

La BPCO

La BPCO est un trouble ventilatoire obstructif dans lequel on retrouve une diminution des débits expiratoires. L'INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) définit la BPCO comme « une maladie chronique respiratoire caractérisée par un rétrécissement progressif et une obstruction permanente des voies aériennes et des poumons, entraînant une gêne respiratoire ». Chez les personnes atteintes, il existe une inflammation des voies aériennes, et notamment des bronches qui provoque l'épaississement de leurs parois, ainsi qu'une hypersécrétion réactionnelle de mucus. Le tissu pulmonaire est également inflammé, ce qui entraîne des perturbations dans le fonctionnement des cellules qui le constituent.

Quelques chiffres à propos de cette pathologie (INSERM) :

- 3,5 millions de personnes atteintes en France
- 5 à 10% des personnes de plus de 45 ans sont touchées par cette maladie
- 17 000 décès en 2017
- Touche autant d'hommes que de femmes

L'obstruction, caractéristique de la BPCO, est due à 2 principaux facteurs :

- À l'intérieur de la lumière bronchique : il y a un épaississement de la paroi bronchique, avec un œdème de la muqueuse provoquant une hypersécrétion de mucus.
- Dans la paroi de la voie aérienne : la paroi bronchique est épaissie, les muscles lisses autour de la bronche vont être contractés avec une hypertrophie musculaire, entraînant une diminution du calibre des bronches.

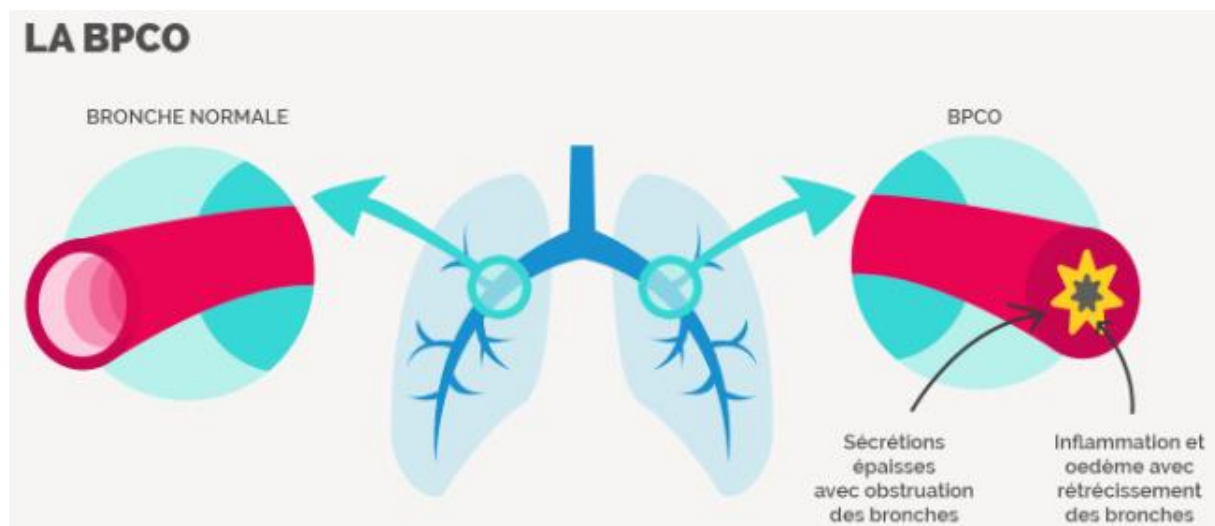


Figure 1 : bronche pathologique chez le patient BPCO (source : <https://www.bpc.org/anatomie-et-physiologie/>)

1.1.1. Facteurs de risque et comorbidités

Les facteurs de risques sont multiples, mais le principal déclencheur est le tabac.

Le tabagisme est le 1^{er} responsable de la BPCO : 80 % des malades sont des fumeurs actifs ou passifs (données de Santé publique France). En plus de pouvoir entraîner le développement de cette pathologie, il peut aussi être responsable du phénomène d'exacerbation : il est donc considéré comme un facteur aggravant. Le fumeur précoce (commençant avant 20 ans) est d'autant plus à risque. [1], [2]

Cependant, il existe d'autres facteurs de risques comme les polluants professionnels chez les sujets travaillant ou ayant travaillé dans des mines, le domaine du textile, l'agriculture, et plus généralement toutes professions exposées à de la poussière. [3]

Les polluants atmosphériques semblent aussi avoir un impact, que ce soit en tant que facteurs de risque qu'en tant que facteurs aggravants des symptômes. [4]

D'un point de vue génétique, le déficit en alpha 1 antitrypsine peut aussi jouer un rôle dans cette pathologie. C'est une protéine protégeant les poumons de certaines enzymes puissantes (appelées les protéases) pouvant à elles-seules détruire la paroi pulmonaire. En cas de déficit de cette hormone les protéases attaquent les alvéoles ce qui peut conduire à l'emphysème, pathologie faisant partie du tableau de la BPCO. [5]

Enfin, le sexe du patient ne semble avoir aucun impact sur le développement de cette maladie respiratoire. [6]

Les sujets BPCO présentent souvent des comorbidités, telles que le cancer, un déconditionnement musculaire et une atrophie dus à la limitation d'activité, une modification de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), des affections cardio-vasculaires, de l'hypertension, du diabète, de l'anxiété et dépression, l'ostéoporose. [7]

1.1.2. Anatomie et physiologie de l'appareil respiratoire

L'appareil respiratoire est composé de :

- Les voies aériennes supérieures extra-thoraciques : les fosses nasales, la bouche, le larynx.
- Les poumons, le droit ayant 3 lobes et le gauche 2 lobes.
- Les voies aériennes inférieures où on retrouve : une zone de conduction qui s'étend de la trachée jusqu'aux bronchioles respiratoires et une zone de transition partant des bronchioles respiratoires jusqu'aux canaux alvéolaires. Les alvéoles, quant à elles, sont une zone de diffusion et d'échange.

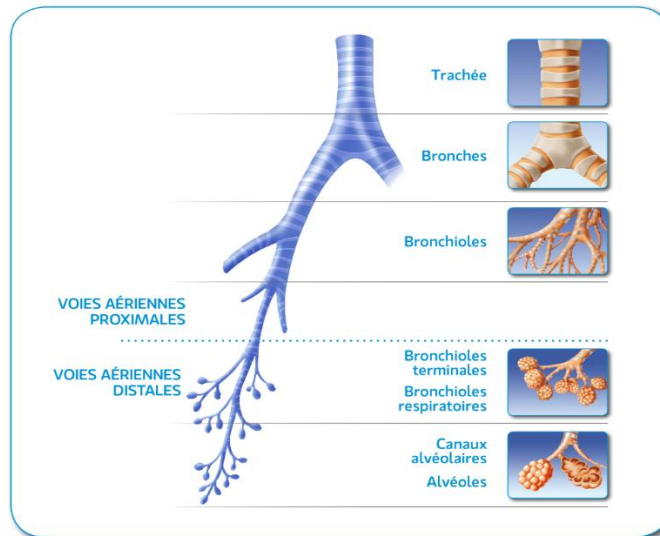


Figure 2 : Schéma des voies aériennes (source : <https://www.smallairways.fr/voies-aeriennes-distales/>).

Les bronches, première zone touchée dans la BPCO, possèdent une histologie particulière. De dedans en dehors, on trouve :

- La muqueuse frangée, avec un épithélium pseudo-stratifié constitué d'une couche superficielle où se trouve des cellules ciliées, des cellules caliciformes, des cellules dites de remplacement, une couche profonde constituée elle aussi de cellules de remplacement et un tissu conjonctif sous-jacent avec des fibres élastiques et des capillaires. Les cellules caliciformes produisent du mucus, qui sera évacué vers la glotte par les cellules ciliées.
- La musculuse avec le muscle de Reissessen
- La sous-muqueuse avec des glandes, le cartilage hyalin et du tissu conjonctif
- L'adventice, conjonctivo-élastique. [8]

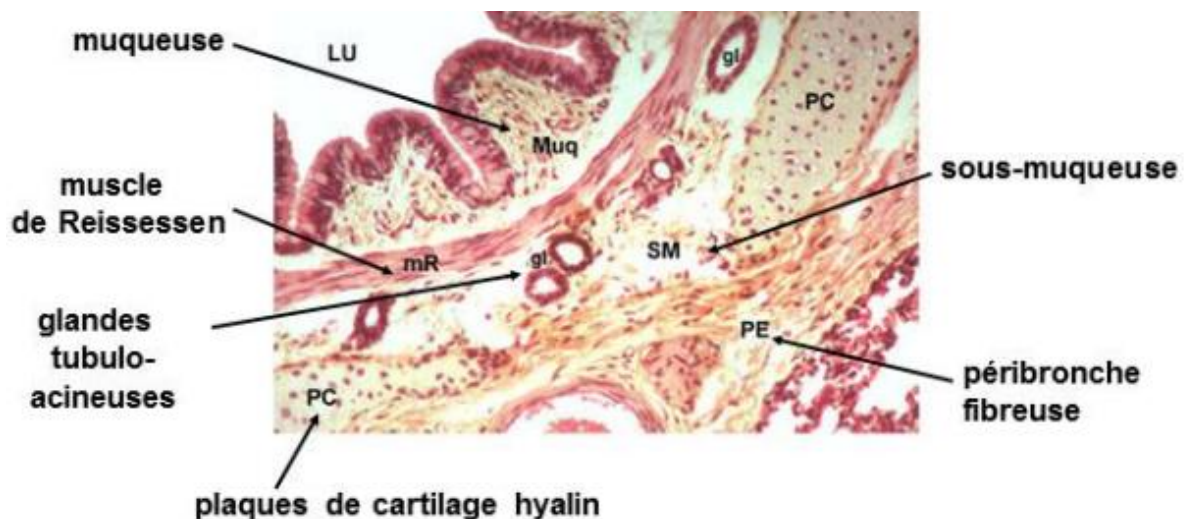


Figure 3 : coupe histologique des bronches (source : <https://slideplayer.com/slide/10579641/>)

1.1.3. Symptômes

On compte 3 symptômes majeurs chez les patients BPCO :

La dyspnée est souvent la 1^{ère} plainte du patient. C'est un essoufflement progressif et une difficulté à respirer, d'abord à l'effort puis au repos, dus à l'encombrement progressif des bronches dans lesquelles l'air aura de plus en plus de mal à passer.

On retrouve aussi la toux chronique, d'abord épisodique et progressive puis quotidienne. Lors de la toux un sifflement peut être entendu.

Enfin, il y a les expectorations : on retrouve une surproduction de mucus dans les bronches touchées, avec une grande difficulté pour l'évacuer en raison de l'atteinte des cellules ciliées. Les expectorations peuvent être séreuses, muqueuses, purulentes ou hémoptysiques. [9]

1.1.4. Phénotypes rencontrés [3]

Les patients atteints de BPCO peuvent être classés dans 2 catégories en fonction de leur phénotype :

<u>Pink Puffer</u>	<u>Blue Bloater</u>
Faible IMC	Haut IMC
Peu de pathologies vasculaires	Pathologies vasculaires associées
Peu de comorbidités métaboliques	Pathologies métaboliques plus fréquentes
Hyper-inflation	Pas d'hyper inflation
Dyspnée fréquente	Sujet aux exacerbations
Emphysémateux	Bronchite chronique avec toux et expectorations
Pas ou peu de cyanose	Cyanosé

1.1.5. Echelles de diagnostic et d'évaluation de la BPCO

1.1.5.1. Les Explorations Fonctionnelles Respiratoires (EFR) [10]

Les Explorations Fonctionnelles Respiratoires (EFR) et notamment la spirométrie sont les examens de référence pour poser le diagnostic de BPCO.

La spirométrie explore les volumes d'air mobilisables comme le VEMS, qui correspond au volume expiratoire maximum au cours de la 1^{ère} seconde lors d'une expiration forcée. Il a une valeur pronostic importante et est peu corrélé à la dyspnée.

Cet examen donne aussi la capacité pulmonaire totale (CPT) et la capacité vitale forcée (CVF). La CVF est le volume de gaz mesuré lors d'une expiration forcée après une inspiration forcée.

Le quotient du VEMS par la CVF, appelé aussi le coefficient de Tiffeneau, permet de confirmer qu'on se trouve face à un trouble ventilatoire obstructif (TVO). En effet, si le résultat est

inférieur à 70% de la valeur prédite pour un individu avec des caractéristiques similaires (âge, sexe, poids), on peut alors affirmer que le patient a un TVO.

C'est le VEMS défini après la prise de bronchodilatateurs qui nous indiquera si le patient est réellement atteint de BPCO. Si ce volume est inférieur à 80% de la valeur théorique, on peut poser le diagnostic.

Lorsque les 2 valeurs précédemment énoncées sont connues, il sera possible de déterminer le stade et le degré de sévérité de la maladie d'après la classification de GOLD (Global initiative for Lung Diseases) (Annexe 1).

En 2017, Gold a créé une nouvelle classification plus précise afin de répartir les patients BPCO, en prenant en compte en plus des valeurs spirométriques le nombre d'exacerbations par an et les symptômes grâce au score à l'échelle mMRC (Medical Research Council Modifiée) et au COPD Assessment Test (CAT), questionnaire rempli par le patient pour connaître la qualité de vie et l'impact de sa pathologie sur son quotidien (Annexe 2 et 3).

Les malades sont donc classés dans la catégorie A, B, C ou D en fonction de leur sévérité, avec des informations plus spécifiques. Cependant, la 1^{ère} classification reste la plus utilisée actuellement.

1.1.5.2. Evaluation de la dyspnée

La dyspnée peut être évaluée par différentes échelles (Sadoul ; Borg) mais la plus pertinente est la Medical Research Council Modifiée (mMRC) pour les patients BPCO. Le patient s'auto-évalue en déterminant pour quel type d'activité physique se sent-il essoufflé (voir au repos si le malade est à un stade avancé) (Annexe 4). [11]

1.1.5.3. Test de marche des 6 minutes (TDM6)

Le test de marche des 6 minutes est un test fréquemment réalisé pour évaluer la capacité fonctionnelle à un niveau sous-maximal. Il n'est pas spécifique à la BPCO mais peut être utilisé pour des maladies cardiovasculaires, l'hypertension pulmonaire ou la pathologie pulmonaire interstitielle. C'est un outil de suivi. Chez le patient BPCO, une baisse importante du périmètre de marche peut être prédictif de dégradation de l'état général. [12]

C'est un test reproductible puisqu'il suffit d'une ligne droite de 30 mètres avec un plot à chaque extrémité autour desquels le patient devra faire demi-tour.

Les consignes données par le thérapeute sont les suivantes [13] :

"Le but de ce test est de marcher le plus possible pendant 6 minutes. Vous marcherez aller et retour dans ce couloir. Marcher 6 minutes, c'est long, et donc vous devrez faire un effort. Vous allez probablement vous sentir hors d'haleine et fatigué. Vous pouvez donc ralentir, vous arrêter ou vous reposer si nécessaire. Vous pouvez vous appuyer contre le mur pendant le repos, mais reprendre la marche dès que possible. Vous parcourrez le couloir aller et retour en tournant autour des cônes. Vous devez contourner les cônes et continuer sans hésiter.

Maintenant, je vais vous montrer. Voilà comment je fais demi-tour sans hésiter. Pendant le test, vous ne pouvez pas parler, car cela influence vos performances. Je vous indiquerai le temps restant toutes les minutes. Je vous demanderai de vous arrêter après 6 minutes. Êtes-vous prêt ? Je vais compter les demi-tours que vous faites. Rappelez-vous que vous devez marcher aussi loin que possible pendant 6 minutes, mais sans courir. Allez-y maintenant ou dès que vous êtes prêt."

La dyspnée, la saturation et la fréquence cardiaque mesurées avec un oxymètre de pouls sont notées avant le début du TDM6.

On notera à la 2^{ème} et 4^{ème} minute du TDM6 la saturation et le pouls.

Les mêmes données qu'au début du test seront de nouveau reprises à la fin des 6 minutes.

On écrira au bout de combien de temps les valeurs redeviennent similaires à celles prises au début du test.

A chaque minute écoulée le thérapeute informe le patient du temps restant. S'il s'arrête, il faudra noter pendant quelle durée.

1.1.5.4. Le score BODE

Le score BODE est un facteur prédictif de mortalité. Le B représente l'IMC, O l'obstruction définie à partir du VEMS, D la dyspnée mesurée avec l'échelle mMRC et E la capacité à l'effort déterminée par la distance parcourue au test de marche des 6 minutes (Annexe 5).

1.1.6. Diagnostic différentiel

La seconde pathologie fréquemment rencontrée pouvant être confondue avec la BPCO et faisant partie de la catégorie des troubles ventilatoires obstructifs est l'asthme.

Pour ce qui est des signes cliniques, les asthmatiques ont souvent un terrain atopique avec une prédisposition génétique, des symptômes apparaissant avant 35 ans, des essoufflements nocturnes avec sifflements et une variabilité significative des symptômes au fil des jours. Ces caractéristiques ne sont normalement pas retrouvées chez les malades atteints de BPCO.

Ces 2 pathologies se différencient aussi grâce à la spirométrie : en effet, chez l'asthmatique, on a une réversibilité du VEMS qui augmente après la prise de bronchodilatateurs, ce qui n'est pas le cas dans la BPCO. [14]

1.1.7. Pathologies associées

1.1.7.1. Emphysème pulmonaire

L'emphysème est une pathologie couramment associée à la BPCO, notamment chez les malades de type Pink Puffer (minces et très dyspnéiques).

Il existe 2 types :

<u>Emphysème centro-lobulaire (ou centro-acinaire)</u>	<u>Emphysème pan-lobulaire (ou pan-acinaire)</u>
Le plus fréquent (90%), associé à la BPCO	Indépendant de la BPCO, dû au déficit en α -1-antitrypsine
Débute aux bronchioles respiratoires et canaux alvéolaires proximaux	Destruction de l'ensemble de l'acinus, bulles
Rapport ventilation sur perfusion diminué	Rapport ventilation sur perfusion normal
Lobes supérieurs touchés	Lobes inférieurs touchés
Associé au tabagisme	HTAP

3 mécanismes physiopathologiques sont impliqués dans l'emphysème [15] :

- Inflammation chronique générée par les monocytes, les macrophages, les lymphocytes et les neutrophiles, qui sont 10 fois plus présentes que dans un poumon sain. Ils vont s'attaquer aux cellules épithéliales et aux fibroblastes
- Déséquilibre entre protéases, plus nombreuses, et anti-protéases
- Action toxique du stress oxydatif.

Ces 3 phénomènes vont entraîner une destruction du parenchyme pulmonaire et une dilatation provoquant un élargissement des espaces aériens distaux. L'activité trop importante des protéases va créer un déséquilibre élastase/anti-élastase et diminuer la force de rétraction du poumon : les alvéoles vont alors se distendre.

1.1.7.2. Exacerbation de la BPCO

D'après la HAS, une exacerbation est définie comme « une majoration des symptômes respiratoires, débutant de façon aiguë, durant plus de 48 heures ou justifiant une modification thérapeutique. Elle aggrave la BPCO. »

L'exacerbation est une inflammation des voies aériennes qui va entraîner un œdème, un bronchospasme, une augmentation de la production de mucus qui va limiter les flux respiratoires et une hyperinflation dynamique, cause de dyspnée.

L'exacerbation est souvent provoquée par des infections virales surtout présentes en hiver (rhinite, grippe, adénovirus), des bactéries ou une augmentation de la pollution.

La fréquence et la sévérité des crises augmentent selon le stade plus ou moins avancé de la BPCO. [16]

1.1.8. Les recommandations de prise en charge actuelles

La GOLD a défini un programme précis pour le traitement et l'accompagnement du patient atteint de BPCO. Il permet de ralentir la progression de la maladie, réduire les symptômes,

améliorer la tolérance à l'effort, diminuer les épisodes d'exacerbations et de réduire la mortalité. [17] .

Le premier principe énoncé est le sevrage tabagique. Le tabac, facteur souvent déclencheur et aggravant de la maladie, doit être le plus rapidement possible arrêté, avec l'aide de professionnels de santé pour la mise en place d'un programme adapté afin d'éviter une rechute.

Les traitements pharmacologiques, avec la vaccination antigrippale, les bronchodilatateurs diminuant les symptômes, les anti-inflammatoires et notamment les corticostéroïdes inhalés réduisant la survenue d'exacerbation, font partis du traitement de fond. L'oxygénothérapie ainsi que la ventilation non invasive (VNI) peuvent être prescrites selon les besoins et le stade de sévérité de la maladie.

La BPCO est une maladie limitant rapidement l'autonomie et la tolérance à l'effort. De ce fait, les patients, rapidement dyspnéiques, ont tendance à vite limiter leurs activités quotidiennes et à devenir de plus en plus sédentaires. Les muscles deviennent peu à peu moins sollicités, notamment ceux des membres inférieurs dont principalement le quadriceps, provoquant une rapide amyotrophie et une difficulté à la marche : on rentre dans la spirale de déconditionnement qu'il faut à tout prix éviter.

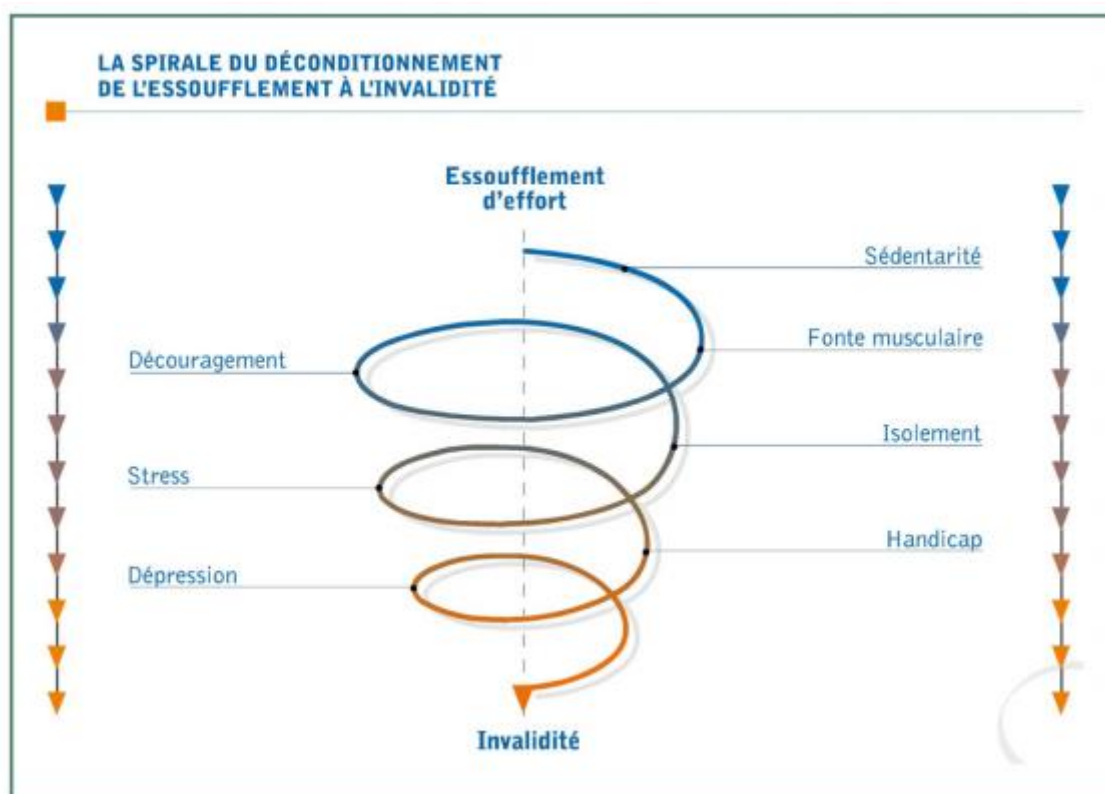


Figure 4 : spirale de déconditionnement [18]

C'est là qu'entre en jeu la réhabilitation respiratoire (RR) qui est elle aussi largement préconisée. Proposée à tous les patients symptomatiques à partir du stade II, quel que soit

leur état (stable, hospitalisé, ou après une exacerbation), elle a pour objectifs principaux de réduire la dyspnée, améliorer la tolérance à l'effort, la qualité de vie et l'autonomie.

On retrouve différentes composantes dans la RR [11] :

L'un des principaux éléments consiste au réentraînement à l'effort : un travail en endurance sur vélo ou tapis pour ralentir le déconditionnement ainsi qu'un renforcement des muscles périphériques des membres inférieurs, rapidement amyotrophiés, combiné au travail des membres supérieurs, en association avec des exercices de mobilisation thoracique. De la kinésithérapie respiratoire (KR) est aussi mise en place avec le renforcement des muscles inspiratoires et des techniques de drainage bronchique pour aider les patients à expectorer. Ce réentraînement est le plus souvent fait par le kiné.

La seconde partie très importante retrouvée dans la RR est l'éducation thérapeutique : connaissance de sa pathologie et l'intérêt de son/ses traitement(s), mise en place d'activités physiques quotidiennes adaptées, acquisition des techniques d'inhalation et de désencombrement bronchique, compréhension de l'intérêt et l'utilisation de l'oxygénothérapie et de la ventilation non invasive, reconnaître les symptômes en cas d'exacerbations et y faire face, de nombreux points sur lesquels le MK est capable d'intervenir.

De plus, on retrouvera un suivi nutritionnel et une prise en charge psychologique et social.

L'adhésion et l'implication des sujets est un facteur clé : il faut qu'ils comprennent et adhèrent au projet thérapeutique mis en place. Il est aussi important de s'adapter à la condition du patient et de rester progressif dans la rééducation.

Cependant, il arrive que malgré le programme établi, les progrès du patient soient limités à cause de son déconditionnement trop important et de la faiblesse de ses muscles périphériques, notamment le quadriceps, pour que la réhabilitation respiratoire soit efficace à elle seule. Il est donc nécessaire de trouver une technique supplémentaire pouvant maximiser les effets de la RR.

1.2. La neuro électrostimulation (NEMS)

1.2.1. Définition

L'électrophysiothérapie désigne l'ensemble des techniques physiques ayant un but thérapeutique et utilisant un courant électrique directement ou pour produire des ondes mécaniques et électromagnétiques.

L'électrophysiothérapie présente des propriétés excitomotrices, antalgiques, trophiques, scérolytiques et de lutte contre la stase.

La NEMS ou électrostimulation permet de produire une contraction musculaire en imposant une stimulation électrique par des électrodes appliquées sur la peau.

Lors d'une contraction, ce sont les fibres I, lentes et toniques avec un seuil d'excitabilité très bas, qui se contractent en premier. Ensuite, ce sont les fibres IIa intermédiaires tonico-

phasiques qui entrent en jeu. Les fibres IIb, grosses, rapides et phasiques, ne seront sollicitées que lors d'un effort intense étant donné leur seuil d'excitabilité élevé : c'est le principe de taille d'Hennemann. [19]

L'électrostimulation permet de recruter toutes les fibres musculaires de façon synchrone, ce qui n'est pas le cas des contractions volontaires : en effet, pendant un exercice, cela sera une contraction asynchrone principalement des fibres lentes. L'effort sera donc plus intense et plus complet avec l'utilisation de la NEMS. Il faudra cependant veiller à respecter des temps de repos. [20]

1.2.2 Les différents types de courant

Il existe 2 courants issus de l'industrie : le courant continu (dit « galvanique » en électrothérapie) et le courant alternatif.

Les courants peuvent être uni ou bidirectionnels : les unidirectionnels sont ceux qui restent au-dessus de la ligne 0 électrique alors que les courants bidirectionnels franchissent alternativement le 0 électrique.

La forme des impulsions peut aussi varier : rectangulaire, sinusoïdale, trapézoïdale ou triangulaire.

Un courant rectangulaire alternatif bidirectionnel est dit bi phasique : c'est celui qui est majoritairement utilisé dans l'électrostimulation. Ce type de courant la plupart du temps à moyenne nulle, c'est-à-dire que les impulsions passant au-dessus et au-dessous de la ligne 0 électrique ont la même intensité, permettant de diminuer le risque de brulures cutanées. [21]

Le courant rectangulaire est connu pour être l'un des plus efficaces. Choisir une durée brève et adaptée apporte un confort au patient et la moyenne nulle est un gage de sécurité.

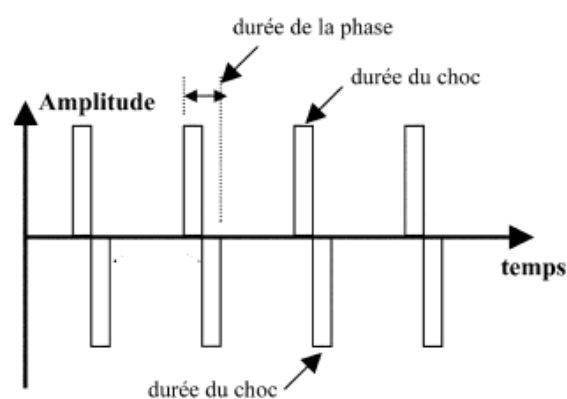


Figure 5 : courant bi phasique à moyenne nulle [21]

La fréquence doit être paramétrée : c'est une suite régulière d'impulsions par seconde et s'exprime en Hertz (Hz). En électrothérapie, on utilisera toujours des courants avec une fréquence inférieure à 125 Hz.

À la suite d'une stimulation, une fibre nerveuse connaît une période réfractaire absolue : pendant les 1 à 2 millisecondes (ms) qui suivent l'impulsion, n'importe quelle stimulation, quelque soit son intensité, est inefficace.

Après la période réfractaire absolue s'ensuit une période réfractaire relative : la stimulation ne sera efficace que si elle a une intensité supérieure à celle de base. C'est une période d'excitabilité diminuée qui dure 7 ms.

Il faudra donc attendre 8 à 9 ms avant qu'une impulsion avec une intensité égale à la 1^{ère} soit efficace et qu'il y ait un retour à la normale. En utilisant une fréquence supérieure à 125 Hz, on ne respecte pas cette période réfractaire et les stimulations n'auront donc aucun effet.

Le corps humain ne fonctionne qu'à basses fréquences, ne dépassant pas les 200 Hz.

1.2.3. Réglages

La rhéobase est l'intensité minimale pour obtenir la plus petite contraction musculaire.

La chronaxie est le temps nécessaire pour obtenir la même petite contraction avec une intensité double de la rhéobase : c'est elle qui va permettre de définir la durée de l'impulsion, généralement comprise entre 150 et 450 μ s.

Les stimulations de très basses fréquences, comprises entre 2 et 8 Hz avec une impulsion comprise entre 0.2 et 2 ms sont suffisantes pour permettent une libération d'endorphines et ainsi avoir un effet antalgique. Ce même type de fréquence a un rôle excito-moteur lorsque les impulsions sont comprises entre 0.1 et 0.6 ms. [20]

Les basses fréquences, de 20 à 80 Hz sont utiles pour un renforcement musculaire et la lutte contre l'amyotrophie.

1.2.4. Contre-indications

L'électrostimulation ne doit pas être faite dans la région cardiaque et la partie antérolatérale du cou.

Chez les personnes ayant une phlébite, des foyers tumoraux ou infectieux, des lésions cutanées ou présentant des pièces métalliques incluses (agrafes, ostéosynthèse, pacemaker), l'électrostimulation ne doit pas être faite. Elle est également contre-indiquée chez la femme enceinte.

1.3. Hypothèse théorique

La NEMS des membres inférieurs est utilisée dans de nombreux champs : chez le sportif, elle permettrait un gain de force supplémentaire lorsqu'elle est couplée à des exercices [19]. Elle est utilisée pour la levée de sidération du quadriceps dans le cas d'affections traumatiques ou orthopédiques [19]. En période d'immobilisation, elle diminue la perte de masse des membres

inférieurs [19]. Pour les enfants atteints de dystrophie musculaire, elle semblerait chez certains sujets augmenter la résistance à la fatigue et un gain de force musculaire [19]. Enfin, chez les patients présentant une insuffisance cardiaque, l'application d'électrostimulation a un impact positif sur la qualité de vie et une augmentation de la distance au TDM6. [22]

A la vue de toutes ces données prouvant l'efficacité de la NEMS autant chez le sujet sain que pour celui avec une pathologie transitoire ou chronique, il semble possible que cette technique ait un effet chez le patient BPCO, ce qui sera recherché dans cette revue de littérature.

1.4. Intérêt de cette revue systématique

La prise en charge du patient BPCO est très codifiée, avec des points clés bien précis qui doivent être respectés, comme énoncé dans la partie 1.1.8.

Bien que la réhabilitation respiratoire (RR) soit mise en place par une équipe pluridisciplinaire comprenant entre autres le pneumologue, le médecin généraliste, le médecin de médecine physique et réadaptation, cela reste le MK qui sera le principal intervenant dans le programme de RR.

On retrouve fréquemment des exercices de renforcement des membres inférieurs, un réentraînement à l'effort avec un travail d'endurance sur un vélo ou un tapis de marche, des exercices respiratoires, un réentraînement des membres supérieurs et de l'éducation thérapeutique, avec une adaptation en fonction du lieu et du matériel disponible.

Cependant, même si ces exercices ont prouvé leur efficacité et qu'il existe autant de possibilités que de MK, l'ajout d'un outil supplémentaire transportable partout, simple à mettre en place avec des paramètres adaptables à chaque patient et à utiliser lors d'un exercice de rééducation, ne peut être qu'un plus lors de la prise en charge.

Ce sujet naît aussi d'un questionnaire personnel à la suite d'une expérience vécue en stage dans un cabinet libéral : en effet, j'avais vu un MK se servir de la NEMS avec un patient atteint de BPCO lors d'exercices de renforcement du quadriceps. Pensant que l'électrostimulation n'était utilisée qu'en cas de sidération du quadriceps ou pour renforcer des muscles trop faibles pendant de longues périodes d'immobilisation, j'ai tenu à me renseigner sur la question, d'où le choix de sujet de mon mémoire.

1.5. Objectif(s) de la revue

L'objectif de cette revue est de savoir si l'électrostimulation peut être considérée comme un outil supplémentaire efficace dans la réhabilitation respiratoire chez les patients touchés par la BPCO. Pour cela des recherches d'études ont été faites sur plusieurs moteurs de recherche afin de rassembler celles étant les plus à mêmes de répondre à ce questionnaire. La

recherche a été réalisé selon le modèle PICO. La synthèse de plusieurs études validées et incluses dans cette revue aura pour but d'avancer une réponse la plus objective possible à cette question.

Modèle PICO :

Patients	Patients avec une BPCO diagnostiquée
Intervention	Application de NEMS couplée à un programme de réhabilitation classique
Comparateur	Réhabilitation respiratoire seule
Outcome	Distance parcourue au TDM6
Study Design	Essais cliniques randomisés

2. METHODE

2.1. Critères d'éligibilité des études

2.1.1. Schéma d'étude

L'objectif de cette revue étant de savoir si l'électrostimulation peut être considérée comme un outil supplémentaire efficace dans la réhabilitation respiratoire chez les patients BPCO, nous pouvons qualifier cette question comme de type thérapeutique car nous évaluons l'efficacité d'un traitement.

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

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

2.1.2. Population et participants

Dans cette étude n'ont été retenus que des patients avec une BPCO avérée et reconnue, avec un VEMS inférieur à 70 %, permettant de les classer dans chacun des stades correspondants d'après la classification GOLD.

Il était aussi important qu'aucuns des participants ne présentent des affections neurologiques ou orthopédiques qui auraient pu justifier les faiblesses musculaires. Ils ne devaient pas non plus avoir de pathologies cardiaques ou de pacemaker qui pourraient expliquer une diminution de la tolérance à l'effort.

L'Indice de Masse Corporel (IMC) était toujours inférieur à 35 kg/m² car il était important que les patients ne soient pas en obésité sévère puisque le poids a aussi une incidence sur la tolérance à l'effort et l'essoufflement.

Cependant, l'âge et le sexe n'ont aucune incidence dans le choix de la population des articles.

2.1.3. Intervention

L'intervention dans cette revue de littérature est l'application de NEMS en plus d'un programme de réhabilitation classique. L'électrostimulation était faite grâce à un courant biphasique appliqué en bilatéral, au minimum 20 minutes par jour et 3 fois par semaine avec une fréquence comprise entre 20 et 50 Hz, cette fréquence étant comprise dans la plage la plus adaptée pour le renforcement des muscles faibles.

2.1.4. Comparateur

Pour déterminer l'intérêt de l'association de la NEMS à la RR dans la prise en charge des patients atteints de BPCO, nous comparerons cette intervention à la prise en charge avec la réhabilitation respiratoire seule.

Dans toutes les études choisies, la RR comportait du renforcement des membres inférieurs avec parfois en plus celui des membres supérieurs et de la kinésithérapie respiratoire (KR).

2.1.5. Critère de jugement

Dans cette revue, le critère de jugement est l'évolution de la distance parcourue au test de marche des 6 minutes, reflet d'un changement de la tolérance à l'effort et à l'exercice pour les patients touchés par la BPCO.

2.2. Méthodologie des études

2.2.1. Sources documentaires investiguées

Le choix du sujet de cette revue de littérature a émergé suite à une réflexion personnelle quant à l'utilisation de la NEMS dans différents champs de la kinésithérapie. J'ai commencé une recherche globale sur la base de données Google Scholar, ne contenant que des articles académiques mais me permettant tout de même afin d'avoir une idée générale et une vision d'ensemble de la quantité d'études sur ce thème. Après en avoir parcourues quelques-unes, j'ai remarqué que l'utilisation de l'électrostimulation sur les sujets BPCO était abordée, mais peu développée. Cette pathologie me semblait intéressante dans le cadre de la NEMS donc j'ai décidé de faire une recherche plus précise sur d'autres moteurs de recherche à partir de cette idée.

J'ai donc débuté une recherche plus approfondie sur la base de données PubMed, une des sources les plus connues et contenant de nombreux articles disponibles sur le domaine de la kinésithérapie.

J'ai aussi utilisé Pedro, base de données ayant aussi des articles scientifiques avec notamment des essais cliniques randomisés, études correspondantes à ma question thérapeutique.

Régulièrement, en consultant les articles qui me semblaient pertinents, j'ai souvent été redirigée vers le site ScienceDirect. Je m'en suis donc servie afin de compléter ma recherche.

De plus, le moteur de recherche Cochrane, m'a aussi été utile. En tapant les mots clés choisis, j'ai trouvé une revue de littérature qui traitait la NEMS chez les patients BPCO, en utilisant plusieurs critères de jugement. Cela m'a permis de comprendre l'analyse d'articles afin d'avoir une revue de littérature la plus complète possible.

Pour finir, j'ai effectué une recherche sur Kinédoc. J'ai trouvé 7 articles concernant mon sujet mais qui ne prenaient pas en compte mon critère de jugement donc je ne les ai pas retenus.

2.2.2. Equation de recherche utilisée (mots-clés)

Il m'a fallu sélectionner les mots les plus adaptés pour obtenir les articles les plus pertinents répondant à ma problématique. J'ai donc choisi COPD (pour Chronic Obstructive Pulmonary Disease), électrostimulation/neuromuscular electrical stimulation et pulmonary rehabilitation, traductions respectives de BPCO, électrostimulation/neuro électrostimulation et réhabilitation respiratoire.

J'ai donc utilisé ces 3 termes comme mots clés pour effectuer ma recherche.

J'ai tout d'abord commencé à faire une recherche avancée sur PubMed en utilisant d'abord comme équation de recherche : (((neuromuscular electrical stimulation) OR (electrostimulation)) AND (copd)) OR (chronic obstructive pulmonary disease)) AND (pulmonary rehabilitation). J'ai obtenu 1,018 résultats ce qui m'a obligé à affiner ma recherche.

J'ai donc modifié mon équation en utilisant : ((neuromuscular electrical stimulation) OR (electrostimulation)) AND (COPD)) All Fields avec à la fin 86 résultats. J'ai fait le choix d'enlever le mot clé « pulmonary rehabilitation » car j'arrivais à un nombre trop élevé de résultats.

J'ai utilisé la même équation de recherche sur Pedro où j'ai obtenu 7 résultats, ainsi que sur Cochrane avec 81 études trouvées. J'ai effectué une recherche sur Kinédoc qui ne m'a donné aucuns résultats pouvant m'être utiles.

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

2.3.1. Méthode de sélection des études

L'équation de recherche que j'ai utilisée est le résultat de plusieurs tentatives afin de trouver des articles qui en premier lieu comportait dans le titre la population ou la pathologie que j'ai choisi ainsi que mon intervention, l'utilisation de NEMS combinée à la réhabilitation respiratoire. Cette recherche a été faite dans les moteurs de recherche Pubmed, Pedro et Cochrane.

J'ai ensuite supprimé les doublons après un tri des études trouvées dans les bases de données.

Par la suite, j'ai recherché dans l'Abstract si mon critère de jugement, l'évolution de la distance au TDM6, était évalué. Dans presque tous les articles que j'ai sélectionné pour faire ma revue de littérature le TDM6 n'était pas le seul critère évalué mais cela n'avait pas d'incidence sur mon analyse.

Je me suis ensuite focalisée sur les critères nécessaires pour que ma revue de littérature réponde à la problématique soulevée. J'ai donc défini les critères d'inclusion suivants :

- La population sélectionnée était des patients atteints de BPCO d'après les critères définis par la GOLD
- L'application de l'électrostimulation devait être un courant adapté au renforcement des muscles faibles
- L'électrostimulation était réalisée sur le quadriceps
- Le programme de réhabilitation respiratoire devait contenir des exercices de renforcement des membres inférieurs
- Un TDM6 devait être réalisé au début et à la fin de l'étude
- Les études devaient obligatoirement être des essais cliniques randomisés avec une validité supérieure à 4/10 au score Pedro

Afin d'affiner la pertinence des études sélectionnées, j'ai aussi défini des critères d'exclusion :

- Les polypathologies telles que les affections neurologiques, orthopédiques ou cardiaques
- Les patients ayant un IMC supérieur à 35
- Les études ayant plus de 15 ans (avec une date antérieure à 2005)
- Les durées d'application du protocole avec la NEMS inférieur à 4 semaines.

En me basant sur ces critères, j'ai retenu 5 études.

<u>Critères d'inclusion</u>	<u>Critères d'exclusion</u>
- Patients BPCO reconnus d'après la classification GOLD, quelque soit leur stade - NEMS avec un courant adapté au renforcement des muscles faibles - Electrostimulation réalisée uniquement sur le quadriceps	- Patients BPCO polypathologiques et/ou avec un IMC < 35 kg/m² - Patients hospitalisés pendant la totalité de l'étude - Protocole avec l'application de la NEMS < 4 semaines

- Réhabilitation respiratoire avec du renforcement des membres inférieurs - Réalisation d'un TDM6 avant/après - Essais cliniques randomisés	- Application de l'électrostimulation sans un programme de réhabilitation respiratoire associé - Score Pedro < 4/10 - Etude de cohorte, série de cas, cas/témoins
---	--

***Tableau 1** : résumé des critères d'éligibilité des articles retenus*

2.3.2. Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

N'ayant sélectionné que des essais cliniques randomisés dans cette revue de littérature, la grille d'évaluation la plus adaptée pour connaître la validité interne et externe est l'échelle Pedro (Annexe 6). Elle est composée de 11 critères.

Le critère 1 est relatif à la validité externe de l'étude mais ne rentre pas en compte lors du calcul final : le score total sera donc sur 10.

Les critères 2 à 9 permettent de savoir si l'essai présente une bonne validité interne et les critères 10 et 11 servent à savoir si les informations statistiques sont suffisantes pour rendre les résultats interprétables.

Les critères 2, 3 et 4 permettent de définir les biais de sélection, en fonction des caractéristiques qui doivent être similaires, la répartition et de l'assignation des participants qui doit être secrète.

Les biais d'évaluation sont mesurés avec les critères 5, 6 et 7, en s'intéressant sur les différents acteurs de l'étude sont en aveugle, c'est-à-dire ne connaissant pas dans quel groupe les participants étaient répartis.

Les critères 8 et 9 analysent les biais d'attrition avec la mesure d'un des critères de jugement qui doit être faite chez au minimum 85 % des sujets et ce même s'ils n'ont pas reçu l'intégralité du traitement.

Enfin, les 2 derniers critères s'intéressent aux résultats, avec une comparaison intergroupe, une estimation de l'effet et de la variabilité.

Un point est attribué par critère seulement si celui-ci est explicitement rédigé et clairement respecté. Une note élevée est synonyme de bonne validité de l'étude.

2.3.3. Extraction des données

Après avoir appliqué la méthode de sélection et noté la qualité méthodologique des études grâce au score Pedro, j'ai extrait de mes 5 articles choisis les données suivantes :

- Le nom des auteurs
- La date de publication des études

- La population
- La durée de l'étude
- La durée des séances et la fréquence hebdomadaire d'application de l'électrostimulation
- Les caractéristiques du courant utilisé
- Le type, la durée et la fréquence hebdomadaire des séances du programme de réhabilitation respiratoire
- Les critères de jugement définis
- L'évolution du périmètre de marche au TDM6.

2.3.4. Méthode de synthèse des résultats

Pour chaque étude, les résultats obtenus seront analysés et regroupés dans des tableaux mettant en parallèle l'évolution du TDM6 entre les patients ayant reçu le programme de neuro-électrostimulation et ceux n'en n'ayant pas reçu. Une comparaison entre les 2 groupes sera réalisée et la mesure d'une éventuelle progression sera quantifiée.

2.3.5. Conflit d'intérêt

Cette revue de littérature se veut la plus neutre possible. Elle n'a qu'un but informatif et n'a pour objectif que celui d'évaluer l'impact d'une technique peu utilisée dans les programmes de réhabilitation respiratoire. Etant la seule auteure de cette revue et n'ayant reçu aucun soutien financier de la part d'autrui, il n'y a aucun conflit d'intérêt à déclarer.

3. RESULTATS

3.1. Description des études

3.1.1. Diagramme de flux

A l'aide de mon équation de recherche, j'ai obtenu au total un nombre de 175 résultats sur les différentes bases de données scientifiques avec :

- Pubmed : 86
- Pedro : 7
- Cochrane : 81
- Autres sources : 1

L'article classé dans la partie « autres sources » correspond à un essai clinique trouvé dans les références d'un autre article. J'ai décidé de le sélectionner car il me semblait intéressant et remplissait mes critères d'inclusion.

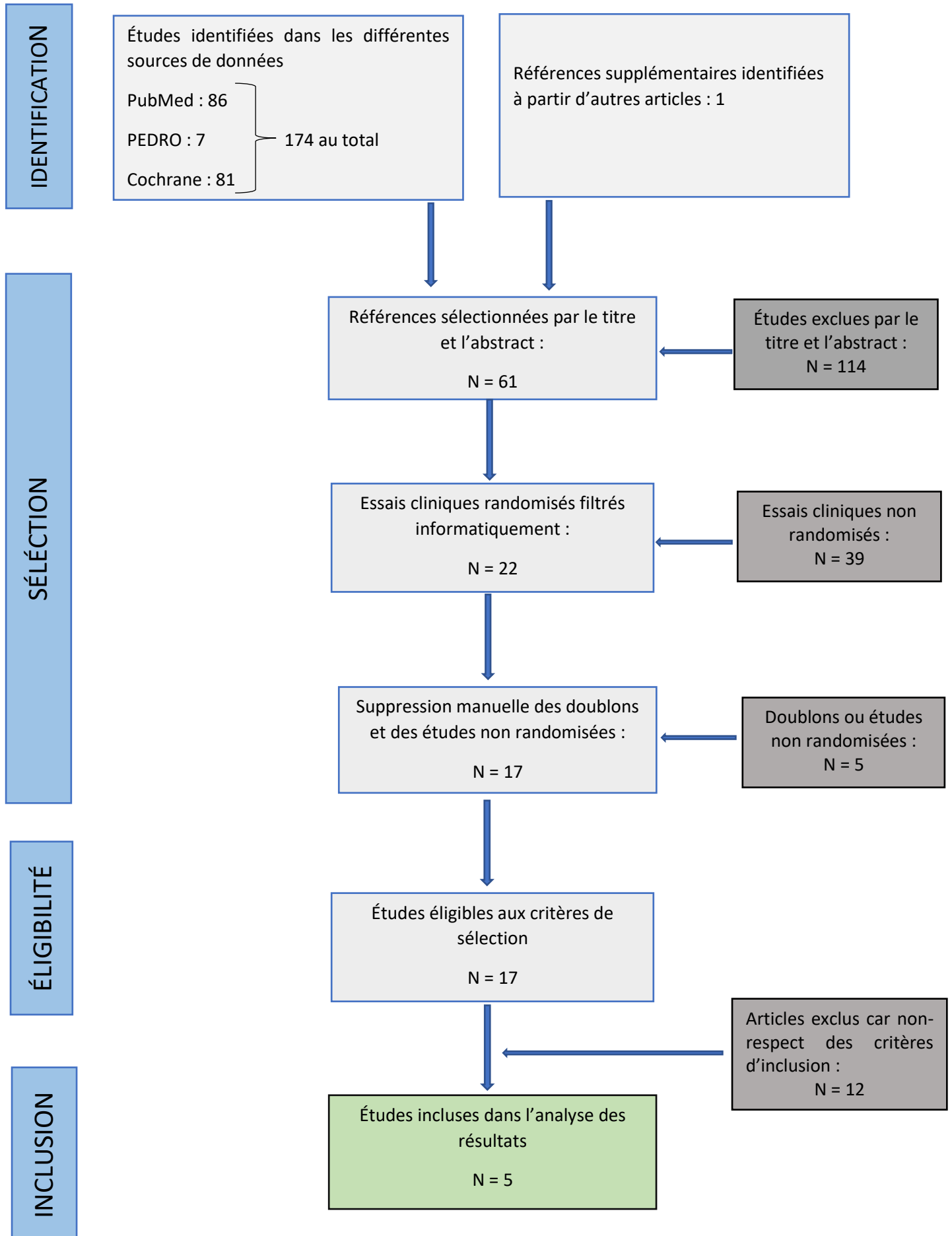
Tout d'abord, j'ai réalisé un premier tri à partir duquel mes mots clés devaient être retrouvés dans le titre et/ou l'abstract. J'ai ainsi obtenu 61 articles.

Dans ces 61 articles, j'ai utilisé le filtre disponible sur les sites ne sélectionnant que les essais cliniques randomisés, me permettant notamment d'exclure les revues de littérature. Ainsi, j'ai pu réduire le nombre d'études potentiellement pertinentes à 22 articles.

L'étape suivante fut de supprimer les doublons et de vérifier manuellement si tous les essais cliniques randomisés avaient été exclus. J'ai obtenu 17 articles éligibles.

Enfin, j'ai exclu les articles qui ne respectaient pas mes critères d'inclusion.

J'ai donc retenu 5 études pour cette revue de littérature. Un diagramme de flux a été réalisé afin de résumer les différentes étapes qui m'ont permis de sélectionner les articles étudiés.



3.1.2. Caractéristiques des études exclues

Les études exclues à cause du non-respect des critères d'inclusion que j'ai défini sont au nombre de 12 pour les raisons suivantes :

<u>Etudes</u>	<u>Raisons de l'exclusion</u>
<i>Neder et al. 2002 [23]</i>	Pas de programme de réhabilitation respiratoire associé à la NEMS
<i>Dal Corso et al. 2007 [24]</i>	Pas de programme de réhabilitation respiratoire associé à la NEMS
<i>Napolis et al. 2011 [25]</i>	Pas de programme de réhabilitation respiratoire associé à la NEMS
<i>Sillen et al. 2011 [26]</i>	Pas de programme de réhabilitation respiratoire associé à la NEMS
<i>Sillen et al. 2014 [27]</i>	Pas de programme de réhabilitation respiratoire associé à la NEMS
<i>Maddocks et al. 2016 [28]</i>	Pas de programme de réhabilitation respiratoire associé à la NEMS
<i>Péran et al. 2018 [29]</i>	Les 2 groupes reçoivent de la NEMS
<i>Giavedon et al. 2012 [30]</i>	Patients hospitalisés pendant toute l'étude
<i>Kurtoglu et al. 2015 [31]</i>	Patients hospitalisés pendant toute l'étude
<i>Valenza et al. 2018 [32]</i>	Le groupe contrôle ne reçoit pas de PR
<i>Sillen et al. 2014 [33]</i>	Le groupe contrôle fait des exercices de renforcement supplémentaires en plus de la PR
<i>Vivodtzev et al. 2012 [34]</i>	Le TDM6 ne fait pas parti des critères de jugement

Tableau 2 : Etudes exclues

3.1.3. Etudes incluses

Toutes les études incluses sont des essais cliniques randomisés s'intéressant à l'incidence de l'électrostimulation couplée à un programme de réhabilitation sur le périmètre de marche évalué avec le test de marche des 6 minutes. Pour chacun des articles, je détaillerai la population, l'intervention, le comparateur ainsi que les critères de jugement, en les classant par ordre de parution.

Etude 1 : « *Skeletal muscle effects of electrostimulation after COPD exacerbation : A pilot study* » d'Abdellaoui et al. 2011 [35]

Population : Sur 47 patients pouvant être potentiellement éligibles, seulement 15 sujets ont été retenus. 19 personnes ne respectaient pas les critères d'inclusion choisis par les auteurs et 11 autres ont refusé de participer à l'étude. 2 autres patients ont été exclus pendant l'étude,

l'un pour une nouvelle crise d'exacerbation et l'autre pour un refus décidé par la famille ultérieurement.

Critères d'inclusion : Etaient inclus les patients BPCO de moins de 70 ans ayant fait une crise d'exacerbation nécessitant une hospitalisation avec un IMC inférieur à 30 kg/m², sans pacemaker et sans aucune affection orthopédique ou neurologique pouvant limiter l'activité physique.

Critères d'exclusion : La présence d'une ischémie cardiaque instable (N = 2), un IMC supérieur à 30kg/m² (N = 5), les sujets atteints d'un cancer du poumon (N = 4) ou une affection orthopédique associée (N = 3), ceux ayant une chirurgie programmée pendant l'étude (N = 5) et ceux participant à un autre protocole dans le même temps (N = 1) ne pouvaient être inclus dans le protocole.

Intervention : L'application de l'électrostimulation sur le groupe expérimental composé de 9 sujets a eu lieu sur le quadriceps et les ischios jambiers avec un courant bi phasique symétrique de fréquence 35 Hz et avec une durée d'impulsion de 400 µs pendant 1 heure par jour, 5 fois par semaine durant 6 semaines. L'intensité était réglée de sorte à atteindre le seuil maximal de tolérance supportable par le patient.

Compareur : Le groupe contrôle, composé de 6 patients, a reçu un programme de « sham electrostimulation », c'est-à-dire une NEMS n'entraînant aucune contraction visible ou palpable.

Chacun des 2 groupes a reçu le même programme de réhabilitation (PR) comprenant une éducation thérapeutique hebdomadaire et des mobilisations actives et passives quotidiennes, sans précision de durée.

Critères de jugement : La contraction musculaire volontaire maximale, la distance parcourue au TDM6, la dyspnée évaluée par l'échelle MRC, le stress oxydatif des muscles ainsi que la composition et le type de fibres musculaire (I, IIa ou IIb) ont été analysés dans cette étude.

Etude 2 : « *Neuromuscular electrical stimulation improves clinical and physiological function in COPD patients* » de Vieira et al. 2014 [36]

Population : 30 sujets avec une BPCO stable étaient potentiellement éligibles. Parmi eux, 4 ne respectaient pas tous les critères d'inclusion et 2 autres ont refusé de participer. 24 patients ont commencé l'étude, cependant, 4 patients ont eu une crise d'exacerbation pendant l'étude. Ce sont donc les résultats de 20 hommes qui ont été analysés à l'issue de l'étude.

Critères d'inclusion : Les personnes ne pouvaient pas faire parties d'un autre PR avant l'étude, avoir un VEMS inférieur à 50 % de la valeur théorique, une dyspnée évaluée avec l'échelle de Borg et/ou une fatigue musculaire au niveau des membres supérieurs ressentie dans les activités quotidiennes.

Critères d'exclusion : Les sujets ne devaient pas avoir de maladies cardiaques, musculosquelettiques ou neurologiques pouvant avoir un impact sur leurs performances ou

avoir subi une opération pulmonaire. Ils ne devaient non plus pas avoir eu de crise d'exacerbation nécessitant un changement de traitement médicamenteux durant les 2 derniers mois. Les patients prenant des corticostéroïdes, ayant eu un changement du dosage des traitements ou une exacerbation des symptômes dans les 12 semaines précédant l'étude ainsi que ceux possédant des implants électroniques ou étant malades d'une bronchite étaient exclus.

Intervention : Le groupe expérimental, avec 11 sujets, recevait de l'électrostimulation sur les 2 quadriceps avec un courant bi phasique symétrique rectangulaire de fréquence 50 Hz avec une durée d'impulsion comprise en 300 et 400 μ s. L'intensité était augmentée jusqu'à que la contraction musculaire soit visible ou jusqu'à ce que la tolérance maximale du patient soit atteinte. 2 séances de NEMS d'1 heure chacune par jour étaient réalisées, 5 fois par semaine pendant 8 semaines.

Compareur : le groupe contrôle, composé de 9 patients, ne recevait aucune NEMS.

Les 2 groupes suivaient le même PR : de la kinésithérapie respiratoire (KR) avec l'apprentissage des techniques de désencombrement ainsi que des étirements des membres inférieurs, supérieurs et du dos pendant 30 minutes. Aucune information sur la fréquence hebdomadaire n'était mentionnée.

Critères de jugement : L'impact sur la fonction pulmonaire à travers le VEMS et la force des muscles respiratoires, la masse musculaire corporelle et la circonférence de la cuisse, la distance au TDM6, la durée de tolérance à l'effort, les taux de TNF- α et de β -endorphines ainsi que la qualité de vie ont été mesurés.

Etude 3 : « *Home-based Neuromuscular Electrical Stimulation as an Add-on to Pulmonary Rehabilitation Does Not Provide Further Benefits in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Multicenter Randomized Trial* » de Bonnevie et al. 2018 [37]

Population : 74 patients étaient initialement éligibles, mais l'un d'eux a été exclu à la suite d'une crise d'exacerbation. Ce sont donc 73 patients qui ont débuté l'étude. 22 sujets ont dû abandonner pour des raisons diverses et ce sont les données de 51 patients qui ont finalement été recueillies.

Critères d'inclusion : les personnes devaient être majeures, avec un VEMS inférieur à 60 % et une capacité pulmonaire totale (CPT) supérieure à 80 % de la valeur théorique et un score égal ou supérieur à 1 sur l'échelle mMRC. Elles devaient aussi être motivées pour participer à un PR et avoir un traitement médical adapté à leur pathologie.

Critères d'exclusion : Ne pouvaient participer les sujets ayant un IMC inférieur à 18 kg/m² ou supérieur à 35 kg/m², les femmes enceintes, les patients avec une neuropathie ou une contre-indication cardiaque à l'épreuve d'effort, un cancer, la présence d'un pacemaker ou un défibrillateur cardiaque implanté et ceux n'ayant pas donné leur consentement.

Intervention : le groupe expérimental, composé de 36 patients au début de l'étude et de 27 sujets à la fin, ont reçu de l'électrostimulation sur les 2 quadriceps, en centre ou à domicile

pendant 30 minutes, 5 fois par semaine pendant 8 semaines. Le courant bi phasique et symétrique appliqué avait une fréquence de 35 Hz pour les temps de contraction et de 4 Hz pendant les phases de « repos actif », le tout avec comme durée d'impulsion 400µs. L'intensité était réglée en fonction du seuil de tolérance du sujet.

Comparateur : le groupe contrôle, constitué de 37 patients au début et de 24 patients à la fin, n'a reçu aucune NEMS.

Les 2 groupes ont reçu le même PR, 3 à 5 fois par semaine, pendant 8 semaines : tout d'abord, un travail d'endurance sur cyclo-ergomètre avec 5 minutes d'échauffement puis 20 à 35 minutes avec une intensité définie après l'épreuve d'effort et pouvant être modifiée en fonction de la fatigue musculaire et de la dyspnée. Pour terminer, il y avait 5 minutes de récupération.

De plus, les patients faisaient 3 séries de 12 répétitions de renforcement des membres inférieurs à 70 % de leur résistance maximale ou avec des élastiques. Des étirements des membres supérieurs étaient aussi réalisés ainsi que de la KR. De l'éducation thérapeutique, ainsi qu'un suivi nutritionnel et psychologique étaient proposés aux patients.

Pour les patients participants à l'étude depuis leur domicile, un cyclo-ergomètre était mis à leur disposition et toutes les 2 semaines un kinésithérapeute les contactait afin de les suivre et d'adapter leur programme si nécessaire.

Critères de jugement : le principal critère de jugement de cette étude fut la mesure de l'évolution du périmètre de marche au TDM6. La consommation maximale en oxygène (VO₂ max), la charge maximale supportable pendant l'épreuve d'effort, l'évolution des scores BODE, de l'échelle mMRC et du questionnaire de qualité de vie étaient analysés.

Etude 4 : « *Effect of adding neuromuscular electrical stimulation training to pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: randomized clinical trial* » de Mekki et al. 2019 [38]

Population : Initialement, 80 patients étaient éligibles à l'étude. 20 personnes ont été exclues, soit car ils ne respectaient pas les critères d'inclusion (N = 15) soit car ils ont refusé de participer (N = 5). Ce sont donc 60 sujets qui ont débuté le protocole. Aucune femme n'a été incluse car, d'après l'auteur, elles fument très peu et ont donc très peu de chances de développer cette maladie contrairement aux hommes.

Critères d'inclusion : les patients devaient être atteints de BPCO selon la classification GOLD et avec un VEMS inférieur à 70 % sans autres pathologies obstructives associées (asthme ou bronchiectasie), aucune faiblesse musculosquelettique ou pathologie neurologique pouvant avoir un impact sur la capacité à réaliser un effort, pas de maladie cardiaque symptomatique ni d'opération pulmonaire antérieure.

Critères d'exclusion : Les fumeurs actifs et les sujets ayant une augmentation de plus de 12 % de leur VEMS après la prise de bronchodilatateurs ont été exclus.

Intervention : le groupe expérimental, composé de 30 patients au début de l'étude et de 25 sujets à la fin, ont reçu de la NEMS 20 minutes par jour, 3 fois par semaine pendant 24 semaines, sur les quadriceps, les ischio-jambiers et les triceps suraux, en bilatéral. Le courant bi phasique appliqué avait une fréquence de 50 Hz avec une durée d'impulsion de 400 μ s. L'intensité était comprise entre 15 et 60 mA.

Compareur : le groupe contrôle, composé de 30 patients au début et de 20 patients à la fin de l'étude, n'avaient aucune NEMS.

Les 2 groupes effectuaient le même PR de 80 minutes par session 3 fois par semaine :

Tout d'abord, 5 à 10 minutes d'échauffement avec des étirements et des exercices de faible intensité combinés à de la ventilation.

Ensuite, un travail en endurance était fait sur ergocycle, à 60 – 70 % de la fréquence cardiaque maximale mesurée à la fin du TDM6, comprenant 5 minutes d'échauffement, 10 minutes de pédalage, 5 minutes de récupération active, le tout dans une session de 45 minutes.

Il y avait ensuite 15 minutes de renforcement des membres inférieurs et supérieurs avec 4 exercices, 2 fois 10 répétitions de chaque, en utilisant des élastiques et des poids.

Enfin, il y avait 10 minutes de récupération avec des exercices similaires à ceux faits pendant l'échauffement.

Critères de jugement : les 2 critères principaux étaient l'évaluation de l'équilibre, grâce au « timed up and go », au test de Berg et la plateforme de stabilométrie, ainsi que la tolérance à l'effort, déterminée par le TDM6. Les critères de jugement secondaires étaient la contraction musculaire maximale ainsi que l'étude de la fonction pulmonaire.

Etude 5 : « *Neuromuscular electrostimulation as an adjuvant therapy to pulmonary rehabilitation programs in chronic obstructive pulmonary disease* » de Traila et al. 2020 [39]

Population : 38 hommes avec un stade de BPCO très sévère d'après les critères de la classification GOLD ont participé à cette étude.

Critères d'inclusion : un âge compris entre 40 et 75 ans, la possibilité de faire de l'activité physique, pas de crises d'exacerbation les 3 derniers mois et aucun changement dans les traitements dans les 4 dernières semaines précédentes étaient les critères requis pour pouvoir participer.

Critères d'exclusion : un appareillage orthopédique, une pathologie neurologique, un AVC récent, une insuffisance cardiaque, une sténose de l'aorte ainsi qu'une pression artérielle pulmonaire supérieure à 50 mmHg ne devaient pas être retrouvés chez les patients.

Intervention : le groupe expérimental, comprenant 19 patients, a reçu de la NEMS 1 heure par jour, 5 jours par semaine, pendant 4 semaines à l'aide d'un courant symétrique appliqué sur les quadriceps et les muscles intercostaux en bilatéral, avec une fréquence de 20-35 Hz et une intensité de 15-90 mA. Il n'est pas noté clairement dans l'article que le courant était de type

bi phasique, cependant, après des recherches, l'appareil qui est utilisé pour la NEMS ne peut produire que ce type de courant. On peut donc affirmer que le courant appliqué était bi phasique. La durée d'impulsion n'est pas non plus précisée dans l'article, mais d'après le mode d'emploi, elle ne peut dépasser 300µs (Annexe 7).

Compareur : le groupe contrôle avec 19 patients n'avait aucune NEMS.

Les 2 groupes avaient le même PR : 60 minutes de tapis de marche et de vélo, avec une vitesse et une intensité réglées pour ne pas dépasser 80 % de leur fréquence cardiaque maximale ainsi que du renforcement contre résistance des quadriceps avec des exercices de ventilation, avec 5 sessions par semaine pendant 4 semaines.

Critères de jugement : Le questionnaire SGRQ sur la qualité de vie, les valeurs obtenues sur le spiromètre, la distance au TDM6, la composition corporelle (masse musculaire, masse maigre) et la dyspnée grâce à l'échelle mMRC ont été évalués.

Un résumé de chacune des caractéristiques des études choisies se trouve à la page suivante.

<u>Etude</u>	<u>Population étudiée</u>	<u>Taille de l'échantillon</u>	<u>Groupes</u>	<u>Intervention</u>	<u>Durée de l'intervention</u>	<u>Comparateur</u>	<u>Critères de jugement</u>
<u>Abdellaoui et al.</u> [35]	Patients atteints de BPCO ayant fait une crise d'exacerbation	15 sujets	Groupe d'intervention = 9 Groupe contrôle = 6	NEMS sur les quadriceps et ischio-jambiers	1 heure par jour, 5 fois par semaine pendant 6 semaines	PR : mobilisations actives et passives quotidiennes, éducation thérapeutique hebdomadaire, NEMS inefficace	Contraction volontaire maximale Distance au TDM6 Dyspnée Stress oxydatif musculaire Composition et type des fibres du muscle
<u>Vieira et al.</u> [36]	Hommes avec une BPCO stable	20 sujets	Groupe d'intervention = 11 Groupe contrôle = 9	NEMS sur les quadriceps	2 séances d'1 heure par jour, 5 fois par semaine pendant 8 semaines	PR : KR, étirements des membres inférieurs, supérieurs et du dos, le tout pendant 30 minutes	Mesure du VEMS et de la force des muscles respiratoires Masse musculaire corporelle et circonférence de la cuisse Distance au TDM6 Durée de tolérance à l'effort Taux de TNF- α et β -endorphines Qualité de vie
<u>Bonnevie et al.</u> [37]	Sujets avec une sévère à très sévère BPCO	51 sujets	Groupe d'intervention = 27 Groupe contrôle = 24	NEMS sur les quadriceps	30 minutes, 5 fois par semaine pendant 8 semaines	PR : travail sur cycloergomètre (30 à 45 minutes), 3 séries de 12 répétitions de renforcement des membres inférieurs, étirements des membres supérieurs, KR	Distance au TDM6 Consommation maximale en oxygène Score BODE Dyspnée mesurée avec l'échelle mMRC Qualité de vie

<u>Mekki et al.</u> [38]	Hommes touchés par la BPCO d'après la classification GOLD	45 sujets	Groupe d'intervention = 25 Groupe contrôle = 20	NEMS sur les quadriceps, les ischio-jambiers et les triceps suraux	20 minutes par jour, 3 fois par semaine pendant 24 semaines	PR : 80 minutes au total, 3 fois par semaine avec 5 à 10 minutes d'échauffement et du travail de ventilation, du travail en endurance sur ergocycle (45 minutes), 15 minutes de renforcement des membres inférieurs et supérieurs, 10 minutes de récupération	Evaluation de l'équilibre Tolérance à l'effort avec le TDM6 Contraction musculaire maximale Fonction pulmonaire
<u>Traila et al.</u> [39]	Hommes avec un stade de BPCO très sévère	38 sujets	Groupe d'intervention = 19 Groupe contrôle = 19	NEMS sur les quadriceps et les muscles intercostaux	1 heure par jour, 5 jours par semaine, pendant 4 semaines	PR : 60 minutes de tapis de marche et/ou vélo, renforcement des quadriceps combiné à des exercices de ventilation	Questionnaire SGRQ sur la qualité de vie Valeurs mesurées sur le spiromètre Distance au TDM6 Composition corporelle Dyspnée

Tableau 3 : Etudes incluses

3.2. Risques de biais des études incluses

Les études sélectionnées étant des essais cliniques randomisés, l'échelle Pedro (Annexe 6) est la grille d'évaluation la plus appropriée pour évaluer le risque de biais.

Cette échelle, composée de 11 critères, permet d'évaluer la validité de l'étude. Le 1^{er} critère permet de définir la validité externe de l'étude, et ne fera pas parti de la notation finale de l'article. On aura donc une étude notée sur 10 items qui permettent de déterminer la validité interne.

Différents types de biais sont définis avec l'échelle Pedro :

- Biais de sélection : critères 2, 3 et 4
- Biais d'évaluation : critères 5, 6 et 7
- Biais de suivi : critère 8
- Biais d'attrition : critère 9
- Biais de résultat : critères 10 et 11.

Une note élevée est synonyme d'étude bien réalisée, avec des résultats qui auront plus d'intérêt.

Afin de synthétiser les résultats obtenus avec l'échelle, ils ont été regroupés dans un tableau ci-dessous :

<u>Étude</u>	<u>Critères</u>											<u>Total</u>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Abdellaoui et al. [35]	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	5/10
Vieira et al. [36]	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	4/10
Bonnevie et al. [37]	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	5/10
Mekki et al. [38]	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	5/10
Traila et al. [39]	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	4/10

Tableau 4 : récapitulatif des biais avec l'échelle Pedro

Validité externe :

Tous les articles ont précisé les critères d'éligibilité.

Biais de sélection :

Sur les 5 articles, seul celui de Traila ne disait pas explicitement que les sujets étaient répartis aléatoirement.

Les auteurs Bonnevie et Mekki ont tous les 2 fait appel à des personnes extérieures à l'étude pour faire la répartition.

Enfin, les 5 études ont toutes constitué des groupes similaires.

Biais d'évaluation :

Concernant les critères 5, 6 et 7, aucuns des articles n'a pu mettre les sujets, thérapeutes ou évaluateurs en aveugle. Cela peut s'expliquer par le fait que le réglage de la NEMS doit être suffisamment important pour qu'elle soit ressentie par le patient, et que les critères de jugement ne peuvent pas être relevés sans la connaissance de l'examineur.

Biais de suivi :

Dans les études de Vieira, de Bonnevie et de Mekki, moins de 85 % des mesures des critères de jugement ont été obtenues (respectivement 83 %, 70 % et 75 %). Ces 3 études présentent donc un biais de suivi.

Biais d'attrition :

Pour aucunes des études n'a été relevé un biais d'attrition.

Biais de résultat :

Toutes les études présentent une estimation de l'effet avec la taille d'effet ainsi que les estimations de variabilité comprenant les écarts-types, les intervalles de confiance, les étendues ect. Les résultats peuvent donc être analysés.

3.3. Effets de l'intervention sur le critère de jugement

Afin d'analyser la pertinence des résultats, nous noterons d'abord la différence à l'intérieur de chaque groupe avant – après le traitement soit par le programme de réhabilitation seul soit celui-ci couplé à l'électrostimulation. Une fois que cette différence intragroupe sera calculée, on mesurera la différence intergroupe, s'il y en a.

Dans le cas d'analyse de variables continues, comme ici avec la mesure du périmètre de marche (PM) au TDM6, il n'est pas intéressant de calculer le risque absolu, le risque relatif et l'odd ratio.

Etude 1 : Abdellaoui et al. : Concernant cette étude, seules les médianes sont données. Dans le groupe où l'intervention a été faite pendant 6 semaines, il a été relevé une augmentation du PM comprise entre 125 et 203 mètres entre le début et la fin du traitement, avec une médiane de 165 mètres, avec une p-value $p = 0,03$.

Dans le groupe contrôle, l'augmentation fut moins significative : entre 43 et 115 mètres, avec pour médiane 58 mètres. Dans ce groupe, le p est égal à 0,24.

	<u>Groupe d'intervention</u>	<u>Groupe contrôle</u>
Médiane après traitement	+ 165 m (125 – 203)	+ 58 m (43 – 115)
p intragroupe	0,03	0,24
p intergroupe	0,008	

Tableau 5 : résultats de l'étude d'Abdellaoui et al.

Etude 2 : Vieira et al. : Dans cet article, le groupe d'intervention est passé d'une moyenne de 359,6 mètres parcourus au TDM6 à 435,3 mètres 4 semaines après le début du traitement, soit une augmentation de 75,7 mètres en moyenne. Le p est inférieur à 0,01.

Chez le groupe contrôle, la progression ne fut que de 0,8 mètres : au début, les sujets parcouraient 349,8 mètres en moyenne et à la fin ils réalisaient un score de 350,6 mètres.

Dans cette étude, l'intervalle de confiance (IC) est donné : 87 m (IC 95 %, 13,16 – 172,5).

	<u>Groupe d'intervention</u>	<u>Groupe contrôle</u>
Moyenne après traitement	435,3 m	350,6 m
p intergroupe	< 0,01	
IC à 95% inter – groupe	+ 87 m [13,16 – 172,5]	

Tableau 6 : résultats de l'étude de Vieira et al.

Etude 3 : Bonnevie et al. : Dans cette étude, les auteurs nous donnent eux-mêmes les intervalles de confiance intragroupe et intergroupe.

Pour le groupe d'intervention, l'IC à 95 % est + 17,5 m [1,8 – 33,2], avec un p égal à 0,54. Cette valeur p, très élevée, ne nous permet pas d'affirmer que l'évolution du PM est explicable par l'application de la NEMS.

Pour le groupe contrôle, l'IC à 95 % est + 21,33 m [4,6 – 38,1] avec un p de 0,02.

L'IC intergroupe est -3,9 m [-26,3 – 18,6]. Cela signifie que même si la NEMS ajoutée au PR a permis d'améliorer la distance parcourue au TDM6, on note une augmentation encore plus importante chez le groupe contrôle. Ainsi, dans cette étude, l'ajout de la NEMS n'a pas eu d'effet probant, le PR seul a suffi pour augmenter le PM des patients autant que chez ceux ayant en plus des séances de NEMS.

	<u>Groupe d'intervention</u>	<u>Groupe contrôle</u>
IC à 95 % intragroupe	+ 17,5 m [1,8 – 33,2]	+ 21,33 m [4,6 – 38,1]
p intragroupe	0,24	0,02
IC à 95 % intergroupe	- 3,9 m [-26,3 – 18,6]	

Tableau 7 : résultats de l'étude de Bonnevie et al.

Etude 4 : Mekki et al. : Dans cet article, le groupe d'intervention a connu une évolution de + 116,1 mètres : les sujets sont en moyenne passés de 503,4 à 619,5 mètres parcourus. Dans ce groupe, le p est inférieur à 0,001.

Pour le groupe contrôle, il y a eu une amélioration de la distance parcourue de 73,4 mètres : les sujets avaient un PM de 502,9 mètres et ont atteint en moyenne 576,3 mètres. Ici, le p est aussi inférieur à 0,001.

L'IC de confiance intergroupe est + 43,2 m [21,27 – 65,13]. Ainsi, entre les 2 groupes, on note une évolution de + 43,2 mètres en moyenne entre le groupe d'intervention et le groupe contrôle.

	<u>Groupe d'intervention</u>	<u>Groupe contrôle</u>
Moyenne après traitement	+ 116,1 m	+ 73,4 m
p intragroupe	< 0,001	< 0,001
IC à 95 % intergroupe	+ 43,2 m [21,27 – 65,13]	

Tableau 8 : résultats de l'étude de Mekki et al.

Etude 5 : Traila et al. : Pour cette étude, l'évolution de la distance au TDM6 chez le groupe d'intervention est de 76 mètres : avant l'intervention, les sujets parcouraient en moyenne 369,6 mètres alors qu'à la fin de l'étude ils en faisaient 445,6. Dans ce groupe, le p est inférieur à 0,0001.

Dans le groupe contrôle, l'augmentation fut moins importante : le PM au début de l'étude était de 359,8 mètres et augmenta jusqu'à 381,6 mètres en moyenne, soit une évolution de 21,8 mètres. Le p est égal à 0,345.

Ainsi, entre les 2 groupes, on note une différence de + 54,2 mètres.

	<u>Groupe d'intervention</u>	<u>Groupe contrôle</u>
Moyenne après traitement	+ 76 m	+ 21,8 m
p intragroupe	< 0,0001	0,345

Tableau 9 : résultats de l'étude de Traila et al.

4. DISCUSSION

Afin d'analyser les résultats et de déterminer s'ils sont significatifs, nous étudierons les fluctuations d'échantillonnage, témoins d'une différence due au hasard et non attribuable au traitement.

L'interprétation se fera grâce à la valeur de « p » (p value) et les intervalles de confiance à 95%. Lorsque le p est inférieur à 0,05, cela signifie qu'il y a moins de 5 % de chance que le

résultat obtenu soit explicable par le hasard. Dans ce cas, on peut affirmer que le résultat est statiquement significatif et que le traitement a un effet sur la population étudiée.

Dans la mesure du possible, l'IC à 95 % a été calculé s'il n'avait pas été donné par l'auteur. Il donne le même type d'information que le p mais avec plus de précisions. En effet, si notre différence intergroupe se trouve dans l'IC à 95 %, on pourra donc affirmer que cette différence n'est pas due au hasard. Il nous permet aussi de connaître les 2 valeurs extrêmes concernant l'évolution du périmètre de marche, nous aidant à déterminer la taille de l'effet. L'intervalle de confiance ne peut se calculer que si l'article donne les moyennes et les écarts types des critères de jugement.

4.1. Analyse des principaux résultats

Dans les 5 articles sélectionnés, l'application de la NEMS se faisait toujours sur le quadriceps. Cependant, dans 3 d'entre eux, d'autres groupes musculaires ont eux aussi été stimulés lors du traitement.

Dans presque toutes les études sélectionnées sauf celle de Bonnevie, la NEMS avait un impact positif sur l'évolution du périmètre de marche (PM) et optimisait les bénéfices apportés par le programme de réhabilitation (PR).

4.1.1. La NEMS associée à la réhabilitation respiratoire augmente le périmètre de marche

Dans l'étude d'Abdellaoui [35], la NEMS, réalisée 1h par jour, 5 fois par semaine pendant 6 semaines sur les quadriceps et les ischio-jambiers, a donné des résultats probants : entre le début et la fin du traitement, il y a eu une augmentation de + 165 m de distance parcourue au TDM6 chez le groupe d'intervention contre + 58 m chez le groupe témoin.

Dans le cadre des résultats intragroupes, les valeurs des sujets ayant eu de la NEMS en plus du PR sont correctement exploitables car le p est inférieur à 0,05 ($p = 0,03$), ce qui n'est pas le cas du groupe contrôle puisque le p est largement supérieur à la valeur seuil ($p = 0,24$). L'évolution du PM dans ce groupe ci est donc certainement due au hasard.

Ainsi, entre les 2 groupes, on note une différence de + 107 mètres en faveur du groupe ayant reçu de la NEMS en complément du PR, augmentation qui, d'après le p qui est égal à 0,008, n'est pas due au hasard. La différence intergroupe est donc réelle.

Cependant, le fait que la durée et la fréquence des exercices du PR ne soient pas précisées constitue un biais rendant plus difficile l'interprétation des résultats et ainsi la comparaison avec les autres études.

En conclusion, le groupe de l'intervention a connu une réelle augmentation du PM que l'on peut attribuer au traitement par électrostimulation mais difficilement comparable à celle du groupe contrôle en raison des fluctuations d'échantillonnage.

Dans l'étude de Vieira [36], la NEMS est faite avec 2 séances chacune d'1h par jour, 5 fois par semaine pendant 6 semaines, sur les quadriceps : chez les patients l'ayant eu, on observe une différence de + 75,6 m alors que chez le groupe contrôle on ne note qu'une augmentation de 0,8 m.

De plus, 2 valeurs interprétables sont données pour comparer les résultats intergroupes : tout d'abord, le p, inférieur à 0,01, permet d'affirmer que cette différence est statistiquement significative.

L'intervalle de confiance est de + 87 m [13,16 – 172,5]. Cela signifie qu'en moyenne, les patients ont connu une augmentation de 87 m, la plus faible étant de 13,16 m et la plus importante de 172,5 m. Cependant, la faible population donne un IC avec un écart entre les bornes très important explicable par le faible nombre de sujet inclus dans l'étude (20 patients au total).

Ainsi, nous pouvons dire que l'augmentation beaucoup plus importante retrouvée chez le groupe d'intervention est certainement dû à l'application de la NEMS en complément du PR.

Dans l'étude de Mekki [38], le groupe d'intervention recevait de l'électrostimulation sur les quadriceps, ischio-jambiers et triceps suraux 20 min par jour, 3 fois par semaine pendant 6 semaines. Chez ces sujets, il a été relevé une augmentation d'en moyenne 116,1 m avant et après le traitement contre + 73,4 m chez le groupe témoin.

Ces chiffres sont statistiquement significatifs : dans le groupe d'intervention, le p est inférieur à 0,001, ce qui veut dire que l'évolution du PM n'est pas due au hasard mais vraisemblablement liée à l'efficacité de la NEMS. Chez le groupe témoin, le p est lui aussi inférieur à 0,001, ce qui nous permet donc de pouvoir comparer des valeurs fiables entre les 2 groupes.

L'IC est + 43,2 m [21,27 – 65,13]. De plus, le fait que l'écart entre la borne inférieure et la borne supérieure ne soit pas trop grand prouve encore que ces résultats sont réels et plus précis que dans l'étude précédente puisque le nombre de sujets participants à l'étude est plus important (45 patients).

Pour terminer, dans l'article de Traila [39], l'électrostimulation fut appliquée sur les quadriceps et les muscles intercostaux, 1h par jour, 5 fois par semaine pendant 4 semaines. Chez les sujets de ce groupe, on a noté une augmentation de 76 m à comparer à une augmentation de 21,6 m chez le groupe témoin. Pour les patients ayant eu la NEMS, le p est inférieur à 0,0001, ce qui nous affirme que la différence observée est certainement attribuable au traitement et à l'effet qu'il entraîne. Cependant, dans le groupe témoin, le p est égal à 0,345 ce qui signifie que cette augmentation est probablement due au hasard : les résultats de ces sujets sont peu fiables.

Le fait de ne pas connaître le p intergroupe ou l'IC rend difficile la comparaison entre les 2 groupes. On peut donc seulement dire qu'avant et après le traitement on a eu une

augmentation dans chacun des groupes et qu'elle est statistiquement significative chez les patients recevant la NEMS contrairement à ceux n'ayant fait que le PR.

4.1.2. La NEMS associée à la réhabilitation respiratoire n'augmente pas le périmètre de marche

L'étude de Bonnevie [37] est la seule qui affirme que l'électrostimulation additionnée au PR ne participe pas à une augmentation plus importante du PM en comparaison aux sujets qui ne font que le PR.

L'IC du groupe d'intervention est de + 17,5 m [1,8 – 33,2] et celui du groupe contrôle est de + 21,33 m [4,6 – 38,1]. On peut donc dire que chez chacun des groupes, on remarque une augmentation du PM, mais moins importante chez les sujets ayant reçu la NEMS, comme nous l'indique l'IC intergroupe : – 3,9 m [-26,3 – 18,6].

De plus, le p pour le groupe contrôle est de 0,02 alors que celui du groupe d'intervention est de 0,24. Ainsi, en plus d'avoir une évolution moins importante du périmètre de marche, le p est largement supérieur à la valeur seuil de 0,05 ce qui nous indique que cette différence avant – après traitement peut être attribuée au hasard. L'augmentation du PM du groupe contrôle, quant à elle, est plus fiable d'un point de vue significatif.

Pour conclure, l'application de la NEMS chez le groupe d'intervention n'a pas eu de résultats probants sur l'évolution du PM par rapport au groupe contrôle. De plus, il est possible que cette augmentation soit due au hasard d'après la valeur p très élevée.

4.2. Applicabilité des résultats en pratique clinique

Après l'analyse des différents articles avec des résultats qui semblent prometteurs, il est logique de se demander si ces évolutions peuvent être reproduites en pratique clinique, et ainsi de savoir si l'application de ce type de traitement aurait les mêmes bénéfices que ceux décrits dans les études.

En effet, ce n'est pas parce qu'on obtient des résultats satisfaisants dans une étude que ceux-ci sont valables dans tous les cas de figure : il existe une différence entre les valeurs statistiques que l'on peut avoir dans un article et l'applicabilité clinique. Trop de variables entrent en jeu et peuvent entraîner une différence entre ce que l'on obtient dans un protocole expérimental et ce que l'on réalise dans la vie courante, tels que la population, l'intervention et/ou le comparateur.

4.2.1. Population étudiée

Concernant la population, la seule condition pour pouvoir être inclus dans cette revue était d'être un patient avec une BPCO diagnostiquée sans polypathologies ou obésité. Ce choix devait donc permettre d'avoir une population la plus complète possible, en terme notamment de sexe, de nombre de sujets ou de stade de sévérité.

Cependant, certaines limites ont été constatées dans la sélection des patients par les auteurs. Tout d'abord, dans les études de Vieira, Mekki et Traila, il est noté explicitement que les sujets sont tous des hommes. Dans l'étude d'Abdellaoui, il n'y a que 2 femmes chez les 15 sujets sélectionnés et chez Bonnevie, 7 femmes faisaient partie du protocole sur 51 patients. Cela signifie que si l'on fait la somme de tous les patients participants aux 5 études, il y a 95 % de sujets masculins. Or, d'après l'INSERM, le taux des femmes touchées par la BPCO augmente et tend à être le même que chez les hommes. Cette hétérogénéité des sexes est un très grand biais qui restreint grandement l'application clinique des résultats, car les femmes ne réagissent pas forcément de la même manière que les hommes aux traitements.

De plus, dans tous les articles, le nombre de sujets est faible : il est compris entre 15 et 51 sujets, ce qui, là encore, entraîne une grande fluctuation d'échantillonnage.

Enfin, le stade de sévérité de la BPCO n'est pas toujours précisé. Dans l'étude de Bonnevie et Traila, il est indiqué que les patients étaient atteints de BPCO à des stades sévères à très sévères. Le fait que dans les 3 autres articles cela ne soit pas indiqué provoque une interprétation des résultats plus difficile : on ne peut pas déterminer si ce protocole est tout aussi efficace dans les BPCO légères et modérées.

4.2.2. Intervention étudiée

Dans tous les articles choisis, l'intervention est la même : application de NEMS sur le quadriceps provoquant une stimulation musculaire. Cependant, les études réalisant de l'électrostimulation sur d'autres muscles en supplément n'étaient pas exclues.

Tout d'abord, concernant le lieu d'application de la NEMS, seuls Vieira et Bonnevie l'ont réalisé sur les quadriceps uniquement. Abdellaoui l'a réalisé sur les quadriceps et ischio-jambiers, Mekki sur les quadriceps, ischio-jambiers et triceps suraux et Traila sur les quadriceps et les muscles intercostaux. Même si les 5 protocoles expérimentaux ont tous fait de l'électrostimulation sur le quadriceps, le fait que cela soit appliqué sur d'autres muscles peut entraîner des résultats qui seront moins comparables les uns aux autres. Chez Traila, la différence est encore plus importante puisque la NEMS est faite sur les muscles intercostaux, muscles ventilatoires et non porteurs.

La durée de réalisation du protocole est aussi très fluctuante.

Tout d'abord, d'un point de vue journalier et hebdomadaire, les sessions d'électrostimulation ne faisaient presque jamais la même durée. Abdellaoui et Traila sont les seuls à avoir un protocole similaire : 1 heure par jour, 5 jours par semaine. Pour Vieira, c'était des sessions plus longues, 2 sessions d'1 heure 5 fois par semaine. Chez Bonnevie et Mekki, les séances étaient réalisées 3 fois par semaine, 30 minutes par session pour Bonnevie et 20 minutes par session pour Mekki.

Pour la durée totale de l'intervention, la plus courte est de 4 semaines dans l'étude de Traila, puis on a ensuite 6 semaines pour Abdellaoui, 8 semaines chez Bonnevie et Vieira et enfin Mekki, qui a l'intervention la plus longue avec 24 semaines.

Pour tous les auteurs sauf Bonnevie, il y a une augmentation du périmètre de marche plus significative chez les sujets ayant fait la NEMS en plus du PR. Cette augmentation est la plus visible dans l'article d'Abdellaoui (+ 107 mètres) puis Vieira (+ 87 mètres). Viennent ensuite Traila (+ 54,2 mètres), Mekki (+ 43,2 mètres) et Bonnevie (– 3,9 mètres).

Ainsi, on peut donc remarquer que l'augmentation du PM est plus importante lorsque l'on a un protocole expérimental avec une durée comprise entre 4 et 8 semaines, avec au minimum l'application d'électrostimulation 1 heure par jour, 5 fois par semaine. Lorsque la réalisation des séances est moins fréquente et que les sessions sont plus courtes, l'évolution est moins significative, voire inexistante.

4.2.3. Comparateur

Le comparateur était la réalisation du PR seul chez le groupe contrôle.

Tous les PR conservaient une même trame, avec des exercices de ventilation ou de la kinésithérapie respiratoire (KR), du travail des membres inférieurs et/ou supérieurs et pour 3 d'entre eux du travail en endurance sur machine.

Dans l'étude d'Abdellaoui, montrant les résultats les plus probants, il n'y a que très peu d'informations quant à la réalisation du PR. Il est juste noté qu'il y a des mobilisations actives et passives journalières mais sans aucune autres précisions, ni sur la durée de la séance, ni sur le nombre de répétitions ou même les muscles concernés, ce qui bien entendu rend très difficile l'application en clinique, alors que c'est l'étude qui a les résultats les plus visibles.

Dans l'article de Vieira, ayant la seconde plus importante évolution du PM, là encore, le PR est vaguement décrit : les patients ont de la KR, des étirements des membres inférieurs, supérieurs et du dos pendant 30 minutes, mais sans précision concernant la fréquence hebdomadaire. Cela rend aussi difficile l'application de ce protocole dans la vie courante.

Ce sont finalement dans les études où l'on retrouve moins grande évolution, à savoir celles de Traila, Mekki et Bonnevie, que le PR est le plus développé, et même le plus complet : du travail en endurance sur machine pendant au moins 45 minutes, du renforcement des membres inférieurs et du travail ventilatoire sont réalisés.

L'importance du PR mis en place dans ces protocoles peut justifier la plus faible différence entre les groupes contrôles et les groupes d'intervention. En effet, le PR a déjà pour but d'augmenter la tolérance à l'effort des sujets et plus il est intense, plus les résultats seront visibles. Ainsi, l'ajout de la NEMS entraînera une différence moins significative chez des sujets faisant un PR poussé que chez des patients en ayant eu un moins rigoureux.

De plus, chez Bonnevie et Mekki, la durée et fréquence de la NEMS est très faible par rapport aux autres études, ce qui peut aussi expliquer les résultats moins significatifs entre les groupes témoins et les groupes d'intervention.

4.2.4. Critère de jugement

Le critère de jugement choisi, à savoir le TDM6, a l'avantage d'être standardisé : la méthode de réalisation est décrite et elle sera toujours la même : les erreurs et les variations inter-examineurs sont normalement très faibles voire inexistantes.

4.3. Qualité de preuve

La qualité de preuve a été évaluée d'après la grille GRADE [40]. Elle comprend 5 facteurs :

Le type d'étude et ses risques de biais : même si dans cette revue n'ont été incluses que des études randomisées, ce qui élève grandement le niveau de preuve, ceci est contre balancé par le score Pedro des études. En effet, les études de Vieira et Traila ont un score de 4/10 et celles d'Abdellaoui, Bonnevie et Mekki ont un score de 5/10 sur l'échelle Pedro.

De plus, dans les protocoles de Vieira, Bonnevie et Mekki, les mesures du critère de jugement ont été recueillies chez moins de 85 % des participants. Ces 2 paramètres diminuent le niveau de preuve de cette revue.

L'hétérogénéité des résultats : dans les études d'Abdellaoui, Vieira, Mekki et Traila, les résultats aboutissent tous à la même conclusion : la NEMS couplée à un PR améliore le périmètre de marche de manière plus significative que chez les sujets n'ayant eu que le PR. La plus grande différence entre les études est de 64 m, ce qui rend les résultats plutôt homogènes. Dans l'article de Bonnevie, le seul ne montrant aucun résultat probant, la différence est seulement de – 3,9m. Ces différences entre les 5 études n'étant pas majeures, on peut considérer qu'il y a une certaine homogénéité entre les résultats.

L'imprécision des résultats : toutes les études donnent des résultats chiffrés avec la taille d'effet (l'IC ou le p) permettant d'évaluer l'effet du traitement.

Les biais de publication : ils ne peuvent pas être évalués car il y a moins de 10 études. Nous considérons donc qu'il n'y en a aucun.

Ainsi, d'après le système GRADE, le grade de cette revue peut être défini comme intermédiaire ou de grade B car la revue est composée d'essais randomisés présentant certains biais. Nous avons donc une confiance modérée dans l'estimation de l'effet : celle-ci est probablement proche du véritable effet, mais il est possible qu'elle soit nettement différente (Annexe 8 A et B).

4.4. Biais potentiels de la revue

C'est à l'aide la grille AMSTAR que vont être mesurés les biais potentiels de cette revue (Annexe 9).

<u>Critères</u>	<u>Oui</u>	<u>Non</u>	<u>Impossible de répondre</u>	<u>Sans objet</u>
Un plan de recherche établi à priori est-il fourni ?	X			
La sélection des études et l'extraction de leurs données ont-ils été confiés à au moins 2 personnes ?		X		
La recherche documentaire était-elle exhaustive ?	X			
La nature de la publication (littérature grise par exemple) était-elle un critère d'inclusion ?	X			
Une liste des études (incluses et exclues) était-elle fournie ?	X			
Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?	X			
La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée ?	X			
La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?	X			
Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?		X		
La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée ?	X			
Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?	X			

Tableau 10 : grille AMSTAR

Ce tableau nous permet de voir que la revue ne remplit pas certains critères.

Tout d'abord, la sélection des études et l'extraction des données n'ont pu être fait que par moi-même. Aucune méthode particulière n'a été faite pour combiner les résultats donc ce critère n'est pas validé, les résultats ont seulement été regroupés dans des tableaux.

Tous les autres critères ont pu être respectés.

Dans la partie méthode ont été présentés le plan de recherche, les multiples sources électroniques utilisées (Cochrane, Pubmed...) ainsi que les conflits d'intérêts, absents de cette revue. La qualité scientifique des études a aussi été évaluée dans la partie méthode à l'aide de l'échelle Pedro.

Dans la partie résultats se trouve des tableaux présentant les études exclues et incluses avec leurs caractéristiques. D'après la grille AMSTAR, le critère sur la probabilité des biais de publication peut être considéré comme validé si moins de 10 études sont incluses dans la revue.

Ainsi, cette revue de littérature a un score de 9 sur 11 d'après la grille AMSTAR, ce qui en fait une revue de qualité élevée.

5. CONCLUSION

L'objectif principal de cette revue était de parcourir et analyser les études scientifiques portant sur l'utilisation de la NEMS en complément d'un PR chez les sujets atteints de BPCO afin de savoir si l'ajout de cette technique pouvait améliorer les performances à l'effort de ce type de patients.

L'électrostimulation est, actuellement, utilisée dans de nombreux domaines par le MK : antalgie, éveil musculaire ou perte de masse musculaire. Cette revue cherchait donc savoir si, chez des patients ayant une pathologie respiratoire sans déficit neuro-musculaire, la NEMS pouvait améliorer leur tolérance à l'effort mesurée par le TDM6.

La réalisation de cette revue a permis de constater qu'il existe un certain nombre d'études utilisant la NEMS dans la rééducation du patient avec une BPCO, combinée ou non à de la réhabilitation respiratoire. La BPCO étant une pathologie touchant 3,5 millions de français en 2010 (INSERM), les études sur cette maladie et les traitements pouvant améliorer la qualité de vie des sujets sont nécessaires pour avoir la meilleure prise en charge possible.

La majorité des études montre une amélioration plus significative du périmètre de marche lorsque l'on combine l'électrostimulation à un PR par rapport au groupe contrôle ne recevant qu'un PR, avec une évolution plus importante lorsque la NEMS est appliquée intensivement et lorsque le PR est peu poussé. Cependant, même si les résultats sont positifs, il faut émettre des réserves quant à leur applicabilité clinique.

Si le réglage de la NEMS est similaire et cohérent dans toutes les études, le temps, le lieu d'application et la durée totale des études sont variables et rendent ainsi plus difficile la comparaison entre les articles. Il aurait aussi fallu que les PR soient plus ressemblants, ce qui aurait facilité l'évaluation.

La population, étant à différents stades de sévérité de la BPCO, dont certains ayant fait une crise d'exacerbation, permet d'avoir une vision d'ensemble de l'effet de la NEMS dans divers cas.

Pour augmenter la pertinence clinique, il faudrait par exemple inclure des femmes dans les études et limiter les biais de suivi. Avoir les intervalles de confiance de toutes les études aurait aussi permis de mieux quantifier la taille d'effet.

L'avantage de l'électrostimulation est qu'elle fait déjà partie du bagage de traitement du MK. Utilisée dans de nombreux domaines et dans diverses pathologies, on la retrouve dans les cabinets libéraux, les centres de rééducation et commence à se répandre dans les hôpitaux. Elle est simple d'utilisation, peu onéreuse, accessible à tous et comporte peu de contre-indications et d'effets secondaires.

Tout MK peut être amené à rééduquer un patient touché par la BPCO, et il semble intéressant d'ajouter à son traitement de réhabilitation respiratoire classique de l'électrostimulation sur les membres inférieurs et même sur les muscles respiratoires.

Cependant, la contrainte se situe dans la durée de l'application : pour avoir des résultats significatifs, la NEMS doit être appliquée au moins 1 heure par jour, 5 fois par semaine, ce qui n'est pas toujours réalisable dans un cabinet libéral ou un hôpital, ce qui constitue une limite à l'application de ce protocole. Cela reste malgré tout une piste à explorer, qui pourrait participer à l'augmentation de la tolérance à l'effort chez ce type de patients.