



Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

ScienceDirect

page d'accueil de la revue : www.jfma-online.com



Article de révision

Traitement non pharmacologique des patients atteints de maladie pulmonaire mycobactérienne non tuberculeuse

Chou-Chin Lan ^{un}, Sheng Ru Lai ^b, Jung-Yien Chien ^{c, *}

^{un} Division de médecine pulmonaire, Hôpital Taipei Tzuchi, The Buddhist Tzuchi Medical Foundation

École de médecine, Université Tzuchi, New Taipei City, Taiwan

^b Département de diététique, Hôpital universitaire national de Taiwan, Collège universitaire national de Taiwan Médecine, Taipei, Taiwan

^c Département de médecine interne, Hôpital universitaire national de Taiwan, Université nationale de Taiwan Faculté de médecine, Taipei, Taiwan

Reçu le 11 mars 2020 ; reçu sous forme révisée le 30 avril 2020 ; accepté le 11 mai 2020

MOTS CLÉS

Technique de dégagement des

voies respiratoires ;

bronchectasie ;

Non tuberculeux

maladie pulmonaire

mycobactérienne;

Rééducation

pulmonaire ;

La nutrition

Les patients atteints de pneumopathie mycobactérienne non tuberculeuse (NTM-LD) présentent souvent une intolérance à l'exercice physique importante et une moins bonne qualité de vie liée à la santé (HRQL). Les objectifs du traitement de la MNT-LD devraient inclure la réduction de la gravité des symptômes, l'amélioration de la qualité de vie et la réduction des exacerbations aiguës. Un traitement non pharmacologique, y compris un programme de réadaptation pulmonaire et une stratégie nutritionnelle optimale, devrait faire partie du traitement de la MNT-LD. Un programme de réadaptation pulmonaire (RP) peut comprendre une formation, des instructions sur les techniques de dégagement des voies respiratoires, un programme d'entraînement physique et un entraînement des muscles inspiratoires (IMT). Les techniques de dégagement des voies respiratoires peuvent améliorer le volume des expectorations, les symptômes de la toux, l'essoufflement et la QVLS. L'entraînement physique peut améliorer la capacité d'exercice et la QVLS, et réduire les exacerbations aiguës et la dyspnée. Les avantages cliniques de l'IMT restent controversés, mais l'IMT à haute intensité s'est avérée efficace pour augmenter la force des muscles respiratoires avec une amélioration simultanée de la QVLS et de la capacité d'exercice. La perte de poids corporel et de masse musculaire est fréquente chez les patients atteints de MNT-LD. Une alimentation adéquate en protéines et en calories associée à des nutriments antioxydants pourrait être la stratégie alimentaire la plus appropriée. Le traitement complet de la MNT-LD devrait inclure la combinaison de traitements pharmacologiques et non pharmacologiques. Les programmes de prise en charge doivent être adaptés à la condition de l'individu. Copyright © 2020, Association médicale de Formose. Publié par Elsevier Taiwan LLC. Ceci est un article en libre accès sous licence CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Auteur correspondant. Département de médecine interne, Hôpital universitaire national de Taiwan, n° 7, Chung-Shan South Road, Taipei, 100, Taiwan.

Adresse e-mail : jychien@ntu.edu.tw (J.-Y. Chien).

<https://doi.org/10.1016/j.jfma.2020.05.013>

0929-6646/Copyright © 2020, Association médicale de Formose. Publié par Elsevier Taiwan LLC. Ceci est un article en libre accès sous licence CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

Les maladies pulmonaires mycobactériennes non tuberculeuses (MNT-ML) surviennent plus fréquemment chez les patients atteints de ML structurelles telles que la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), l'ectasie bronchique, la pneumoconiose et celles d'une tuberculose antérieure^{1,2}. Dans une évaluation générale sans ML structurelles, seulement 0,05 % avaient des MNT isolés à partir d'expectations respiratoires, mais parmi ceux avec une LD structurelle, environ 1,7 % avaient des isolats de NTM au cours du suivi³.

Un large éventail de schémas radiologiques est observé dans la MNT-LD, y compris la bronchectasie, la lésion nodulaire, la lésion cavitaire et les schémas de consolidation parenchymateuse⁴. Les deux principales manifestations de la NTM-LD sont la bronchectasie fibrocavitaire et nodulaire. La forme fibrocavitaire de NTM-LD se présente comme une opacité accrue souvent dans les poumons supérieurs, et elle affecte fréquemment les hommes âgés atteints de LD sous-jacente. La bronchectasie nodulaire se manifeste par une bronchectasie multilobaire bilatérale avec de petits nodules souvent situés dans les lobes moyen et inférieur et se présente souvent avec un épaississement pleural et une réduction de volume⁴. Dans une étude, les patients atteints de MNT-LD avaient une qualité de vie liée à la santé significativement plus mauvaise (QVLS) et plus de comorbidités telles que l'aspergillose, la tuberculose, la bronchectasie et l'insuffisance respiratoire chronique que celles sans NTM-LD⁵. De plus en plus de preuves indiquent que l'infection pulmonaire à MNT peut provoquer une bronchectasie.⁴ Cependant, la bronchectasie peut également précéder

l'infection pulmonaire à MNT. Le traitement des patients atteints de MNT-LD et de bronchectasie reste très difficile⁶. Les objectifs du traitement de la NTM-LD doivent inclure la réduction de la gravité des symptômes, l'amélioration de la qualité de vie, la réduction de l'exacerbation aiguë et la prévention de l'insuffisance respiratoire⁷ pendant le traitement de la NTM-LD¹. Cependant, il est parfois insuffisant pour les patients présentant une mauvaise clairance des expectorations, un état immunodéprimé et des LD structurelles⁷. Chez ces patients, malgré l'utilisation de plusieurs antibiotiques, la conversion de la culture est parfois difficile à réaliser⁸. Les thérapies multimédicamenteuses donnent des taux de conversion des cultures d'expectorations de seulement 13% à 86%⁹. Ainsi, un traitement complet des MNT-LD doit inclure la prise en charge des LD concomitantes et une combinaison de traitements pharmacologiques et non pharmacologiques (Fig. 1 et Tableau 1). Cependant, les études sur les traitements non pharmacologiques des MNT-LD sont relativement rares ; ainsi, les stratégies de traitement non pharmacologiques mentionnées dans cette revue provenaient en grande partie de la littérature sur la bronchectasie. Les domaines d'intérêt de cette revue sont les suivants : (1) la réadaptation pulmonaire et (2) le soutien nutritionnel pour les patients atteints de MNT-LD.

Rééducation pulmonaire

Les programmes de réadaptation pulmonaire (RP) comprennent l'éducation, la technique de dégagement des voies respiratoires, l'entraînement physique, l'entraînement des muscles inspiratoires (IMT) et la PR postopératoire^{7,10}. Il est recommandé que les programmes de RP constituent une partie essentielle de la prise en charge non pharmacologique et fassent partie intégrante des programmes de soins multidisciplinaires chez les patients atteints de MPOC ou de bronchectasie^{7,11}. Cependant, les essais contrôlés randomisés (ECR) sur la RP dans les MNT-LD sont assez limités. Bien que

de RP dans les MNT-LD n'est pas défini, les programmes de RP utilisés pour traiter la bronchectasie pourraient servir de références car les patients atteints de MNT ont souvent des bronchectasies. Les recommandations pour la RP chez les patients atteints de bronchectasie n'étaient auparavant étayées que par les résultats d'essais de petite taille⁷ ; Cependant, ces dernières années, il y a de plus en plus de preuves à l'appui des avantages de la RP chez les patients atteints de bronchectasie, en particulier ceux souffrant de dyspnée, d'intolérance à l'exercice et d'une mauvaise QVLS¹².

Les évaluations, y compris celles de la capacité d'exercice et de la QVLS, sont cruciales et devraient faire partie des programmes de RP¹³. Il est recommandé d'évaluer la capacité d'exercice avant et après la RP, et même de petits changements dans la capacité d'exercice peuvent refléter des changements importants dans la santé¹⁴. Le test de marche de 6 minutes (6MWT), le test de marche navette incrémental (ISWT), le test de marche navette d'endurance ou le test d'effort cardiopulmonaire (CPET)¹⁴ sont des outils souvent utilisés pour évaluer la capacité d'exercice. Les avantages du CPET sont sa capacité à mesurer la capacité d'exercice maximale et la consommation maximale d'oxygène, à identifier les facteurs de limitation physiologiques et à évaluer les pronostics. Cependant, le CPET est difficile à réaliser chez les patients souffrant de dyspnée sévère ou d'arythmie¹⁵. Chez ces patients, le 6MWT est simple et faisable pour fournir des estimations acceptables du pronostic. Une étude de Yagi et al. ont montré que la distance de marche de 6 minutes est un paramètre utile pour évaluer la capacité d'exercice chez les patients atteints du complexe Mycobacterium avium LD¹⁶. Cependant, le 6MWT ne peut pas mesurer la capacité d'exercice maximale d'une personne ni identifier les facteurs de limitation physiologiques¹⁴. L'ISWT est similaire au CPET en ce sens que la puissance d'exercice peut être progressivement augmentée pour mesurer la capacité d'exercice maximale, et il est beaucoup plus simple que le CPET¹⁴. Lee et al. ont suggéré que le 6MWT et l'ISWT sont des mesures fiables et réactives de la capacité d'exercice chez les personnes atteintes de bronchectasie¹⁷, et ont constaté que les différences importantes minimales pour les patients atteints de bronchectasie étaient de 25 m dans le 6MWT et de 35 m dans le

ISWT¹⁷. L'évaluation de la QVLS avant et après la RP est également essentielle, et des questionnaires couramment utilisés tels que le Short Form-36 Health Survey, le St. George's Respiratory Questionnaire, le test d'évaluation de la MPOC et le Leicester Cough Questionnaire ont été utilisés dans des études portant sur la NTM-LD^{14,16, 18}.

Une formation devrait être offerte par les praticiens de la santé dans le but d'améliorer la compréhension et la prise en charge par les patients des MNT-LD et des maladies associées telles que la bronchectasie¹⁴. Les cours pourraient être adaptés aux besoins individuels, couvrant, par exemple, les techniques d'auto-soins, l'entraînement à l'exercice, l'utilisation des médicaments, les techniques d'inhalation (si elles sont utilisées par le patient), les techniques de dégagement des voies respiratoires, la gestion des infections, l'oxygénothérapie, la nutrition et les soins palliatifs. soins, si nécessaire¹⁴.

Techniques de dégagement des voies

respiratoires L'hypothèse du cercle vicieux est largement acceptée pour expliquer le développement et la progression de la bronchectasie. L'hypothèse suggère que l'échec de la défense de l'hôte conduisant à une réponse inflammatoire chronique médiée par l'hôte¹⁹ entraîne une altération supplémentaire de la clairance mucociliaire et des défenses de l'hôte. Une clairance mucociliaire altérée entraîne une colonisation microbienne des arbres bronchiques. L'infection microbienne provoque en outre une inflammation chronique entraînant des lésions tissulaires et une altération de la motilité mucociliaire. Cela conduit à plus d'écoulement avec un cycle d'inflammation progressive

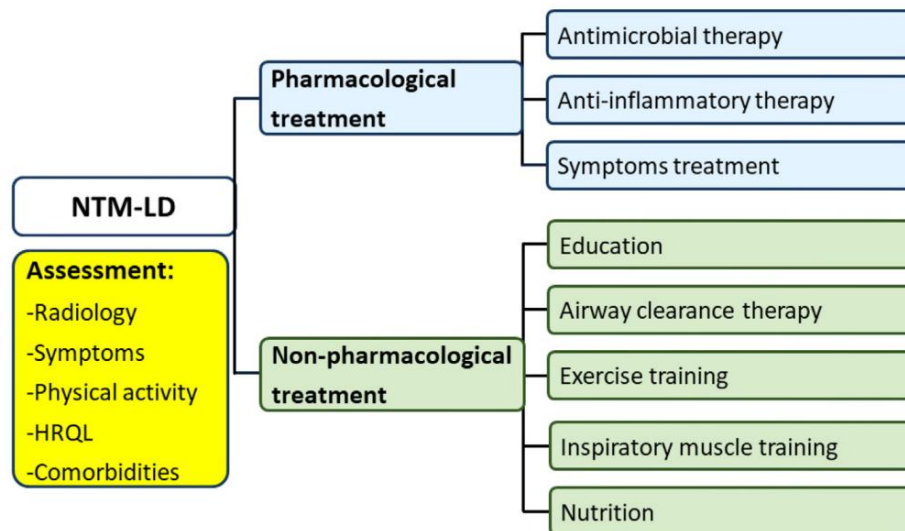


Figure 1 Traitement complet des MNT-LD.

provoquant des lésions pulmonaires. Par conséquent, il est suggéré que les modifications anatomiques bronchiques et les troubles du dégagement des voies respiratoires semblent être les facteurs de risque d'infection chronique par les MNT20. L'élimination du mucus peut aider à briser ce cercle vicieux6. Par conséquent, nous suggérons des techniques de dégagement des voies respiratoires dans le cadre du plan de traitement des patients atteints de MNT-LD.

Plusieurs techniques de dégagement des voies respiratoires peuvent être utilisées pour traiter les personnes atteintes de NTM-LD, y compris le cycle actif de techniques respiratoires (ACBT), le drainage autogène, la technique d'expiration forcée (FET), les techniques manuelles, le drainage postural (PD), la pression expiratoire positive oscillante (OPEP) et oscillation de la paroi thoracique à haute fréquence (HFCWO)21e23. L'ACBT se compose d'exercices de contrôle de la respiration, d'expansion thoracique et de souffle, et aide les patients à éliminer les sécrétions des voies respiratoires21. Le FET est une manœuvre qui utilise des exercices d'expansion thoracique pour déplacer les sécrétions vers la bouche. La DP utilise la gravité et la percussion pour détacher les sécrétions épaisses et collantes et permet aux sécrétions d'être éliminées en toussant21. La thérapie OPEP utilise un dispositif avec une pression positive en fin d'expiration et des oscillations du débit d'air pour augmenter la mobilisation et l'élimination des sécrétions des voies respiratoires21. HFCWO est une technique de dégagement des voies respiratoires utilisant une machine qui produit des oscillations externes de la paroi thoracique et un relâchement des sécrétions23.

Bien que peu d'études aient évalué les techniques de dégagement des voies respiratoires chez les patients atteints de MNT-LD, ces techniques sont utilisées depuis longtemps pour traiter la bronchectasie. Le premier ECR comparant l'OPEP et l'ACBT avec et sans PD dans un ordre de traitement aléatoire a été réalisé chez 36 sujets atteints de bronchectasie21. Le poids total des expectorations du groupe ACBT plus PD était le double de celui du groupe ACBT et du groupe OPEP. Toutes les techniques ont été bien acceptées et tolérées par les patients.

Les préférences des patients étaient de 44 % pour l'OPEP, 22 % pour l'ACBT et 33 % pour l'ACBT plus PD. Dans une revue systématique des techniques de dégagement des voies respiratoires chez les patients atteints de bronchectasie22, Snijders et al. a examiné 35 articles dans la littérature médicale internationale 1989e2014 et a découvert que l'ACBT pouvait augmenter la quantité de crachats expectorés et améliorer l'essoufflement, le volume résiduel pulmonaire (VR),

la capacité respiratoire fonctionnelle (FRC) et la capacité pulmonaire totale (TLC), mais n'a eu aucun effet sur le volume expiratoire maximal en 1 s (FEV1) et la capacité vitale forcée (FVC). Le FET peut également augmenter la quantité de crachats expectorés et améliorer RV, FRC et TLC. PD avec ACBT a augmenté de manière significative l'expectoration des expectorations et amélioré les symptômes de la toux et HRQL22. Les dispositifs OPEP tels que Acapella et Flutter peuvent augmenter la quantité de crachats expectorés et améliorer RV, FRC et TLC. Ces dispositifs OPEP, cependant, n'ont aucun effet sur le VEMS et la CVF22. L'HFCWO peut améliorer la clairance des expectorations, la HRQL, le VEMS et la CVF et était plus confortable pour les patients par rapport à d'autres techniques22. Une revue systématique récente couvrant six études avec un total de 120 participants a noté que toutes les techniques de dégagement des voies respiratoires étaient sûres et n'ont signalé aucun effet indésirable grave23. L'ACBT peut être plus efficace pour améliorer les échanges gazeux, le volume des expectorations et la QVLS que la PD. Les participants à deux études ont préféré les dispositifs OPEP aux techniques ACBT ou PD23. Ces études ont révélé que les techniques de dégagement des voies respiratoires améliorent la clairance des expectorations, les symptômes et la QVLS dans une population de bronchectasies.

Une étude rétrospective monocentrique8 a analysé les effets de la kinésithérapie thoracique (y compris la percussion thoracique manuelle, HFCWO et OPEP) chez des patients atteints de MNT sur une période de 8 ans et a observé une augmentation de la TLC mais pas du VEMS. Les grands ECR sur les techniques de dégagement des voies respiratoires dans les MNT-LD sont rares. Les effets des techniques de dégagement des voies respiratoires sont résumés dans le [tableau 2](#).

Entraînement à l'exercice

Bien que les études sur l'entraînement à l'exercice chez les patients atteints de MNT LD soient relativement peu nombreuses, de plus en plus de preuves indiquent que l'entraînement à l'exercice augmente la capacité d'exercice et la QVLS chez les patients atteints de bronchectasie. Le programme d'entraînement physique rapporté par Lee et al. incluait la marche sur tapis roulant ou sur terre battue effectuée deux fois par semaine pendant 8 semaines24. Les intensités d'exercice étaient de 75 % de la vitesse maximale atteinte sur l'ISWT, 60 % de la cadence de travail maximale sur un vélo24. Mandel et al. mené un programme d'entraînement physique sur deux séances supervisées et une non supervisée

Tableau 1 Traitement non pharmacologique des MNT-LD.

| Thérapies | Articles | Les indications | Avantages |
|--|---|---|---|
| Éducation | <ul style="list-style-type: none"> - Connaissance de la maladie - Technique d'auto-soin - Traitement pharmacologique - Traitement non médicamenteux - Sevrage tabagique - Soins palliatifs | - Tous les patients | - Améliorer l'autogestion ¹⁴ |
| Dégagement des voies respiratoires Thérapie | <ul style="list-style-type: none"> - Cycle actif de techniques respiratoires - Drainage autogène - Technique d'expiration forcée - Techniques manuelles - Drainage postural - Pression expiratoire positive - Expiratoire positif oscillant pression - Paroi thoracique à haute fréquence oscillation | <ul style="list-style-type: none"> - Sécrétions abondantes - Infection respiratoire avec sécrétions retenues - Atélectasie aiguë | <ul style="list-style-type: none"> - Augmenter la quantité d'expectorations attendues^{8,21e23} - Améliorer les symptômes (toux, dyspnée)^{8,22} - Améliorer HRQL^{8,22} - Diminuer RV, FRC et TLC^{8,22} |
| Entraînement physique - Vélo | <ul style="list-style-type: none"> - Tapis roulant - En marchant - Natation - Entraînement en résistance (avec des haltères ou des bandes) | <ul style="list-style-type: none"> - Faible capacité d'exercice - Mauvaise qualité de vie - Dyspnée persistante | <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer la capacité d'exercice^{12,24e26} - Améliorer HRQL^{12,25,26} - Améliorer les symptômes (dyspnée, fatigue)^{24,26} - Diminuer l'exacerbation aiguë²⁴ |
| Entraînement des muscles inspiratoires | <ul style="list-style-type: none"> - Dispositif IMT | - Bas MIP et MEP | <ul style="list-style-type: none"> - Augmenter force le muscle respiratoire^{28e30} - Améliorer la capacité d'exercice^{29,30} - Améliorer HRQL^{29,30} - Diminuer la dyspnée³⁰ |
| La nutrition | <ul style="list-style-type: none"> - Apport calorique élevé/teneur élevée en protéines - Fruits et légumes - Suppléments vitaminiques et minéraux - Suppléments nutritionnels oraux | <ul style="list-style-type: none"> - Malnutrition (IMC < 20 kg/ m², sérique < 3,5 g/ dL) | <ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la force musculaire et QVLS (avec PR)⁴⁴ |

Abréviation : IMC Z indice de masse corporelle, VEMS Z volume expiratoire maximal en 1 s, FRC Z capacité respiratoire fonctionnelle, FVC Z capacité vitale forcée, HRQL Z qualité de vie liée à la santé, MEP Z pression expiratoire maximale, MIP Z pression inspiratoire maximale, PR Z réhabilitation pulmonaire, TLC Z capacité pulmonaire totale.

séance par semaine pendant 8 semaines²⁵. Après un échauffement, les patients ont effectué des séances de 10 minutes sur le tapis roulant, le vélo et la machine à ski. L'intensité était de 85 % de la consommation maximale d'oxygène²⁵. Zanini et al. a mis en place un programme d'exercices de 3 semaines pour les patients hospitalisés comprenant 12 à 15 séances supervisées²⁶. Tous les patients ont participé à des séances de 30 à 40 min d'exercices sur tapis roulant ou vélo ergomètre.

L'intensité de l'effort était de 60%e70% de la fréquence cardiaque maximale atteinte au 6MWT et ajustée en fonction de la tolérance des patients, l'objectif étant un score de dyspnée de Borg de 3e5.

Les patients ont également reçu des instructions sur la respiration des lèvres pincées, les techniques de dégagement des voies respiratoires, l'IMT et le soutien nutritionnel. La durée quotidienne totale du programme de formation était de 2e3 h²⁶. Patel et al. a offert un programme d'entraînement physique ambulatoire comprenant deux séances supervisées et une séance à domicile par semaine pendant 8 semaines¹².

L'entraînement physique était individualisé et comprenait le cyclisme, la marche aérobie et l'entraînement en résistance des quatre membres.

Dans ces études, les programmes d'entraînement physique duraient environ 8 semaines ou 12 à 16 séances. La fréquence de l'entraînement physique était de deux séances supervisées par semaine avec ou sans une séance à domicile. L'intensité de l'entraînement physique était d'environ 60 % à 75 % de la capacité d'exercice maximale ou de la fréquence cardiaque.

Mandel et al. ont mené un ECR pilote comparant un programme d'entraînement physique de 8 semaines plus une physiothérapie respiratoire à la physiothérapie respiratoire seule²⁵. Dans le groupe qui s'est engagé dans un entraînement physique avec de la physiothérapie respiratoire, une amélioration significativement plus importante a été obtenue dans l'ISWT, le Leicester Cough Questionnaire et le St. George's Respiratory Questionnaire, par rapport au groupe qui s'est engagé uniquement dans la physiothérapie respiratoire. Lee et al. ont mené un autre ECR comparant un groupe d'entraînement physique de 8 semaines à un groupe témoin²⁴. Des améliorations significatives ont été obtenues par le groupe d'intervention en ce qui concerne la capacité d'exercice, aiguë

Tableau 2 Effets des techniques de dégagement des voies respiratoires.

| Interventions | Étudier le design | Numéros de patients | Résultats | Référence |
|--|-----------------------------|---|---|-----------|
| - DP - HFCWO - OPEP | Rétrospective | 77 malades avec NTM-LD | - Amélioration de la production de toux et d'expectorations - augmentation de la TLC | 8 |
| - OPEP (Flutter) contre ACBT contre ACBT-PD | Essai contrôlé randomisé | 36 patients atteints de bronchectasie | - Toutes les techniques ont été bien acceptées et tolérées. - Le poids total des expectorations du groupe ACBT-PD était le double de celui du groupe ACBT et du groupe OPEP - Les préférences des patients étaient de 44 % pour l'OPEP, de 22 % pour l'ACBT et de 33 % pour l'ACBT- PD. | 21 |
| - ACBT - ACBT-PD - FINI - OPEP - HFCWO | Revue systématique | 655 patients atteints de bronchectasie | - FET a amélioré l'expectoration, RV, FRC et TLC - OPEP (Acapella et Flutter) a amélioré l'expectoration, RV, FRC et TLC - HFCWO a amélioré la clairance des expectorations, HRQL, FEV1 et FVC - HFCWO était plus à l'aise par rapport à autres techniques - | 22 |
| - ACBT - PD - FINI - OPEP - HFCWO | Revue systématique | 120 patients atteints de bronchectasie | Toutes les techniques de dégagement des voies respiratoires étaient sûres et n'ont signalé aucun effet indésirable grave. - L'ACBT était plus efficace pour améliorer les échanges gazeux, le volume des expectorations et la QVLS que la PD - Les participants ont préféré les appareils OPEP l'ACBT ou PD | 23 |

Abréviation : cycle actif ACBT Z de techniques respiratoires, technique d'expiration forcée FET Z, volume expiratoire forcé FEV1 Z en 1 s, capacité respiratoire fonctionnelle FRC Z, capacité vitale forcée FVC Z, oscillation de la paroi thoracique à haute fréquence HFCWO Z, HRQL Z lié à la santé qualité de vie, pression expiratoire positive oscillante OPEP Z, drainage postural PD Z, capacité pulmonaire totale TLC Z.

domaines exacerbations, dyspnée et fatigue du questionnaire sur les maladies respiratoires chroniques. Cependant, dans leur étude, l'entraînement physique n'a pas amélioré la qualité de vie liée à la toux. Une étude rétrospective a évalué l'effet d'un programme de RP de 3 semaines pour patients hospitalisés sur des personnes atteintes de bronchectasie²⁶. Ce programme de relations publiques a eu un effet significatif sur la distance de marche de 6 minutes, la QVLS et le score de dyspnée. Leur analyse de régression a suggéré que le sexe masculin et la maladie grave étaient des facteurs prédisant l'amélioration de la QVLS et de la capacité d'exercice. Récemment, Patel et al. ont réalisé une étude de contrôle appariée en vie réelle pour comparer les effets de la RP ambulatoire supervisée chez les patients atteints de bronchectasie par rapport aux patients atteints de BPCO¹². Ils ont révélé que le groupe bronchectasie avait un taux d'achèvement similaire (74 %) à celui du groupe BPCO¹². Les changements dans la distance ISWT et le score du questionnaire sur les maladies respiratoires chroniques après la RP étaient également similaires entre les deux groupes.¹² Cependant, le groupe bronchectasie avait moins d'amélioration dans le domaine de la fatigue du questionnaire sur les maladies respiratoires chroniques que le groupe BPCO¹². Ces études soutiennent la fourniture clinique de PR

aux patients atteints de bronchectasie. Les effets de l'entraînement physique sont résumés dans le [tableau 3](#).

IMT et PR postopératoire L'IMT est une méthode d'entraînement de la force des muscles respiratoires à l'aide d'un appareil²⁷. La formation est principalement menée à l'aide de la spirométrie à seuil ou incitative, mais l'intensité et la fréquence des programmes de TMI ont varié selon les études. Dans la plupart des études, l'IMT a été réalisée deux à cinq jours par semaine²⁷, avec une intensité allant de 30 % à 80 % de la pression inspiratoire maximale²⁷ et une durée d'entraînement allant d'une semaine à un an²⁷. Bien que de nombreuses études aient réalisé l'IMT pour les patients atteints de maladies pulmonaires, les avantages cliniques de l'IMT restent controversés. Dans une étude précédente sur des patients atteints de bronchectasie, un groupe d'intervention IMT de 8 semaines a été comparé à un groupe témoin²⁸. L'intervention IMT a entraîné des améliorations significatives de la force musculaire inspiratoire et expiratoire. Cependant, les deux groupes ne différaient pas significativement en ce qui concerne la fonction pulmonaire, la QVLS et la capacité de marche. Un ECR récent a comparé un groupe témoin à un groupe d'intervention qui

Tableau 3 Effets de l'entraînement physique.

| Interventions | Étudier le design | Numéros de patients | Résultats | Référence |
|--|---------------------------------------|---|---|-----------|
| - Session : deux sessions supervisées et une session à domicile par semaine - Durée : 8 semaines - Programme d'exercices : cyclisme, la marche aérobie et l'entraînement en résistance des quatre membres | Contrôle adapté à la propension étude | 213 patients avec bronchectasie vs. 213 patients atteints de BPCO | - Des améliorations significatives dans l'exercice ca pacité et HRQL. - Les changements dans la capacité d'exercice et la QVLS étaient similaires entre les deux groupes | 12 |
| - Session : deux sessions par la semaine - Durée : 8 semaines - Programme d'exercices : tapis roulant ou marche terrestre - Intensité : 75% de la maximale vitesse sur l'ISWT, soit 60% de le rythme de travail maximal sur un Bicyclette | Randomisé essai contrôlé | 85 malades avec bronchectasie | - Améliorations significatives de la capacité d'exercice, aiguë exacerbations, dyspnée et HRQL. | 24 |
| - Session : deux supervisées et une séance non supervisée par la semaine - Durée : 8 semaines - Programme d'exercices : tapis roulant, vélo et machine à ski - Intensité : 85% du maximum Absorption d'oxygène | Randomisé essai contrôlé | 30 malades avec bronchectasie (15 patients dans la poitrine groupe de physiothérapie, 15 patients dans la poitrine physiothérapie avec entraînement physique) | - Entraînement physique plus kinésithérapie thoracique avec plus d'amélioration dans l'exercice ca pacité et HRQL | 25 |
| - Séance : total 12e15 séances - Durée : 3 semaines - Programme d'exercices : tapis roulant ou vélo ergomètre. - Intensité : 60%e70% de la fréquence cardiaque maximale | Rétrospective étude | 135 patients avec bronchectasie | - Amélioration significative de l'exercice ca pacité, HRQL, et score de dyspnée. - Régression du une analyse: sexe masculin et prédiction des maladies graves amélioration de la QVLS et la capacité d'exercice. | 26 |

Abréviation : BPCO Z bronchopneumopathie chronique obstructive, marche navette incrémentale ISW Z, QVLS Z qualité de vie liée à la santé.

a subi une EMI à haute intensité de 8 semaines (pression inspiratoire maximale de 70 %)29 ; l'IMT à haute intensité a entraîné une augmentation la force musculaire respiratoire, la QVLS et la capacité d'exercice. Une autre étude a démontré qu'un programme à domicile de 8 semaines IMT à haute intensité améliorant la force des muscles inspiratoires et HRQL (mesurée à l'aide du St. George's Respiratory Questionnaire) et une diminution de la dyspnée pendant l'activité quotidienne ; cependant, un tel IMT n'a pas réduit la distance de marche de 6 minutes chez les patients avec une LD30 avancée. Les bénéfices se sont maintenus pendant 3 mois30.

Certains types de NTM-LD sont difficiles à contrôler avec traitement antimicrobien seul4 , et la résection chirurgicale peut être bénéfique chez certains patients. Cependant, la chirurgie pulmonaire souvent diminue la condition physique et HRQL4 . Intervention de RP des programmes avant ou après la chirurgie, pourraient être envisagés pour les patients atteints de MNT-LD. Morino et al. enquêté PR préopératoire chez 19 patients atteints de NTM-LD qui ont reçu chirurgie thoracique vidéo-assistée avec résection pulmonaire31 et découvert que la RP réduisait l'atélectasie postopératoire et

pneumonie. Ainsi, la RP préopératoire peut être efficace dans prévenir les complications postopératoires.

La nutrition

La perte de poids et de masse musculaire a tendance à être élevée chez les patients avec des LD inflammatoires chroniques, telles que NTM-LD, emphysema32 et MPOC33. La perte de poids involontaire chez les NTM LD peut être attribuée à des besoins caloriques accrus, à une diminution appétit, satiété précoce, nausées, modifications des papilles gustatives, effets secondaires des médicaments et réponse inflammatoire à la NTM LD34. L'état inflammatoire chronique pourrait également expliquer augmentation de la perte de poids corporel et catabolisation de la maigre protéine corporelle35. Chez les patients atteints de MNT-LD, l'incapacité à stabiliser le poids corporel est étroitement associé à une diminution résultats pendant le traitement36. En outre, un taux d'albumine sérique plus faible et un taux de protéine C réactive plus élevé étaient associés à un risque plus élevé de progression de la maladie37 et à une probabilité de répondre au traitement38.

Les indicateurs courants de malnutrition chez les patients atteints de maladie pulmonaire sont (1) l'indice de masse corporelle, (2) la masse maigre, (3) l'indice de masse maigre (calculé comme la masse maigre divisée par le carré de la taille) et (4) résultats de spectroscopie d'impédance bioélectrique multifréquence. Bien que l'indice de masse corporelle soit un indicateur utile de l'état de santé général, il ne mesure pas la composition de la graisse et de la masse musculaire. La masse sans graisse et la spectroscopie d'impédance bioélectrique multifréquence fournissent plus de détails sur la composition des muscles et des graisses, ainsi la masse sans graisse est plus capable que l'indice de masse corporelle d'évaluer la malnutrition ou l'atrophie musculaire et pourrait être un meilleur outil de dépistage de la malnutrition et un meilleur prédicteur de l'état nutritionnel^{39, 40}.

Un apport calorique et protéique suffisant joue un rôle crucial pour aider les patients à combattre l'infection⁴¹, mais les études portant sur les avantages de la supplémentation nutritionnelle chez les patients atteints de MNT-LD restent rares. Cependant, un état inflammatoire chronique, tel que la bronchectasie, est fréquemment observé chez les patients atteints de MNT-LD et pourrait entraîner un hypermétabolisme avec un catabolisme accru des protéines, une perte de masse corporelle maigre et une intolérance à l'exercice, et contribuer à une mauvaise qualité de vie³⁵. Ainsi, une alimentation adéquate en protéines et en calories associée à des nutriments antioxydants pourrait être la stratégie alimentaire la plus appropriée^{42,43}. Chez les patients atteints de bronchectasie, un ECR a montré que l'ajout d'un supplément nutritionnel oral hyperprotéique enrichi en bêta-hydroxy-bêta méthylbutyrate au PR pouvait améliorer la composition corporelle, la force musculaire et la HRQL⁴⁴. Une stratégie pratique pour augmenter l'appétit pourrait inclure des médicaments stimulant l'appétit, des repas fréquents et des boissons de supplément nutritionnel.

De petits repas fréquents avec des aliments riches en calories pourraient être bénéfiques pour les patients ayant peu d'appétit⁴⁵, car la charge respiratoire pendant un petit repas (250 à 500 kcal) est relativement faible. Les protéines animales, telles que la viande, le poisson, les œufs, la volaille, les légumineuses et les produits laitiers, peuvent fournir des acides aminés essentiels. Pendant ce temps, les végétariens peuvent obtenir des protéines complètes grâce à des aliments tels que le tofu ou d'autres produits à base de soja.

Nutriments à capacité antioxydante et autres suppléments Bien que les études sur les nutriments à capacité antioxydante dans la MNT-LD fassent défaut, des études antérieures sur la MPOC⁴⁶ et la fibrose kystique⁴⁷ ont révélé que les nutriments à capacité antioxydante pourraient aider à atténuer la perte de la fonction pulmonaire et l'inflammation des voies respiratoires. Micronutriments tels que vitamines et minéraux peuvent affecter plusieurs composantes de l'immunité innée^{48,49}. Les carences en ces micronutriments affectent l'immunité d'une personne à combattre les infections. Des concentrations sériques significativement plus faibles de vitamines A, D et E ont été signalées chez des patients atteints de tuberculose par rapport à des groupes témoins sains^{48,49}. Quelques études ont également démontré que les patients atteints de MNT-LD présentent de multiples carences importantes en vitamines et que la prise de suppléments de multivitamines et de minéraux peut être bénéfique⁵⁰.

Les patients dont le poids corporel ou l'apport alimentaire sont considérablement réduits pourraient bénéficier de suppléments nutritionnels entre les repas⁵¹. Ceux-ci peuvent améliorer l'état nutritionnel du patient et stabiliser son poids et sa masse musculaire⁵¹. Un for mula équilibré contenant les besoins nutritionnels quotidiens de base est le premier choix recommandé. De plus, l'appétence, le volume et la densité énergétique de l'alimentation liquide sont également des facteurs importants lors de la sélection d'une formule commerciale⁵². Une spéciale

une formule à haute teneur en matières grasses pourrait aider à réduire la demande de dioxyde de carbone, mais elle pourrait ralentir la vidange gastrique, augmenter la satiété et diminuer l'appétit⁵³.

Travail futur

Les études concernant les programmes de RP et le soutien nutritionnel chez les patients atteints de MNT-LD restent limitées. Seules des études sur petits échantillons et rétrospectives ont été réalisées. Les relations publiques et le soutien nutritionnel ont été recommandés pour les patients atteints de MNT-LD sur la base des résultats de quelques petites études cliniques et des extrapolations à partir des lignes directrices pour la bronchectasie ou la MPOC. D'autres études, en particulier de grands ECR sur les programmes de relations publiques et le soutien nutritionnel, sont nécessaires. Le coût du traitement des MNT-LD est important, en particulier le coût des médicaments et de l'hospitalisation⁵⁴. Les études portant sur le rapport coût-efficacité des programmes de RP chez les patients atteints de MNT font défaut et une enquête plus approfondie est nécessaire.

conclusion

Il a été rapporté que les patients atteints de MNT-LD avaient une HRQL et une intolérance à l'exercice significativement plus faibles que les témoins sains. Les objectifs du traitement de la MNT-LD devraient inclure la réduction de la gravité des symptômes, l'amélioration de la qualité de vie, l'amélioration de la capacité d'exercice et la réduction de l'exacerbation aiguë. Le traitement médical est le traitement principal

pour MNT-LD, mais il est parfois insuffisant dans la prise en charge des patients atteints de MNT-LD. Les stratégies de traitement non pharmacologiques, y compris les programmes de RP impliquant des techniques de dégagement des voies respiratoires, l'entraînement physique, l'IMT, l'éducation et le soutien nutritionnel sont bien connues pour améliorer la QVLS, la capacité d'exercice et l'exacerbation aiguë chez les patients atteints de maladies pulmonaires telles que la bronchectasie et la MPOC. La combinaison du traitement médical et de la prise en charge non pharmacologique fait partie intégrante de la prise en charge de ces maladies. Il est rationnel d'appliquer ces traitements aux MNT-LD. Cependant, d'autres études, en particulier des ECR de grande envergure, sont nécessaires.

Déclaration d'intérêts concurrents

Les auteurs n'ont aucun conflit d'intérêts lié à cet article.

Remerciements

Ce travail est soutenu par la Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine.

Références

1. Griffith DE, Aksamit T, Brown-Elliott BA, Catanzaro A, Gordin F, Holland SM, et al. Une déclaration officielle ATS/IDSA : diagnostic, traitement et prévention des maladies mycobactériennes non tuberculeuses. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;175(15):3674-16.
2. Chien JY, Lai CC, Sheng WH, Yu CJ, Hsueh PR. Infection pulmonaire et colonisation par des mycobactéries non tuberculeuses, Taiwan, 2000-2012. *Emerg Infect Dis* 2014;20(8):1382e5.
3. Shteinberg M, Stein N, Adir Y, Ken-Dror S, Shitrit D, Bendayan D, et al. Prévalence, facteurs de risque et pronostic de

- infection mycobactérienne non tuberculeuse chez les personnes atteintes de bronchectasie: une enquête de population. *Eur Respir J* 2018;51(5): 1702469.
4. Ryu YJ, Koh WJ, Daley CL. Diagnostic et traitement de la pneumopathie mycobactérienne non tuberculeuse : perspectives des cliniciens . *Tuberc Respir Dis* 2016;79(2):74e84.
 5. Yeung MW, Khoo E, Brode SK, Jamieson FB, Kamiya H, Kwong JC, et al. Qualité de vie liée à la santé, comorbidités et mortalité dans les infections pulmonaires mycobactériennes non tuberculeuses : une revue systématique. *Pneumologie* 2016 ;21(6) : 1015e25.
 6. Horne D, Skerrett S. Progrès récents dans les infections pulmonaires mycobactériennes non tuberculeuses. *F1000Res*, vol. 8. F1000 Faculté Rev; 2019. p. 1710.
 7. Polverino E, Goeminne PC, McDonnell MJ, Aliberti S, Marshall SE, Loebinger MR, et al. Lignes directrices de la Société respiratoire européenne pour la prise en charge de la bronchectasie chez l'adulte. *Eur Respir J* 2017;50(3):1700629.
 8. Basavaraj A, Segal L, Samuels J, Feintuch J, Feintuch J, Alter K, et al. Effets de la kinésithérapie thoracique chez les patients atteints de mycobactéries non tuberculeuses. *Int J Respir Pulm Med* 2017; 4(1):65.
 9. Haworth CS, Banks J, Capstick T, Fisher AJ, Gorsuch T, Laursen IF, et al. Lignes directrices de la British Thoracic Society pour la prise en charge de la maladie pulmonaire mycobactérienne non tuberculeuse (MNT-PD) *Thorax* 2017;72(Suppl 2):ii1e64.
 10. Lee CT, Hsieh PL, Chien MY, Chien JY, Wu HD, Lin JS, et al. Trajectoires de la capacité d'exercice fonctionnel chez les patients en rééducation pulmonaire. *Int J Chronic Obstr Pulm Dis* 2019;14:863e70.
 11. Dong J, Li Z, Luo L, Xie H. Efficacité de la réadaptation pulmonaire pour améliorer la qualité de vie des patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive : preuves basées sur dix-neuf essais contrôlés randomisés. *Int J Surg* 2020;73:78e86.
 12. Patel S, Cole AD, Nolan CM, Barker RE, Jones SE, Kon S, et al. Rééducation pulmonaire dans la bronchectasie : une étude de propension appariée. *Eur Respir J* 2019;53(1). pii : 1801264.
 13. Rééducation pulmonaire-1999. Société thoracique américaine. *Un m J Respir Crit Care Med* 1999;159:1666e82.
 14. Hill AT, Sullivan AL, Chalmers JD, Soyza AD, Elborn SJ, Floto AR, et al. Ligne directrice de la société thoracique britannique pour l'ectasie bronchique chez l'adulte. *Thorax* 2019;74(Suppl 1):1e69.
 15. Wu CW, Hsieh PC, Yang MC, Tzeng IS, Wu YK, Cc L. Impact du pic d'impulsion d'oxygène sur les patients atteints de maladie pulmonaire obstructive chronique . *Int J Chronic Obstr Pulm Dis* 2019;14 : 2543e51.
 16. Yagi K, Asakura T, Namkoong H, Suzuki S, Asami T, Okamori S, et al. Association entre les paramètres du test de marche de six minutes et la qualité de vie liée à la santé chez les patients atteints d' une maladie pulmonaire du complexe *Mycobacterium avium*. *BMC Pulm Med* 2018;18(1):114.
 17. Lee AL, Hill CJ, Cecins N, Jenkins S, McDonald CF, Burge AT, et al. Différence minimale importante dans les tests de marche sur le terrain dans la bronchectasie non fibrose kystique après un entraînement physique. *Respir Med* 2014;108(9):1303e9.
 18. Hama M, Ushiki A, Kosaka M, Yamazaki Y, Yasuo M, Yamamoto H, et al. Qualité de vie liée à la santé chez les patients atteints d'une infection pulmonaire à mycobactéries non tuberculeuses. *Int J Tubercul Lung Dis* 2016;20(6):747e52.
 - [PubMed] 19. Amati F, Simonetta E, Gramegna A, Tarsia P, Contarini M, Blasi F, et al. La biologie des exacerbations pulmonaires dans la bronchectasie. *Eur Respir Rev* 2019;28(154):190055.
 20. Favero P, Stainer A, Bonaiti G, Zucchetti SC, Simonetta E, Lapadula G, et al. Caractérisation de l' infection à mycobactéries non tuberculeuses dans la bronchectasie. *Int J Mol Sci* 2016;17(11): E1913.
 21. Eaton T, Young P, Zeng I, Kolbe J. Une évaluation randomisée de l'efficacité aiguë, de l'acceptabilité et de la tolérabilité du flutter et cycle actif de la respiration avec et sans drainage postural dans la bronchectasie non kystique. *Chron Respir Dis* 2007;4(1): 23e30.
 22. Snijders D, Fernandez Dominguez B, Calgano S, Bertozzi I, Montaner AE, Perilongo G, et al. Techniques de clairance mucociliaire pour le traitement des bronchectasies non kystiques : existe-t-il des preuves ? *Int J Immunopathol Pharmacol* 2015;28(2):150e9.
 23. Phillips J, Lee A, Pape RWH. Effet des techniques de dégagement des voies respiratoires chez les patients souffrant d'une exacerbation aiguë de la bronchectasie : une revue systématique. *Physiother Theory Pract* 2019;18:1e16.
 24. Lee AL, Hill CJ, Cecins N, Jenkins S, McDonald CF, Burge AT, et al. Les effets à court et à long terme de l'entraînement physique dans la bronchectasie non kystique - un essai contrôlé randomisé . *Respir Res* 2014;15:44.
 25. Mandal P, Sidhu MK, Kope L, Pollock W, Stevenson LM, Pentland JL, et al. Une étude pilote de la réadaptation pulmonaire et de la kinésithérapie thoracique versus la kinésithérapie thoracique seule dans la bronchectasie. *Respir Med* 2012;106(12):1647e54.
 26. Zanini A, Aiello M, Adamo D, Cherubino F, Zampogna E, Sotgiu G, et al. Effets de la réadaptation pulmonaire chez les patients atteints de bronchectasie non fibrose kystique : une analyse rétrospective des prédicteurs cliniques et fonctionnels de l' efficacité. *Respiration* 2015;89(6):525e33.
 27. Beaumont M, Forget P, Couturaud F, Reyckler G. Effets de l'entraînement des muscles inspiratoires chez les patients atteints de MPOC : revue systématique et méta-analyse. *Clin Res J* 2018;12(7): 2178e88.
 28. Liaw MY, Wang YH, Tsai YC, Huang KT, Chang PW, Chen YC, et al. Entraînement des muscles inspiratoires chez les patients atteints de bronchectasie : une étude prospective randomisée contrôlée. *Clin Rehabil* 2011; 25(6):524e36.
 29. Ozalp O, Inal-Ince D, Cakmak A, Calik-Kutukcu E, Saglam M, Savci S, et al. Entraînement des muscles inspiratoires à haute intensité dans la bronchectasie : un essai contrôlé randomisé. *Pneumologie* 2019;24(3):246e53.
 30. Hoffman M, Augusto VM, Eduardo DS, Silveira BMF, Lemos MD, Parreira VF. L'entraînement des muscles inspiratoires réduit la dyspnée pendant les activités de la vie quotidienne et améliore la fonction des muscles inspiratoires et la qualité de vie des patients atteints d'une maladie pulmonaire avancée . *Pratique de la théorie de Physiother* 2019:1e11.
 31. Morino A, Murase K, Yamada K. Complications après une chirurgie thoracique assistée par vidéo chez des patients atteints d'une maladie pulmonaire mycobactérienne pulmonaire non tuberculeuse ayant subi une rééducation pulmonaire préopératoire. *J Phys Ther Sci* 2015; 27(8):2541e4.
 32. Ceelen JJM, Schols A, van Hoof SJ, de Theije CC, Verhaegen F, Langen RCJ. Régulation différentielle du renouvellement des protéines musculaires en réponse à l'emphysème et à l'inflammation pulmonaire aiguë. *Respir Res* 2017;18(1):75.
 33. Hsieh MJ, Yang TM, Tsai YH. Supplémentation nutritionnelle chez les patients atteints de maladie pulmonaire obstructive chronique. *J Formos Med Assoc* 2016;115(8):595e601.
 34. Wassilew N, Hoffmann H, Andrejak C, Lange C. Maladie pulmonaire causée par des mycobactéries non tuberculeuses. *Respiration* 2016;91(5):386e402.
 35. Powers SK, Lynch GS, Murphy KT, Reid MB, Zijdwind I. Atrophie et fatigue des muscles squelettiques induites par la maladie. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48(11):2307e19.
 - [Article PMC gratuit] [PubMed] 36. Wakamatsu K, Nagata N, Maki S, Omori H, Kumazoe H, Ueno K, et al. Les patients atteints de maladie pulmonaire à MAC ont une faible zone de graisse viscérale et un faible apport en nutriments. *Lung Med* 2015;2015:218253.
 37. Cowman SA, Jacob J, Obaidee S, Floto RA, Wilson R, Haworth CS, et al. Analyse de classe latente pour définir les sous-groupes radiologiques dans la maladie mycobactérienne pulmonaire non tuberculeuse . *BMC Pulm Med* 2018;18(1):145.
 38. Kim SJ, Park J, Lee H, Lee YJ, Park JS, Cho YJ, et al. Facteurs de risque d'aggravation des bronchiectasies nodulaires

- Maladie pulmonaire complexe à *Mycobacterium avium*. *Int J Tubercul Lung Dis* 2014;18(6):730e6. 39. de Blasio F, de Blasio F, Miracco Berlingieri G, Bianco A, Greca ML, Franssen FME, et al. Évaluation de la composition corporelle chez les patients atteints de MPOC à l'aide d'une analyse d'impédance bioélectrique multifréquence. *Int J Chronic Obstr Pulm Dis* 2016;11:2419e26. 40. de Blasio F, Santaniello MG, de Blasio F, Mazzarella G, Bianco A, Lionetti L, et al. Les variables BIA brutes sont des prédicteurs de la force musculaire chez les patients atteints de maladie pulmonaire obstructive chronique. *Eur J Clin Nutr* 2017;71(11):1336e40.
41. Katona P, Katona-Apte J. L'interaction entre la nutrition et l'infection. *Clin Infect Dis* 2008;46(10):1582e8.
42. Kurutas EB. L'importance des antioxydants qui jouent un rôle dans la réponse cellulaire contre le stress oxydatif/nitrosatif : état des lieux. *Nutr J* 2016;15(1):71.
43. Yang PH, Lin MC, Liu YY, Lee CL, Chang NJ. Effet des programmes d'intervention nutritionnelle sur l'état nutritionnel et le taux de réadmission chez les personnes âgées souffrant de malnutrition et de pneumonie : un essai contrôlé randomisé. *Int J Environ Res Publ Health* 2019;16(23).
44. Oliveira G, Oliveira C, Donã E, Palenque FJ, Porras N, Dorado A, et al. Un supplément oral enrichi en HMB associé à une réadaptation pulmonaire améliore la composition corporelle et la qualité de vie liée à la santé des patients atteints de bronchectasie. *Clin Nutr* 2016;35(5):1015e22.
45. Torricelli P, Antonelli F, Ferorelli P, Borromeo I, Shevchenko A, Lenzi S, et al. Le complément nutritionnel oral prévient la perte de poids et réduit les effets secondaires chez les patients en chimiothérapie avancée contre le cancer du poumon. *Acides aminés* 2020;52(3):445e51.
46. Zhai T, Li S, Hu W, Li D, Leng S. Micronutriments et composés phytochimiques potentiels contre la pathogenèse de la maladie pulmonaire obstructive chronique et du cancer du poumon. *Nutriments* 2018;10(7).
47. Papas KA, Sontag MK, Pardee C, Sokol RJ, Sagel SD, Accurso FJ, et al. Une étude pilote sur l'innocuité et l'efficacité d'une nouvelle formulation riche en antioxydants chez les patients atteints de mucoviscidose. *J Cyst Fibros* 2008;7(1):60e7.
48. Aibana O, Franke MF, Huang CC, Galea JT, Calderon R, Zhang Z, et al. Le statut en vitamine E est inversement associé au risque de tuberculose incidente chez les contacts familiaux. *J Nutr* 2018;148(1):56e62.
49. Qiuzhen Wang1 AM, Gao1 Tianlin, Liu2 Yufeng, Ren3 Lisheng, Lei Han3, Wei1 Boyang, et al. Mauvais statut en vitamine D chez les patients atteints de tuberculose pulmonaire active et sa corrélation avec la leptine et le TNF- α . *J Nutr Sci Vitaminol* 2019;65:390e8.
50. Sagel SD, Khan U, Jain R, Graff G, Daines CL, Dunitz JM, et al. Effets d'une multivitamine enrichie en antioxydants dans la mucoviscidose. Un essai clinique randomisé, contrôlé et multicentrique. *Am J Respir Crit Care Med* 2018;198(5):639e47.
51. Aniwidyarningsih W, Varraso R, Cano N, Pison C. Impact de l'état nutritionnel sur le fonctionnement du corps dans la maladie pulmonaire obstructive chronique et comment intervenir. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11(4):435e42.
52. Nieuwenhuizen WF, Weenen H, Rigby P, Hetherington MM. Personnes âgées et patients ayant besoin d'un soutien nutritionnel : examen des options de traitement actuelles et des facteurs influençant l'apport nutritionnel. *Clin Nutr* 2010;29(2):160e9.
53. Crescl G. Soutien nutritionnel du patient gravement malade : une guide à pratiquer. 2005.
54. Prévôts DR, Loddenkemper R, Sotgiu G, Migliori GB. Maladie pulmonaire mycobactérienne non tuberculeuse : un fardeau croissant avec des coûts substantiels. *Eur Respir J* 2017;49(4): 1700374.