de	1. Eligibility	2. Random allocation	3. Concealed allocation	4. Baseline comparability	5. Blind subjects	6. Blind therapist	7. Blind assessors	8. Adequate follow-up	9. Intention-to-treat analysis	10. Between-group comparisons	11. Point estimates and variability	Score total
33	-	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	5
34	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	3
35	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	4
36	-	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	5
37	-	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	7
38	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	4
39	-	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	3
% Yes		87%	12%	53%	0%	0%	33%	59%	21%	72%	92%	

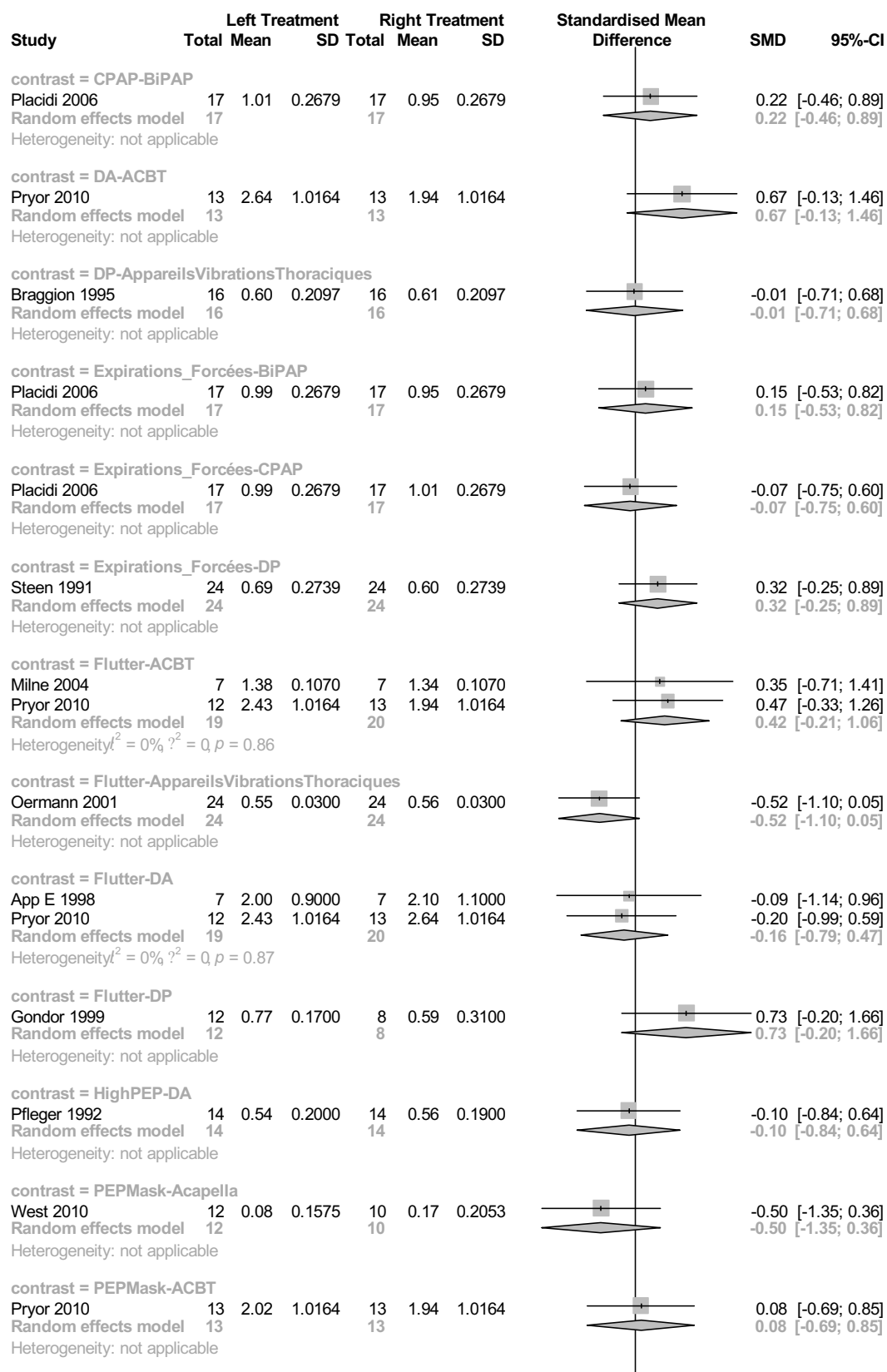
En considérant la validité externe, le point 1 (Eligibility) n'influence pas l'analyse du risque de biais. C'est pour cela qu'il n'est pas utilisé pour calculer le score PEDro final.

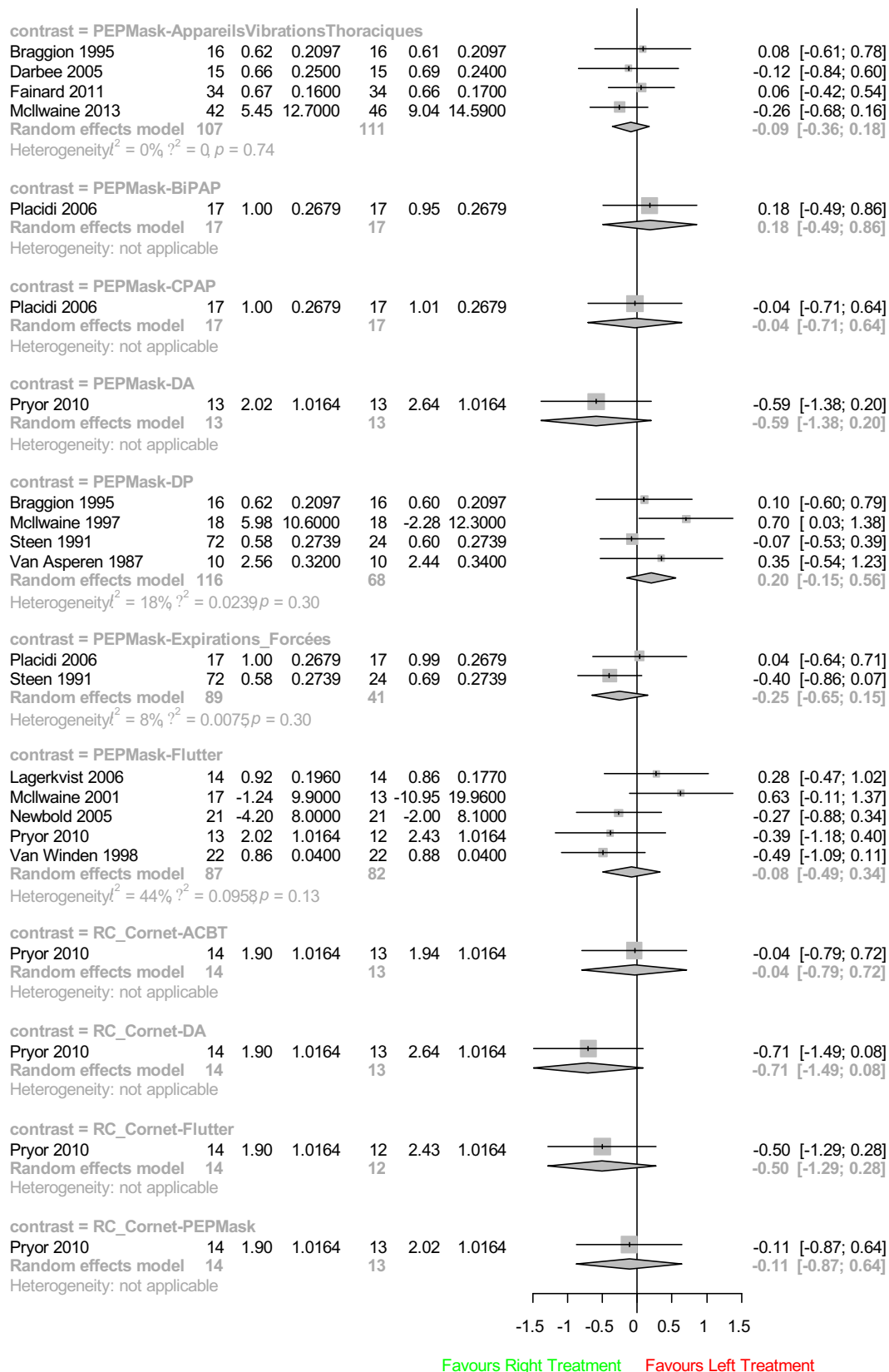
9.9 Annexe IX : Relative Effects « VEMS »

	Acapella	ACBT	App. Vibrations Thoraciques	BiPAP	CPAP	DA	DP	Exp. Forcées	Flutter	High PEP	PEP Mask	RC-Cornet
Acapella	Acapella	-0.84 (-2, 0.33)	-0.37 (-1.4, 0.65)	-0.6 (-1.83, 0.61)	-0.38 (-1.61, 0.83)	-0.2 (-1.42, 0.99)	-0.75 (-1.81, 0.26)	-0.34 (-1.44, 0.74)	-0.47 (-1.5, 0.55)	-0.31 (-1.8, 1.18)	-0.52 (-1.49, 0.45)	-0.87 (-2.08, 0.34)
ACBT	0.84 (-0.33, 2)	ACBT	0.47 (-0.23, 1.15)	0.24 (-0.73, 1.19)	0.46 (-0.51, 1.42)	0.63 (-0.15, 1.41)	0.08 (-0.65, 0.78)	0.5 (-0.31, 1.28)	0.36 (-0.24, 0.96)	0.53 (-0.63, 1.69)	0.32 (-0.32, 0.95)	-0.03 (-0.78, 0.71)
App Vibrations Thoraciques	0.37 (-0.65, 1.4)	-0.47 (-1.15, 0.23)	App Vibrations Thoraciques	-0.23 (-1.03, 0.56)	-0.01 (-0.82, 0.79)	0.16 (-0.6, 0.93)	-0.39 (-0.85, 0.05)	0.03 (-0.56, 0.6)	-0.11 (-0.51, 0.31)	0.06 (-1.1, 1.22)	-0.15 (-0.47, 0.18)	-0.5 (-1.28, 0.29)
BiPAP	0.6 (-0.61, 1.83)	-0.24 (-1.19, 0.73)	0.23 (-0.56, 1.03)	BiPAP	0.23 (-0.56, 1.01)	0.4 (-0.62, 1.42)	-0.15 (-0.95, 0.63)	0.26 (-0.48, 0.99)	0.13 (-0.66, 0.93)	0.3 (-1.05, 1.64)	0.08 (-0.64, 0.82)	-0.27 (-1.29, 0.77)
CPAP	0.38 (-0.83, 1.61)	-0.46 (-1.42, 0.51)	0.01 (-0.79, 0.82)	-0.23 (-1.01, 0.56)	CPAP	0.17 (-0.85, 1.2)	-0.38 (-1.18, 0.41)	0.04 (-0.71, 0.78)	-0.1 (-0.89, 0.72)	0.07 (-1.27, 1.41)	-0.14 (-0.87, 0.6)	-0.49 (-1.51, 0.55)
DA	0.2 (-0.99, 1.42)	-0.63 (-1.41, 0.15)	-0.16 (-0.93, 0.6)	-0.4 (-1.42, 0.62)	-0.17 (-1.2, 0.85)	DA	-0.55 (-1.35, 0.23)	-0.13 (-1.01, 0.72)	-0.27 (-0.95, 0.41)	-0.1 (-0.97, 0.76)	-0.31 (-1.03, 0.41)	-0.67 (-1.5, 0.18)
DP	0.75 (-0.26, 1.81)	-0.08 (-0.78, 0.65)	0.39 (-0.05, 0.85)	0.15 (-0.63, 0.95)	0.38 (-0.41, 1.18)	0.55 (-0.23, 1.35)	DP	0.42 (-0.12, 0.96)	0.28 (-0.16, 0.75)	0.45 (-0.71, 1.63)	0.24 (-0.11, 0.61)	-0.11 (-0.9, 0.7)
Exp. Forcées	0.34 (-0.74, 1.44)	-0.5 (-1.28, 0.31)	-0.03 (-0.6, 0.56)	-0.26 (-0.99, 0.48)	-0.04 (-0.78, 0.71)	0.13 (-0.72, 1.01)	-0.42 (-0.96, 0.12)	Exp. Forcées	-0.14 (-0.7, 0.46)	0.03 (-1.18, 1.27)	-0.18 (-0.66, 0.33)	-0.53 (-1.39, 0.36)
Flutter	0.47 (-0.55, 1.5)	-0.36 (-0.96, 0.24)	0.11 (-0.31, 0.51)	-0.13 (-0.93, 0.66)	0.1 (-0.72, 0.89)	0.27 (-0.41, 0.95)	-0.28 (-0.75, 0.16)	0.14 (-0.46, 0.7)	Flutter	0.17 (-0.94, 1.27)	-0.04 (-0.36, 0.28)	-0.4 (-1.1, 0.31)
High PEP	0.31 (-1.18, 1.8)	-0.53 (-1.69, 0.63)	-0.06 (-1.22, 1.1)	-0.3 (-1.64, 1.05)	-0.07 (-1.41, 1.27)	0.1 (-0.76, 0.97)	-0.45 (-1.63, 0.71)	-0.03 (-1.27, 1.18)	-0.17 (-1.27, 0.94)	HighPEP	-0.21 (-1.34, 0.92)	-0.56 (-1.76, 0.65)
PEP Mask	0.52 (-0.45, 1.49)	-0.32 (-0.95, 0.32)	0.15 (-0.18, 0.47)	-0.08 (-0.82, 0.64)	0.14 (-0.6, 0.87)	0.31 (-0.41, 1.03)	-0.24 (-0.61, 0.11)	0.18 (-0.33, 0.66)	0.04 (-0.28, 0.36)	0.21 (-0.92, 1.34)	PEPMask	-0.35 (-1.08, 0.38)
RC-Cornet	0.87 (-0.34, 2.08)	0.03 (-0.71, 0.78)	0.5 (-0.29, 1.28)	0.27 (-0.77, 1.29)	0.49 (-0.55, 1.51)	0.67 (-0.18, 1.5)	0.11 (-0.7, 0.9)	0.53 (-0.36, 1.39)	0.4 (-0.31, 1.1)	0.56 (-0.65, 1.76)	0.35 (-0.38, 1.08)	RC-Cornet

9.10 Annexe X : Comparaison par les paires pour le VEMS

Hétérogénéité entre 0% et 44%



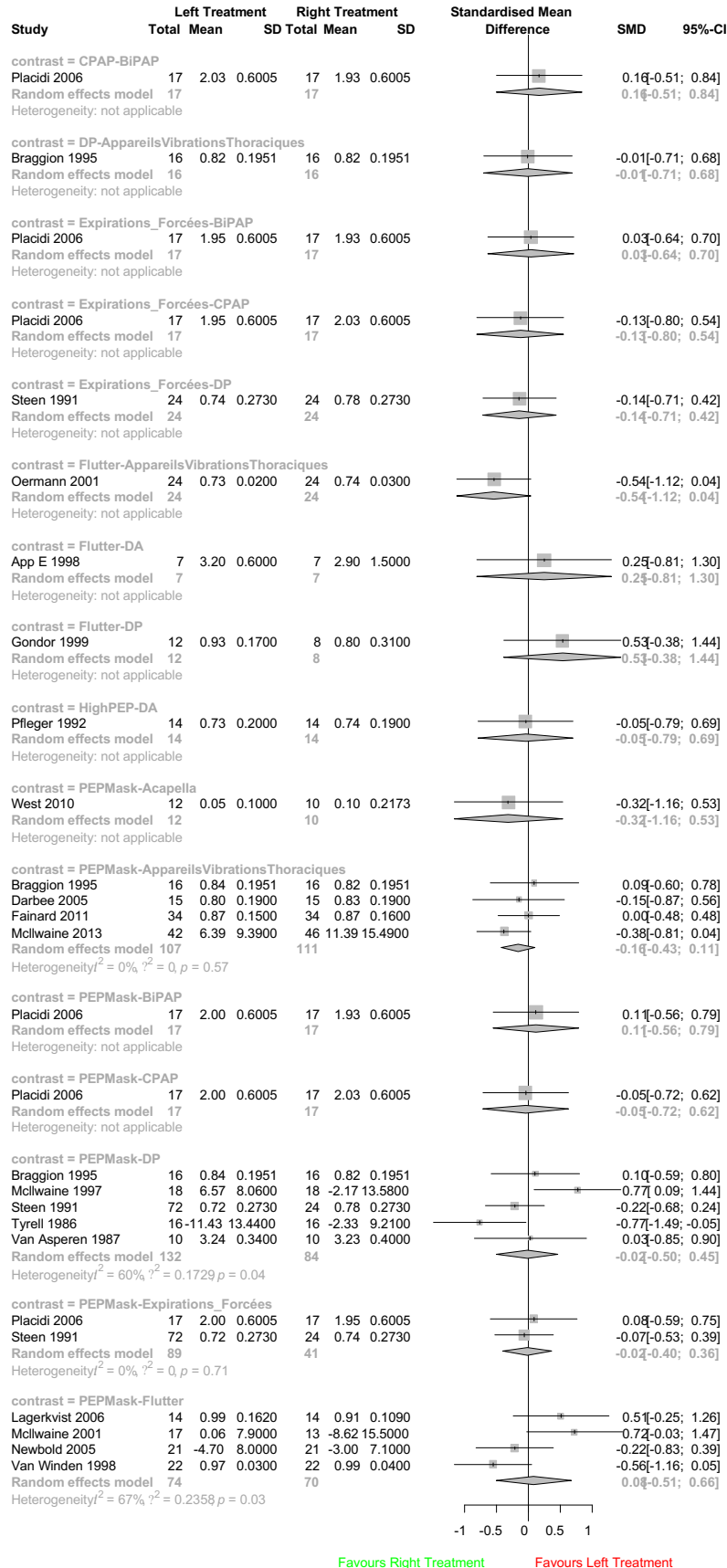


9.11 Annexe XI : Relative Effects « CVF »

	Acapella	App. Vibrations Thoraciques	BiPAP	CPAP	DA	DP	Exp. Forcées	Flutter	HighPEP	PEPMask
Acapella	Acapella	-0.13 (-1.36, 1.09)	-0.42 (-1.9, 1.04)	-0.26 (-1.74, 1.22)	-0.64 (-2.42, 1.12)	-0.33 (-1.57, 0.88)	-0.37 (-1.69, 0.93)	-0.37 (-1.61, 0.85)	-0.69 (-2.74, 1.35)	-0.33 (-1.48, 0.82)
App. Vibrations Thoraciques	0.13 (-1.09, 1.36)	App. Vibrations Thoraciques	-0.3 (-1.29, 0.7)	-0.13 (-1.15, 0.89)	-0.52 (-1.89, 0.87)	-0.21 (-0.76, 0.33)	-0.25 (-0.99, 0.5)	-0.25 (-0.78, 0.29)	-0.57 (-2.28, 1.16)	-0.2 (-0.61, 0.23)
BiPAP	0.42 (-1.04, 1.9)	0.3 (-0.7, 1.29)	BiPAP	0.17 (-0.84, 1.17)	-0.22 (-1.83, 1.4)	0.09 (-0.89, 1.05)	0.05 (-0.86, 0.95)	0.05 (-0.96, 1.05)	-0.27 (-2.18, 1.65)	0.1 (-0.81, 1.01)
CPAP	0.26 (-1.22, 1.74)	0.13 (-0.89, 1.15)	-0.17 (-1.17, 0.84)	CPAP	-0.39 (-2.02, 1.26)	-0.07 (-1.08, 0.91)	-0.12 (-1.04, 0.81)	-0.12 (-1.14, 0.9)	-0.44 (-2.37, 1.51)	-0.07 (-1, 0.87)
DA	0.64 (-1.12, 2.42)	0.52 (-0.87, 1.89)	0.22 (-1.4, 1.83)	0.39 (-1.26, 2.02)	DA	0.31 (-1.09, 1.68)	0.27 (-1.22, 1.74)	0.27 (-1.01, 1.54)	-0.05 (-1.08, 0.99)	0.32 (-1.03, 1.66)
DP	0.33 (-0.88, 1.57)	0.21 (-0.33, 0.76)	-0.09 (-1.05, 0.89)	0.07 (-0.91, 1.08)	-0.31 (-1.68, 1.09)	DP	-0.04 (-0.72, 0.65)	-0.04 (-0.58, 0.52)	-0.36 (-2.07, 1.38)	0 (-0.39, 0.43)
Expirations Forcées	0.37 (-0.93, 1.69)	0.25 (-0.5, 0.99)	-0.05 (-0.95, 0.86)	0.12 (-0.81, 1.04)	-0.27 (-1.74, 1.22)	0.04 (-0.65, 0.72)	Expirations Forcées	0 (-0.75, 0.75)	-0.32 (-2.12, 1.49)	0.04 (-0.57, 0.68)
Flutter	0.37 (-0.85, 1.61)	0.25 (-0.29, 0.78)	-0.05 (-1.05, 0.96)	0.12 (-0.9, 1.14)	-0.27 (-1.54, 1.01)	0.04 (-0.52, 0.58)	0 (-0.75, 0.75)	Flutter	-0.32 (-1.95, 1.32)	0.05 (-0.38, 0.48)
HighPEP	0.69 (-1.35, 2.74)	0.57 (-1.16, 2.28)	0.27 (-1.65, 2.18)	0.44 (-1.51, 2.37)	0.05 (-0.99, 1.08)	0.36 (-1.38, 2.07)	0.32 (-1.49, 2.12)	0.32 (-1.32, 1.95)	HighPEP	0.37 (-1.33, 2.05)
PEPMask	0.33 (-0.82, 1.48)	0.2 (-0.23, 0.61)	-0.1 (-1.01, 0.81)	0.07 (-0.87, 1)	-0.32 (-1.66, 1.03)	0 (-0.43, 0.39)	-0.04 (-0.68, 0.57)	-0.05 (-0.48, 0.38)	-0.37 (-2.05, 1.33)	PEPMask

9.12 Annexe XII : Comparaison par les paires pour la CVF

Hétérogénéité entre 0% et 67%

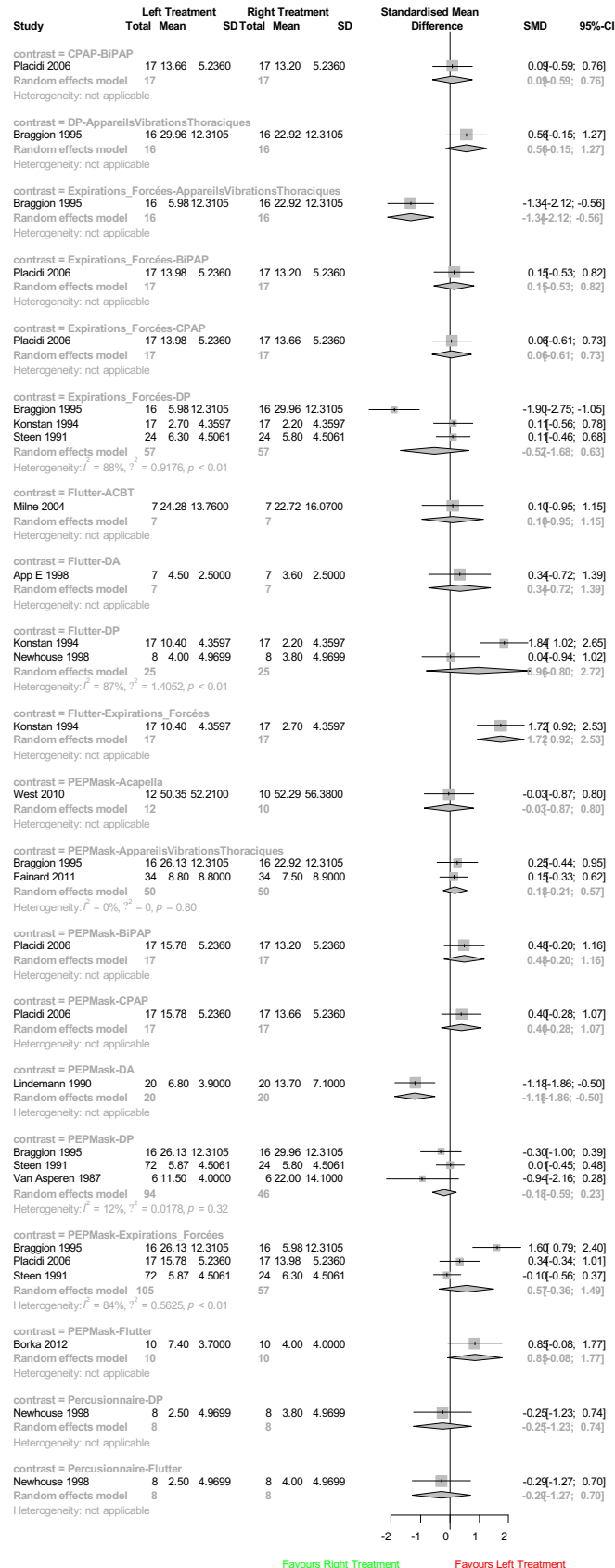


9.13 Annexe XIII : Relative Effects « Poids des sécrétions »

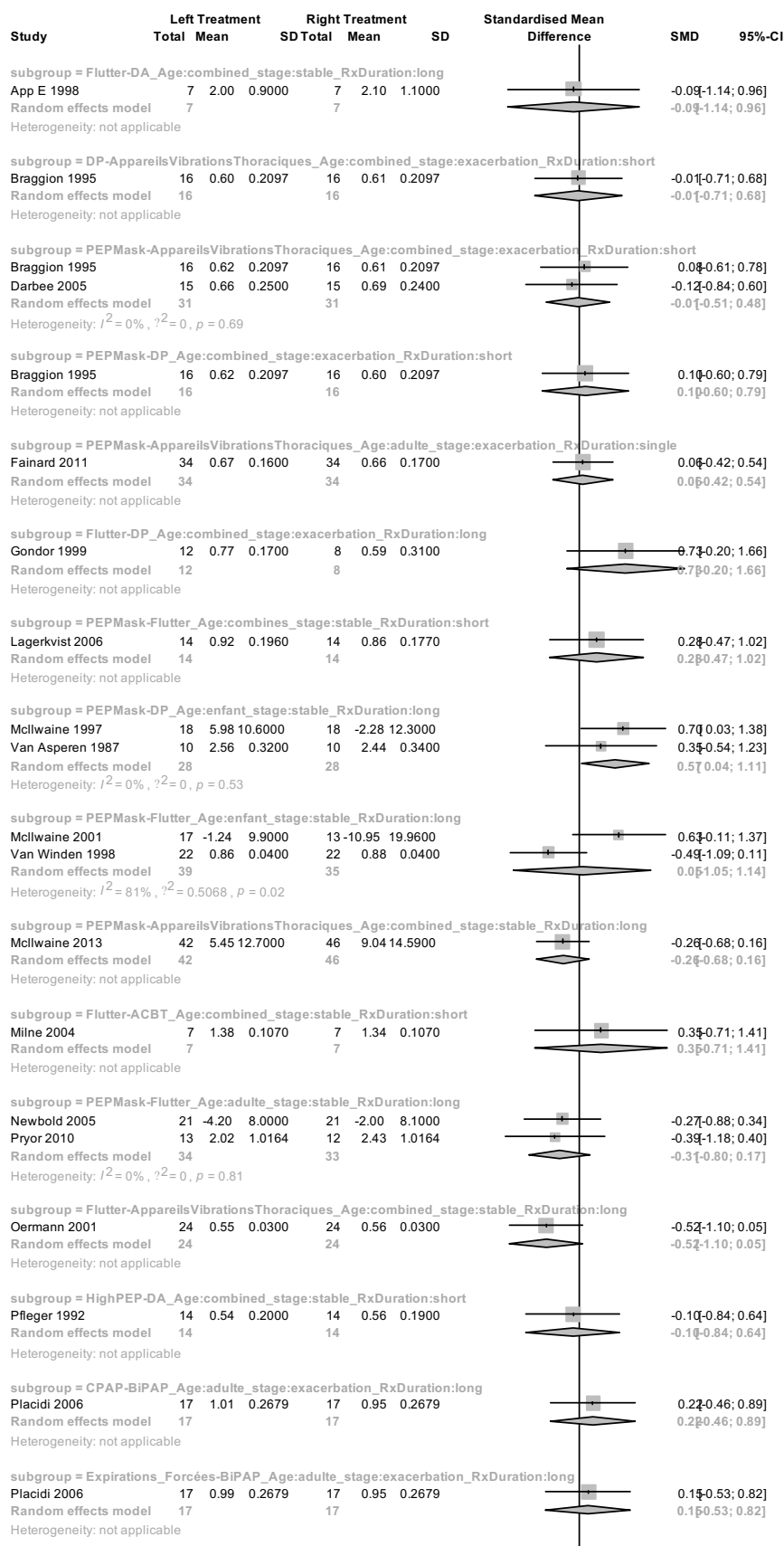
	Acapella	ACBT	App.Vibrations Thoraciques	BiPAP	CPAP	DA	DP	Expiration Forcées	Flutter	PEP Mask	Percussion naire
Acapella	Acapella	0.42 (-3.1, 3.93)	-0.07 (-2.76, 2.6)	-0.67 (-3.69, 2.36)	-0.59 (-3.59, 2.45)	0.71 (-2.16, 3.55)	0.02 (-2.46, 2.57)	-0.66 (-3.17, 1.87)	0.52 (-2.09, 3.15)	-0.03 (-2.29, 2.24)	0.01 (-3.14, 3.17)
ACBT	-0.42 (-3.93, 3.1)	ACBT	-0.49 (-3.48, 2.47)	-1.1 (-4.37, 2.18)	-1.01 (-4.27, 2.28)	0.29 (-2.65, 3.19)	-0.4 (-3.06, 2.31)	-1.08 (-3.83, 1.67)	0.1 (-2.24, 2.45)	-0.46 (-3.15, 2.23)	-0.41 (-3.51, 2.69)
App.Vibrations Thoraciques	0.07 (-2.6, 2.76)	0.49 (-2.47, 3.48)	App.Vibrations Thoraciques	-0.6 (-2.98, 1.81)	-0.51 (-2.89, 1.88)	0.78 (-1.42, 2.98)	0.1 (-1.5, 1.73)	-0.59 (-2.18, 1.02)	0.59 (-1.24, 2.44)	0.04 (-1.39, 1.47)	0.08 (-2.44, 2.62)
BiPAP	0.67 (-2.36, 3.69)	1.1 (-2.18, 4.37)	0.6 (-1.81, 2.98)	BiPAP	0.09 (-2.12, 2.31)	1.39 (-1.2, 3.96)	0.69 (-1.43, 2.87)	0.01 (-1.99, 2)	1.19 (-1.1, 3.5)	0.64 (-1.36, 2.63)	0.68 (-2.2, 3.57)
CPAP	0.59 (-2.45, 3.59)	1.01 (-2.28, 4.27)	0.51 (-1.88, 2.89)	-0.09 (-2.31, 2.12)	CPAP	1.3 (-1.32, 3.87)	0.6 (-1.52, 2.76)	-0.08 (-2.07, 1.9)	1.1 (-1.21, 3.39)	0.55 (-1.45, 2.53)	0.59 (-2.3, 3.48)
DA	-0.71 (-3.55, 2.16)	-0.29 (-3.19, 2.65)	-0.78 (-2.98, 1.42)	-1.39 (-3.96, 1.2)	-1.3 (-3.87, 1.32)	DA	-0.69 (-2.55, 1.23)	-1.37 (-3.3, 0.58)	-0.19 (-1.92, 1.57)	-0.75 (-2.45, 0.98)	-0.7 (-3.26, 1.9)
DP	-0.02 (-2.57, 2.46)	0.4 (-2.31, 3.06)	-0.1 (-1.73, 1.5)	-0.69 (-2.87, 1.43)	-0.6 (-2.76, 1.52)	0.69 (-1.23, 2.55)	DP	-0.68 (-1.85, 0.45)	0.49 (-0.82, 1.78)	-0.06 (-1.16, 1)	-0.01 (-2.1, 2.04)
Expirations Forcées	0.66 (-1.87, 3.17)	1.08 (-1.67, 3.83)	0.59 (-1.02, 2.18)	-0.01 (-2, 1.99)	0.08 (-1.9, 2.07)	1.37 (-0.58, 3.3)	0.68 (-0.45, 1.85)	Expirations Forcées	1.18 (-0.24, 2.62)	0.62 (-0.47, 1.72)	0.67 (-1.58, 2.92)
Flutter	-0.52 (-3.15, 2.09)	-0.1 (-2.45, 2.24)	-0.59 (-2.44, 1.24)	-1.19 (-3.5, 1.1)	-1.1 (-3.39, 1.21)	0.19 (-1.57, 1.92)	-0.49 (-1.78, 0.82)	-1.18 (-2.62, 0.24)	Flutter	-0.55 (-1.87, 0.75)	-0.51 (-2.55, 1.53)
PEP Mask	0.03 (-2.24, 2.29)	0.46 (-2.23, 3.15)	-0.04 (-1.47, 1.39)	-0.64 (-2.63, 1.36)	-0.55 (-2.53, 1.45)	0.75 (-0.98, 2.45)	0.06 (-1, 1.16)	-0.62 (-1.72, 0.47)	0.55 (-0.75, 1.87)	PEPMask	0.04 (-2.15, 2.25)
Percussionnaire	-0.01 (-3.17, 3.14)	0.41 (-2.69, 3.51)	-0.08 (-2.62, 2.44)	-0.68 (-3.57, 2.2)	-0.59 (-3.48, 2.3)	0.7 (-1.9, 3.26)	0.01 (-2.04, 2.1)	-0.67 (-2.92, 1.58)	0.51 (-1.53, 2.55)	-0.04 (-2.25, 2.15)	Percussionnaire

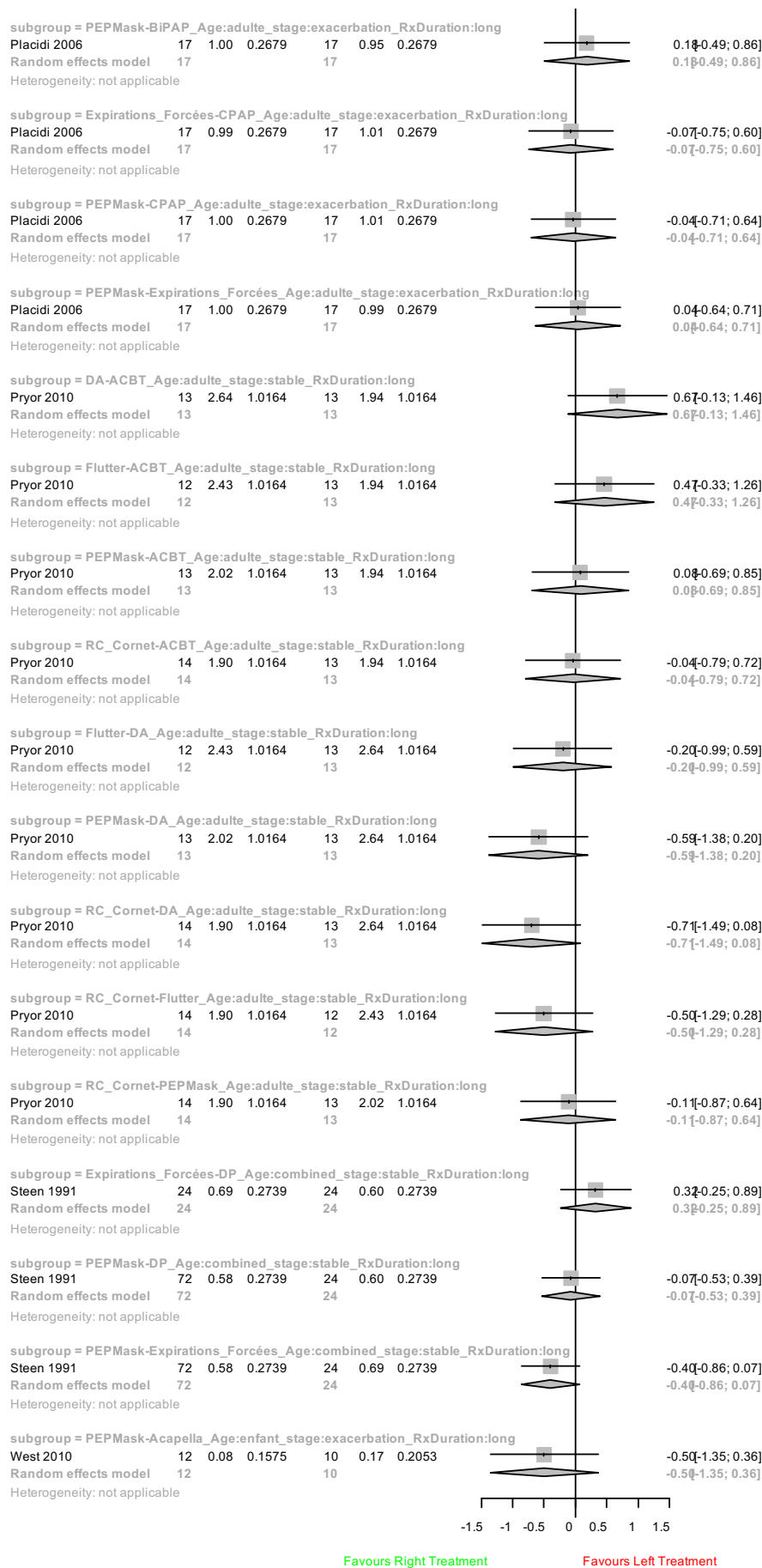
9.14 Annexe XIV : Comparaison par les paires pour le poids des sécrétions

Hétérogénéité entre 0% et 88%

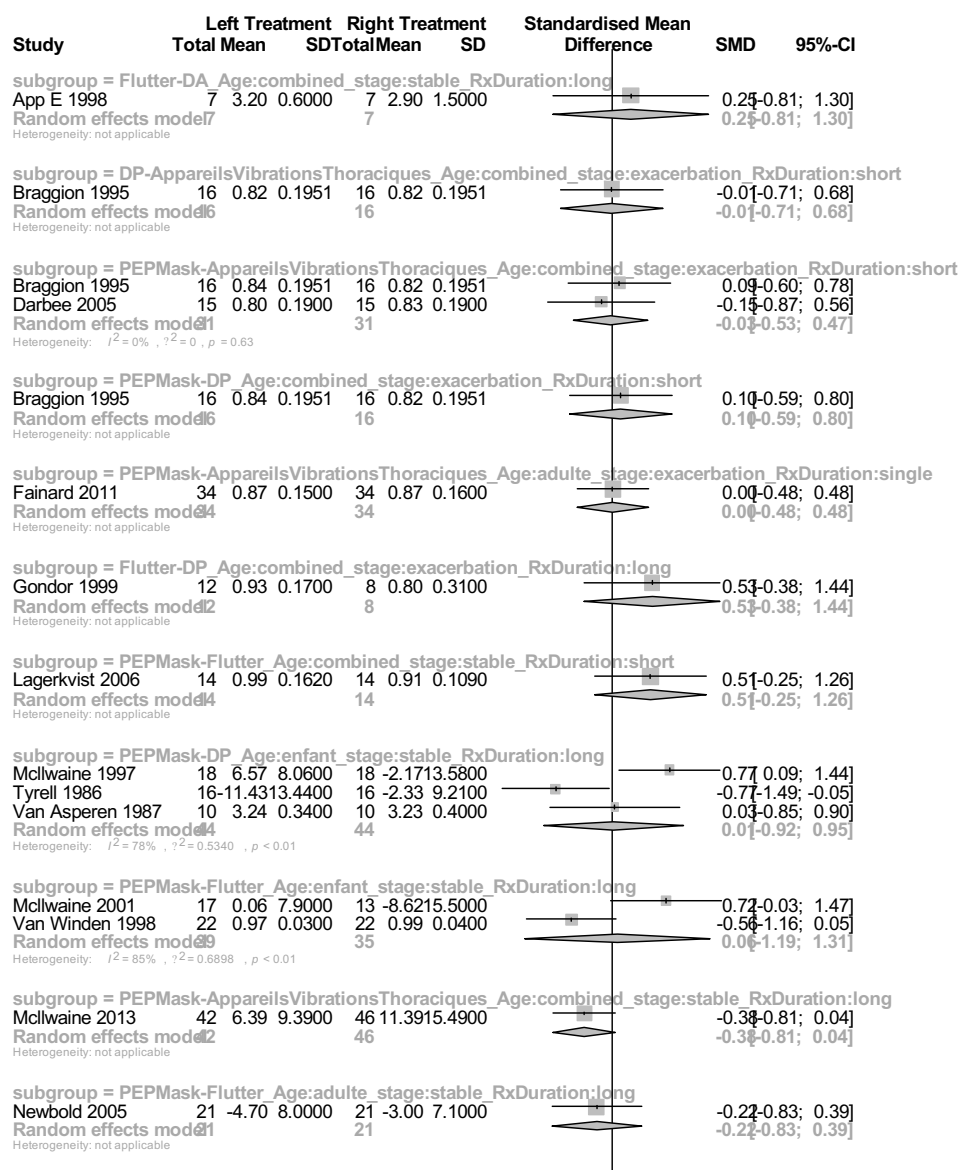


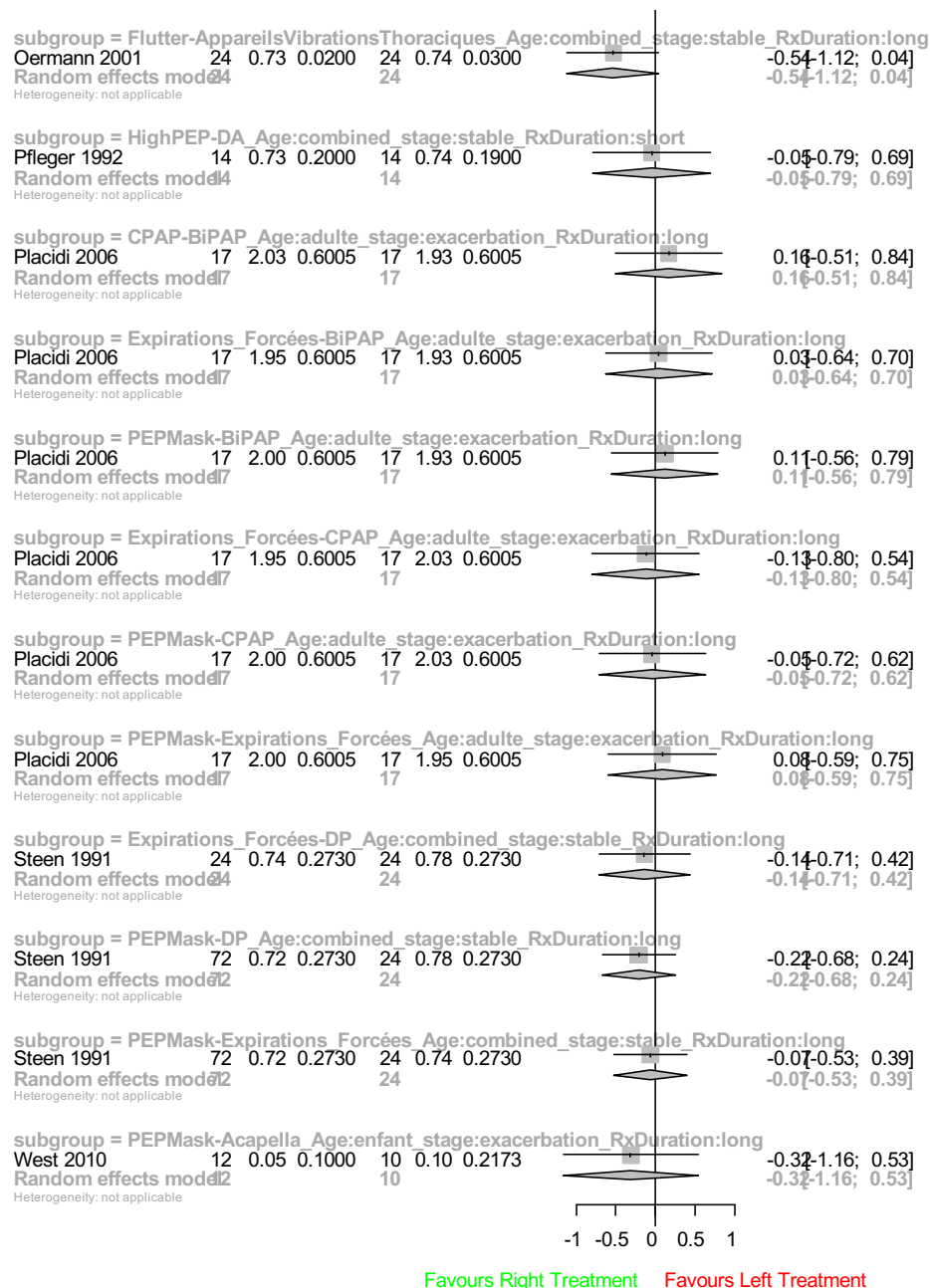
9.15 Annexe XV : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour le VEMS



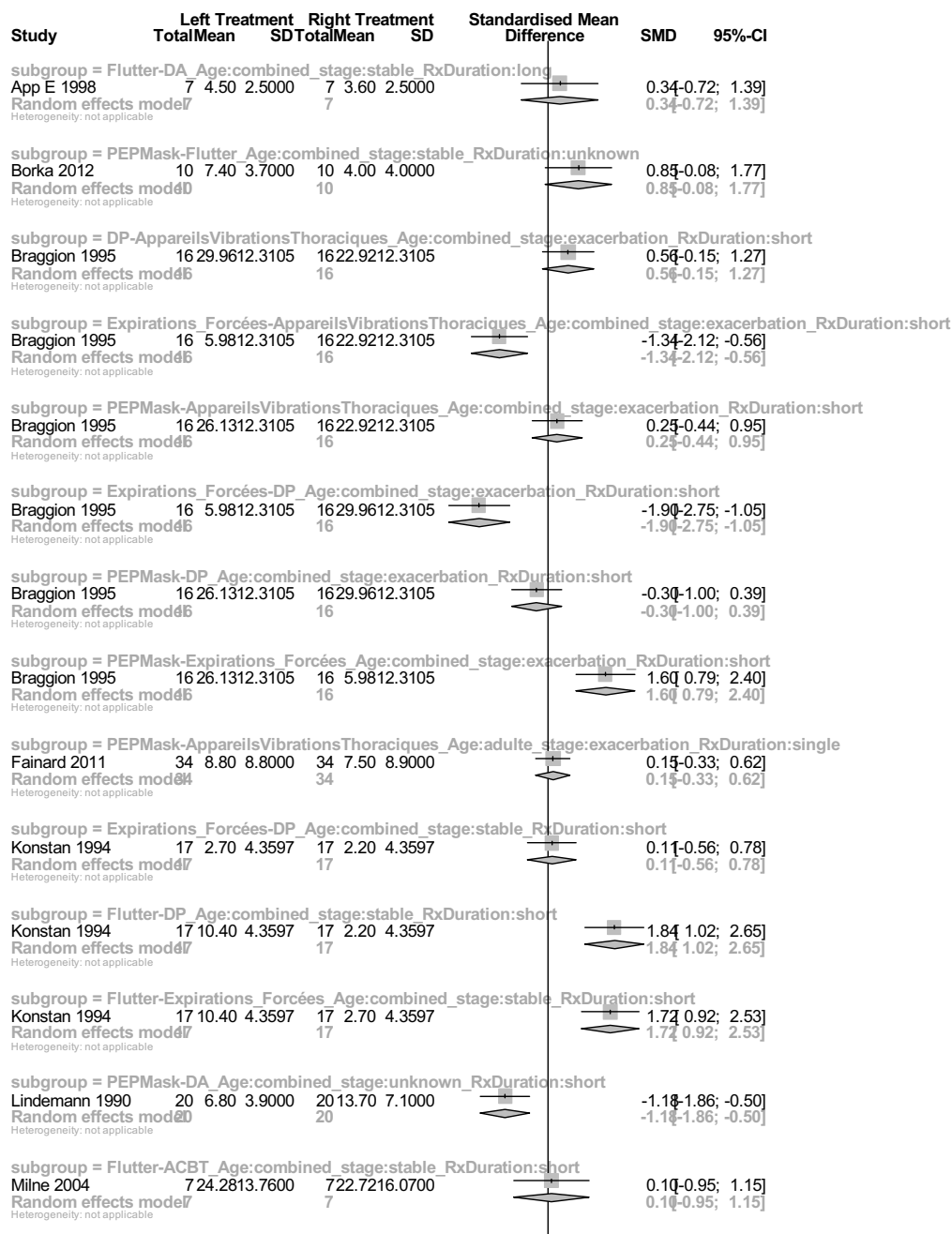


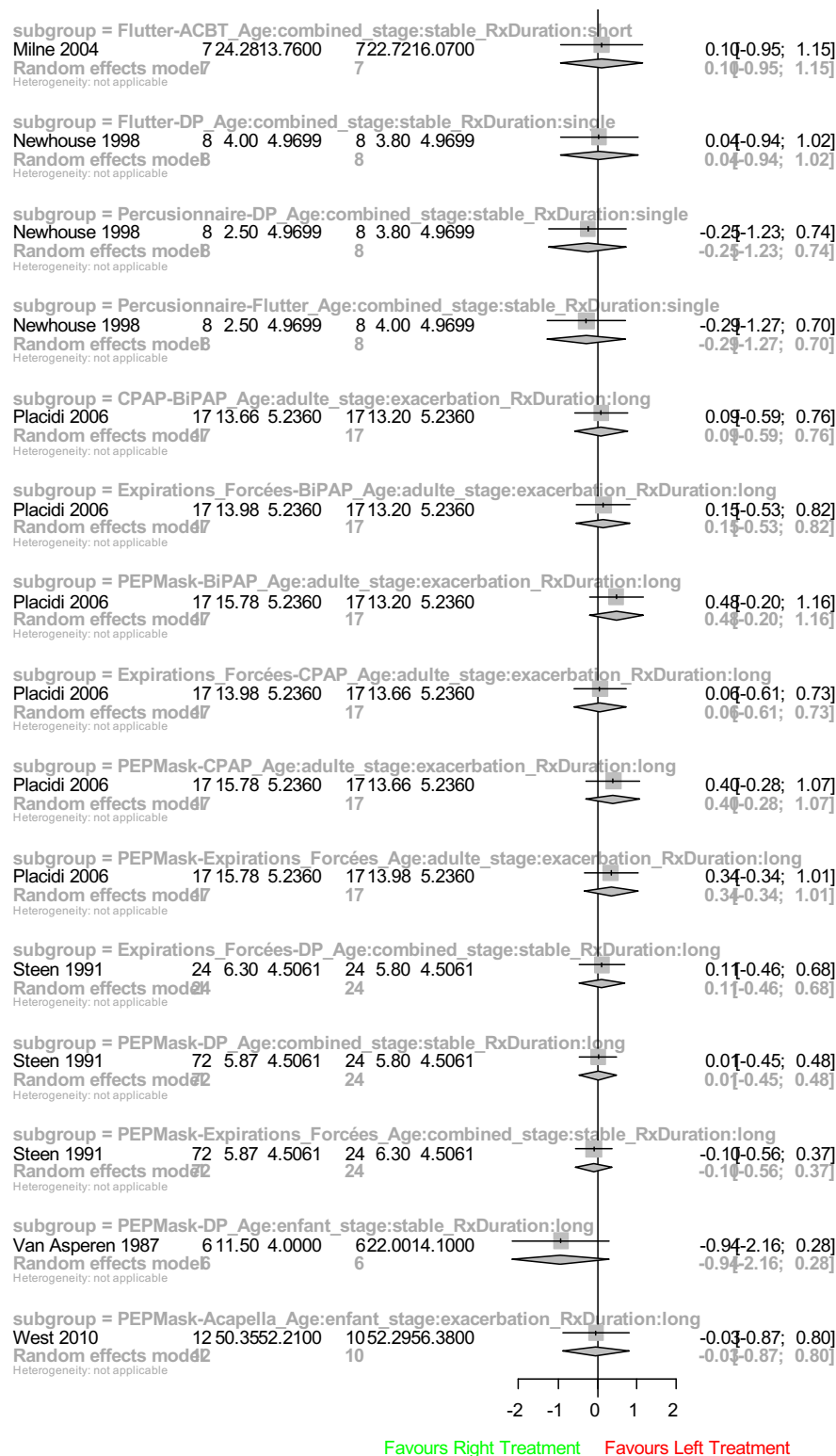
9.16 Annexe XVI : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour la CVF



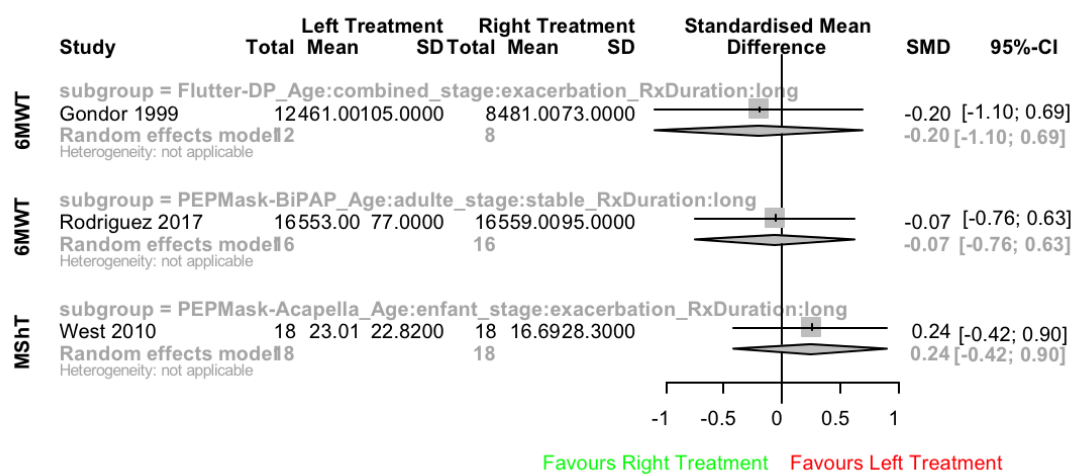


9.17 Annexe XVII : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour le poids des sécrétions





9.18 Annexe XVIII : Comparaison par les paires en sous-groupes d'analyse pour la tolérance à l'effort



9.19 Annexe XIX : Comparaison Mcllwaine et al (2015) et Bridel, Duc et Nef (2018)
Études analysées dans la revue de Mcllwaine et al (2015) :

PEP VS DPPV	PEP VS OPEP (= Flutter et RC-Cornet)	PEP VS HFCWO	PEP VS autres (ACBT, PEP)
8 études :	6 études	4 études	9 études
Braggion 1995 Constantini 2001 Darbee 1990 Falke 1984 Gaskin 1998 Mcllwaine 1997 Tyrell 1986 Van Asperan 1987	Lagerkvist 2006 (<i>PEP Mask VS Flutter</i>) Mcllwaine 2001 (<i>PEP Mask VS Flutter</i>) Newbold 2005 (<i>PEP Mask VS Flutter</i>) Pryor 2010 (<i>PEP Mask VS Flutter et RC Cornet</i>) Tannenbaum 2005 (<i>PEP Mask VS RC-Cornet</i>) Van Winden 1998 (<i>PEP Mask VS Flutter</i>)	Braggion 1995 Darbee 2005 Fainardi 2011 Mcllwaine 2013	Darbee 2004 (<i>PEP Mask VS PEP</i>) Falk 1993 (<i>PEP Mask VS ACBT</i>) Hofmeyr 1986 (<i>PEP Mask VS ACBT</i>) Lannefors 1992 (<i>PEP Mask VS PD et Exercice</i>) Mcllwaine 1991 (<i>PEP Mask VS AD et DPPV</i>) Mortensen 1991 (<i>PEP Mask VS ACBT</i>) Pfleger 1992 (<i>High PEP VS AD</i>) Steen 1991 (<i>PEP Mask VS ?</i>)

En vert : plus d'un article ont comparé les interventions

En rouge : un seul article a comparé les interventions

	DPPV	Flutter	RC-Cornet	HFCWO	ACBT	PD	AD	Exercice	PEP
PEP	8	4	2	4	3	1	1	1	1
High PEP							1		

Nombre d'études analysées dans le TBSc Bridel, Duc et Nef (2018) :

En vert : plus d'un article ont comparé les interventions

En rouge : un seul article a comparé les interventions

	Flutter	ACBT	Acapella	PEP Mask	DA	RC-Cornet	App vibration th.	BiPAP	PD	CPAP	Exp forcée	PD + PEP Mask	Exercice	High PEP	Percussionnaire
Flutter		3		7	3	1	2		7		1		1		1
ACBT	3			1	1	1									
Acapella				2					1						
PEP Mask	7	1	2	2	2	1	4	2	11	2	5		1	1	
DA	3	1		2		1								1	
RC-Cornet	1			1	1										
App vibration th.	2			4					3						
BiPAP				2						1	1				
PD	7		1	11			3				4		1		1
CPAP				2				1			1				
Exp forcée	1			5				1	4	1				1	
PD + PEP Mask															
Exercice	1			1					1						
High PEP				1	1						1				
Percussionnaire	1								1						